

Geol. vjesnik	Vol. 36	str. 241—254	Zagreb 1983.
---------------	---------	--------------	--------------

UDK 551.24(497.13—17)

Izvorni znanstveni rad

Prikaz neotektonske aktivnosti dijela Slavonije, Baranje i Bačke

Eduard PRELOGOVIĆ,¹ Dragutin CVIJANOVIĆ²

¹ Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6,
YU—41000 Zagreb

² Građevinski institut, Fakultet građevinskih znanosti Sveučilišta u Zagrebu,
Rakušina 1, YU—41000 Zagreb

Iznose se pojediniosti neotektonske aktivnosti, nastanka i razvitka struktura i rasjeda. Opisuju se vertikalna i horizontalna neotektonska kretanja. Osim potolina i velikih horstova ističu se tektonske cjeline u čijim su dodirnim zonama veće amplitude neotektonskih pokreta. Naznačeni su i epicentri potresa te predjeli njihovog javljanja.

UVOD

Stijene obuhvaćenog područja i njihovi strukturno-tektonski odnosi proučavani su u više navrata i s različitog gledišta. Na najvećem dijelu površine nalaze se kvartarne naslage, a samo u brdovitim predjelima paleozojske, mezozojske i tercijarne stijene. Stoga ne začuđuje što se velik broj istraživača bavio kvartarnim naslagama, posebno praporom koji je ovdje bogato zastupljen. Poznati su autori: Gorjanović-Kramberger (1912, 1921, 1922), Milojević (1949), Takšić (1947), Laskarev (1951), Marković-Marjanović (1972), Bognar (1974/75), Mutić (1975) i Rakić (1977). Potpunije upoznavanje kvartarnih naslaga uslijedilo je nakon intenzivnih vodoistražnih radova i različitih geofizičkih ispitivanja većinom u posljednjih desetak godina (Borčić i dr., 1972; Urumović, 1973; Urumović i dr., 1974, 1977; Sokač, 1976; Babić i dr., 1978). Česti su i opisi starijih stijena manjih predjela (npr. Pilar, 1876; Golub, 1957; Miljuš, 1961; Vidović, 1974; Kranjec, 1965; Takšić, 1976; Jamičić, 1979) ili regionalnije u okvirima geološkog kartiranja (Poljak, 1934; Milovanović i Čirić, 1966; Jamičić, 1981; Univerzitet, Beograd, 1977). Potpunija saznanja o stijenama polučena su dubokim bušenjem i korelacijama između pojedinih predjela (npr. Jagačić, 1963; Šimon, 1973; Stangačilović, 1972; Janković i Stanković, 1970; Čanović i Kemenci, 1975; Pandžić, 1979b; Hernitz, 1980).

Za problematiku koja se ovdje iznosi najzanimljiviji su strukturno-tektonski odnosi. Osnove konstatacije sadržane su u nekim djelima već spomenutih autora. Međutim, najpotpuniji geološki, paleostrukturalni, litofacijski i tektonski podaci objavljeni su nakon višestrukog geofizičkog ispi-

tivanja i bušenja u potolinama (npr. Filjak i dr., 1969; Mužijević, 1961; Kranjec i dr., 1969, 1970; Kranjec i Prelogović, 1974; Pandžić, 1979a; Vidović, 1978; Zagorac, 1975; Hernitz, 1980; Jamičić, 1979). Tim radovima se pridružuju fotogeološka i geomorfološka zapažanja (Bukurov, 1953; Haček i Oluić, 1969; Stojadinović, 1979) ili osvrti brojnih autora koji su tretirali obuhvaćeno područje u širim regionalnim razmatranjima.

Ipak, u navedenim radovima nisu detaljnije tumačena neotektonska kretanja i odnosi pojedinih struktura. Posljednjih godina izvršena su nova geofizička mjerenja i bušenja te hidrogeološka istraživanja (Urmović, 1982). Zahvaljujući projektima za izgradnju velikih objekata za razmatrano su područje skupljeni cjelokupni geološki podaci koji su bili dobra osnova neotektonskim proučavanjima. Došlo se do nekih novih spoznaja u strukturno-tektonskim odnosima koji se, u glavnim crtama, iznose u nastavku.

STRUKTURE I RASJEDI

Obuhvaćeno je područje Panonskog bazena koje se nalazi između planina sjeverne Bosne, uzvisine Baranjsko brdo kod Belog Manastira i graničnih predjela Bačke i Banata. Za upoznavanje neotektonskih odnosa i nužne korelacije površinske i dubinske geološke građe u obzir su uzeti:

- podaci o geološkoj građi i dubini prema geofizičkim mjerenjima;
- podaci o sastavu, strukturnim i paleostrukturnim odnosima neogen-skih i kvartarnih naslaga i stijena u njihovoj podlozi prema seizmičkim mjerenjima, dubokom bušenju i dubinskom geološkom kartiranju;
- površinski geološki podaci o sastavu naslaga i održavanju struktura i rasjeda u reljefu prema geološkom i geomorfološkom kartiranju i odgovarajućoj analizi avio i satelitskih snimaka.

Geofizički podaci daju informaciju o geološkoj građi u prvim kilometrima dubine i na dubljim nivoima uključujući Mohorovičićev diskontinuitet. Važne su gravimetrijske anomalije koje su uzrokovane postojanjem stijena različite gustoće u podzemlju. Anomalije su intenzivnije ukoliko je veća razlika gustoće ili su veće dimenzije različitih masa, a naročito vertikalna debljina takvih stijena, strmiji kontakt između njih i blizina od površine. Najveće pozitivne anomalije podudaraju se s masivima Fruške gore, Krndije, Trebovca, dijelova Baranje i Bačke u široj okolini Sombora. Potoline su označene sniženim iznosima gravimetrijskih anomalija. U strukturnom smislu najvažniji je prostorni raspored velikih masa stijena različite gustoće. Na njihovim se dodirima obično narušava izostatska ravnoteža. Strmi kontakti označavaju rasjede ili rubove prodora vulkanskih stijena. Osobito se ističu potezi uz južni obod Dilj gore do Đakova, južni rub Fruške gore, između Osijeka i Sombora te okolice Našica i Belog Manastira. Gravimetrijski gradijenti pokazuju da su tektonski najaktivnije zone rasjeda između Slavonskog Broda i Đakova, uz Baranjsko brdo i Frušku goru (južni rub i okolica Novog Sada).

Prema profilu duboke refrakcijske seizmike (Zeljko, 1972; Dražević, 1974) Mohorovičićev diskontinuitet se između Slavonskog Broda i Belog Manastira nalazi na dubinama 28 do 32 km i presječen je

uzdužnim potolinskim rasjedima. Postoji izravna podudarnost između gravimetrijskog profila, deformacije Mohorovičićevog diskontinuiteta i podzemnog reljefa sredine veće seizmičke brzine (moguće baza sedimenta), koji se nalazi na dubinama: 2,5 km podno Dilj gore, oko 4 km kod Našica do 7 km kod Slavenskog Broda. Gravimetrijske anomalije najviše su izražene u predjelu Dilj gore.

Gravimetrijski reziduali prate strukture i rasjede u prvim kilometrima dubine. Ističu se lokalne neotektonske uzdignute i spuštene strukture i njihovo pružanje. U većini slučajeva one su potvrđene seizmičkim profiliranjem.

Nagle razlike vrijednosti anomalija na duljem potezu obilježavaju rasjede (npr. Slavonski Brod — Đakovo — Vinkovci, Osijek — Odžaci, Osijek — Baranjsko brdo). Znatniji maksimumi (slika 1) mogu označavati položaj stijena veće gustoće bliže površini. Osim u uzdignutim, brdovitim predjelima to je primjerice zapaženo oko Sombora (paleozojske stijene na dubini 400 do 500 m), duž Baranjskog brda, oko Vukovara i jugoistočno od Vinkovaca (većinom andezit-bazalti, dijabaz-spiliti, gabra).

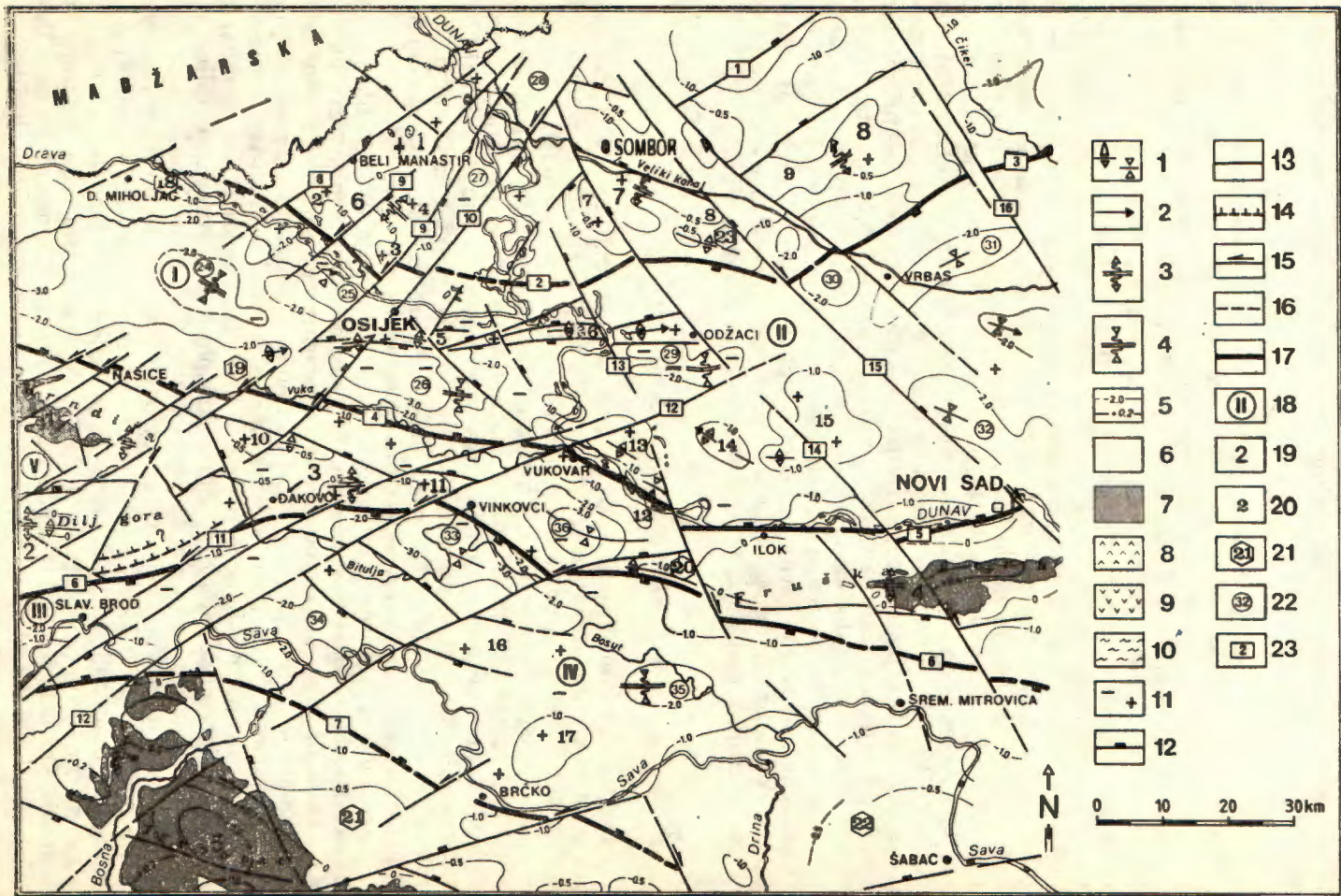
Podaci s površine i iz prvih nekoliko kilometara dubine ukazuju da su strukture uglavnom tipa horstova i gabra (slika 1). Potoline predstavljaju složene grabe-sinklinorije, a najveći horstovi (Krndija, Dilj gora, Đakovačkovački ravnjak, Fruška gora, Trebovac, Baranja i relativno uzdignute cjeline sjeverne Bačke) složene horst-antiklinorije. Unutar tih velikih struktura izdvajaju se lokalni horstovi i grabe. Na krilima struktura protežu se rasjedi. Najvažniji u strukturno-neotektonskom sklopu jesu rubni uzdužni i potolinski rasjedi pravca pružanja SZ—JI do I—Z i u Bačkoj ISI—ZJZ. Od dijagonalnih i poprečnih rasjeda dominantna su dva sistema: prvi pravca pružanja SI—JZ do ISI—ZJZ i drugi protezanja SSZ—JJI. Pokreti uz te rasjede mogu uzrokovati tonjenja pojedinih struktura. Javljaju se popratni oblici: strukturni nosovi, terase, sedla. Često su jedna ili više struktura presječene rasjedima, pa nastaju tektonski blokovi. Zapaženo je da potoline imaju različite pravce pružanja. Dravska potolina je do Osijeka pravca pružanja SZ—JI, zatim I—Z, a Bačka potolina I—Z i SI—JZ. Savska potolina do Slavenskog Broda ima protezanje I—Z, dok se Slavonsko-sremska potolina pruža pravcem SZ—JI. Slično se može ustanoviti za najveće horstove. Uočava se da su promjene pravca pružanja potolina i najvećih horstova uzrokovane tektonskim pokretima duž dijagonalnih i poprečnih rasjeda. Najveći od njih sijeku potoline i ograničavaju njihove dijelove s različitim pružanjem ili odvajaju pojedine najveće horstove. Osobito se ističu tri takva rasjeda: Osiječki rasjed (oznaka 10 u slici 1) zajedno s rasjedom Batina — Darda — Krndija (9), Đakovački rasjed (11) zajedno s rasjedom Vukovar — Vinkovci — Derventa (12) i Novosadski rasjed (15). Zanimljivo je da poprečni i dijagonalni rasjedi sistema SI—JZ do ISI—ZJZ prevladavaju u zapadnom dijelu prikazanog područja, a rasjedi sistema SSZ—JJI istočno od poteza Brčko — Vukovar — Sombor. Navedenim poprečnim do dijagonalnim te uzdužnim potolinskim rasjedima izdvojene su pojedine tektonske cjeline unutar kojih se zapaža sličnost pružanja struktura i rasjeda te amplituda neotektonskih pokreta (npr. Baranja, dijelovi sjeverne Bačke, Fruška gora, Trebovac, slavonske planine, potoline i njihovi dijelovi). Te

Slika 1. STRUKTURNO-NEOTEKTONSKA KARTA

Legenda: A. Strukturni elementi (na površini ili unutar neogensko-kvartarnog kompleksa naslaga): 1 — os antiklinale i sinklinale (horst-antiklinale i grabe-sinklinale); 2 — tonjenje osi antiklinale i sinklinale; 3 — os antiklinorija (horst-antiklinorija); 4 — os sinklinorija (grabe-sinklinorija); 5 — sumarne amplitude vertikalnih neotektonskih pokreta (u km); 6 — izdanci neogenskih i kvartarnih naslaga; 7 — izdanci predneogenskih stijena; 8 — bazalti (andezit-bazalti) neogenske starosti; 9 — andeziti neogenske starosti; 10 — trahiti neogenske starosti. — Relativno uzdignute i spuštene strukture ili tektonski blokovi unutar predneogenskih stijena pretežno na većim dubinama: 11 — važniji minimumi i maksimumi gravimetrijskog reziduala. B. Tektonski elementi (projekcije na površini): 12 — rasjedi s naznakom relativno spuštenog bloka; 13 — rasjedi bez oznake karaktera; 14 — reversni rasjedi; 15 — rasjedi s naznakom smjera horizontalnog pomaka; 16 — pretpostavljene dionice rasjeda; 17 — regionalni uzdužni potolinski rasjedi. C. Grabe-sinklinoriji, potoline, depresije (18): I — Dravska potolina; II — Bačka potolina; III — Savska potolina; IV — Slavonsko-sremska potolina; V — Požeška depresija. D. Horst-antiklinoriji i relativno uzdignute veće tektonske cjeline (19): Krndija (1), Dilj gora (2), Đakovačko-vinkovački ravnjak (3), Fruška gora (4), Trebovac (5), Baranja (6), Sombor-Bački Brestovac (7), Crvenka-Bačka Topola (8). E. Važniji lokalni horstovi (20), strukturni nosovi i sedla (21) i grabe ili uleknine (22): 20: Baranjsko brdo (1), Bolman (2), Darda (3), Grabovac (4), Osijek (5), Erdutsko brdo (6), Prigrevica (7), Žarkovo (8), Sivac (9), Gorjani (10), Jarmina (11), Vukovar (12), Plavna (13), Tovariševo (14), Silbaš (15), Županja (16), Vrbanja (17). 21: Donji Miholjac (18), Budimci (19), Tovarnik (20), Gradačac (21), Bogatić (22), Bački Brestovac-Ruski Krstur (23). 22: Sljivoševačka (24), Petrijevačka (25), Tenjska (26), Baranjska (27), Bezdanska (28), Odžačka (29), Kulska (30), Vrbaska (31), Novosadska (32), Vinkovačka (33), Gudinska (34), Bosutska (35), Vukovarska (36). F. Važniji rasjedi (23): a) Uzdužni rasjedi pravca pružanja SZ—JI do I—Z (u Bačkoj ISI—ZJZ): Sjeverni bački rasjed (1), Baranjski rasjed (2), Vrbasko-Bačko petrovački (3), Uzdužni rasjed Dravske potoline (4), Fruškogorski rasjed (5), Sjeverni uzdužni rasjed Savske i Slavonsko-sremske potoline (6), Južni uzdužni rasjed Savske i Slavonsko-sremske potoline (7). b) Dijagonalni do poprečni rasjedi pravca pružanja SI—JZ do ISI—ZJZ: Belomanastirski rasjed (8), Batinsko-dardansko-krndijski rasjed (9), Osiječki rasjed (10), Đakovački rasjed (11), Vukovarsko-vinkovačko-derventski rasjed (12). c) Dijagonalni do poprečni rasjedi pravca pružanja SSZ—JJI: Erdutski rasjed (13), Somborsko-odžačko-rumski rasjed (14), Novosadski rasjed (15), Bečejski rasjed (16).

Fig. 1. STRUCTURAL-NEOTECTONIC MAP

Legend: A. Structural elements (on surface in the complex of Neogene-Quaternary deposits): 1 — anticline and syncline axis (horst-anticline and graben-syncline); 2 — sinking of the anticline and syncline axis; 3 — anticlinorium axis (horst-anticlinorium); 4 — synclinorium axis (graben-synclinorium); 5 — summary amplitudes of vertical neotectonic movements (in km); 6 — outcrops Neogene and Quaternary deposits; 7 — outcrops of pre-Neogene rocks; 8 — Neogene basaltes; 9 — Neogene andesites; 10 — Neogene trachites. — Relatively uplifted and subsiding structures or tectonic blocks within pre-Neogene rocks predominantly very deep: 11 — rather important minimums and maximums of gravimetric residue. B. Tectonic elements (on surface): 12 — faults with the indication of a relatively subsided block; 13 — faults without characteristics designation; 14 — reverse faults; 15 — faults with direction of horizontal displacement; 16 — faults supposed; 17 — regional longitudinal depressions faults. C. Graben-synclinoriums depressions (18): I — Drava river depression; II — Bačka depression; III — Sava river depression; IV — Slavonia-Srem depression; V — Požega depression. D. Horst-anticlinoriums and relatively uplifted large tectonic units (19). E. Some rather important horsts (20), structural noses and structural saddle (21) and grabens (22). F. Important faults (23): a) Longitudinal faults with NW—SE to E—W strike (in Bačka ENE—WSW): North Bačka fault (1), Baranja fault (2), Vrbas-Bački Petrovac fault (3), longitudinal Drava river depression fault (4), Fruška Mountain fault (5), North longitudinal Sava river depression and Slavonia-Srem depression fault (6), South longitudinal Sava river depression and Slavonia-Srem depression fault (7). b) Diagonal to transverse faults with NE—SW to ENE—WSW strike: Beli Manastir fault (8), Batina-Darda-Krndija fault (9), Osijek fault (10), Đakovo fault (11), Vukovar-Vinkovci-Derвента fault (12). c) Diagonal to transverse faults with NNW—SSE strike: Erdut fault (13), Sombor-Odžaci-Ruma fault (14), Novi Sad fault (15), Bečej fault (16).



se cjeline uvelike podudaraju s osnovnim rasporedom masa stijerna različite gustoće na nešto većim dubinama ustanovljenima izostatskim gravimetrijskim anomalijama.

Strukture i rasjedi odražavaju se i na površini. Općenito potoline ili predjeli spuštanja predstavljene su nizinama, horstovi uzvisinama, ravnjacima i brdima. Odmah se ističe da se na satelitskim snimcima razabiru neke strukture i pojedine dionice rasjeda i u terenima prekrivenima kvarternim naslagama. Rasjedi pružanja SI—JZ raspoznaju se u Baranji. U Bačkoj su djelomično zacrtani neki rasjedi sistema SSZ—JJI. Dobro se uočavaju rasjedi uz južni rub Đakovačko-vinkovačkog ravnjaka, te dionice rasjeda pružanja ISI—ZJZ oko Vukovara i Đakova. Na avio snimcima i analizom reljefa pomoću strukturno-geomorfološkog kartiranja otkrivaju se mnogi detalji. Razmatrani su oblici reljefa i erozijske mreže koji su genetski vezani za aktivne rasjede, izdizanja i spuštanja površine i oblici koji pokazuju razvitak reljefa u vezi s prisutnim tektonskim pokretima. Jasno je da se pojedine strukture i rasjedi različito ocrtavaju na površini. Veći broj podataka zapravo ukazuje na tektonski aktivne predjele ili zone. Uočljivi su geomorfološki pokazatelji rasjeda — primjerice strme i odsječene padine, terasni odsjeci, različite deformacije rijeka, razvodnica i manjih dolina, anomalije njihovih uzdužnih profila i pravocrtno usječene doline. Tako su odraženi rasjedi uz Baranjsko brdo, uz Đakovačko-vinkovački ravnjak (osobito oko Vukovara i Đakova) ili uz Dunav oko Iloka. Na mnogo mjesta su prepoznatljive i druge dionice koje se podudaraju s rasjedima utvrđenima ostalim istraživanjima.

NEOTEKTONSKA KRETANJA

Strukturno-tektonski odnosi obuhvaćenog područja nastali su neotektonskim pokretima. Moguće se prvi predznaci javljaju već u srednjem i gornjem eocenu kada nastaje duboka depresija, uglavnom južno od Save, koja je ispunjena debelim klastičnim naslagama flišnog i molasnog karaktera sedimentacije. Uvjeti za značajnije tektonske promjene vjerojatno nastaju u gornjem oligocenu. Na više mjesta počinju se taložiti klastični sedimenti koji se povezuju sa sličnim miocenskim naslagama. Paralelno se stvaraju i prve depresije, uleknine i grabe. Tada začeta neotektonska kretanja nastavljaju se kroz neogen i kvartar.

Najvažnije strukturne promjene uz vulkanske pojave dogodile su se u početku neotektonskog razdoblja. Tektonska aktivnost nije ravnomjerna. Oscilacije površine u miocenu omogućavaju transgresije i taloženje sedimenata različitog facijesa. Krajem miocena dolazi do stagnacije tektonskih pokreta. Pojavljuju se brakične i slatkovodne sredine, a mjestimice veće ili manje konopene površine (npr. Baranjsko brdo, Erdutsko brdo). U pliocenu se intenzitet tektonskih pokreta povećava. Potoline se znatno produbljuju, a okolni horstovi izdižu. Talože se debele klastične naslage. Vjerojatno tada osnovna, regionalna tektonska kretanja poprimaju nešto drukčiji karakter ili smjer, jer nastaju novi sistemi dijagonalnih do poprečnih rasjeda. Uz to je primijećena vulkanska aktivnost, ali se ne zna točno razdoblje. Ona je moguće nagovještaj većih tektonskih kretanja. Do sada je uzorcima potvrđeno da su npr. andezit-bazalti u Baranjskom brdu (Golub, 1958) i dijabaz-spiliti u Erdutskom brdu (Sok

kač i dr., 1982) mlađi od sarmatskih ili torčonskih, a stariji od kvartarnih naslaga. Granica pliocen — kvartar nije jasnije obilježena. Ponegdje su kvartarni sedimenti većih debljina (oko 300 m kod Vinkovaca, te više od 250 m zapadno i južno od Osijeka), što ukazuje na daljnja produbljanja u potolinama. Po okolnim brdima kvartarne su naslage na različitom hipsometrijskom nivou i to je znak uzdizanja.

Seizmička aktivnost je dokaz da su tektonska kretanja u toku. Najveći broj potresa i najjači potresi vezani su uz Dilj goru, osobito njezin jugoistočni i istočni dio. Veća koncentracija epicentara potresa nalazi se i u Baranji između Osijeka i Baranjskog brda. To su dva najveća epicentralna područja. Na više mjesta zabilježeni su pojedinačni potresi ili nekoliko njih i to većinom slabijih potresa. Zamijećeno je da su najčešći na sjecištima uzdužnih i dijagonalnih do poprečnih rasjeda, ali na mjestima gdje se po tim drugim rasjedima događaju horizontalna smicanja susjednih tektonskih blokova (npr. lokaliteti istočno od Našica, slika 2). Do sada najjači potresi dogodili su se: 24. XI 1922. godine oko 15 km sjeverno od Osijeka ($M = 5,3$; $I_0 = VII-VIII$ stupnja MCS; $h = 18$ km), 13. IV 1964. godine u Dilj gori ($M = 5,7$; $I_0 = VIII$ stupnja MCS; $h = 16$ km) i 12. XI 1740. godine u blizini Novog Sada ($I_0 = IX$ stupnja MCS, ali nepouzdan podatak).

Praćenjem razvitka struktura ustanovljeno je da se potoline i veliki horstovi počinju formirati u početku neotektonskog razdoblja i prepoznatljivi su prema sastavu i debljinama naslaga kroz čitav neogen i kvartar. To znači da su tektonska gibanja duž uzdužnih rasjeda pretežno sinsedimentacijska. Za procjenu nastanka i trajanja aktivnosti poprečnih i dijagonalnih rasjeda (granični tektonskim cjelinama) mogu poslužiti skupine lokalnih struktura. U većem broju (prema paleostrukturalnom kartiranju) one nastaju u donjem pliocenu (Dilj gora, predjeli između Našica i Đakova, Osijeka i Sombora, Sombora i Odžaka, te Vukovara i Vinkovaca). Pozicije tih struktura uglavnom se podudaraju s granicama izdvojenih tektonskih cjelina. To su zone većeg prestrukturiranja koje je uvjetovano tektonskim pokretima po uzdužnim potolinskim rasjedima, ali i dijagonalnim do poprečnim rasjedima. Još su indikativniji manji lokalni horstovi i grabe nastali u gornjem pliocenu i kvartaru. Ima ih između Vinkovaca i Đakova, oko Osijeka, Odžaka i jugoistočno od Sombora upravo u zonama najvećih rasjeda pružanja SI—JZ ili SSZ—JJI.

Vertikalni neotektonski pokreti imali su pretežan utjecaj kod nastajanja horstova i graba. Najveći vertikalni pomaci događaju se duž zona uzdužnih potolinskih rasjeda. Međutim, tektonska aktivnost nije po čitavoj dužini rasjeda jednaka. Ona ovisi od rasporeda masa različitih stijena u dubini, razgradnje područja na tektonske cjeline, blokove ili manje strukture, te njihovog kretanja pod utjecajem horizontalne komponente. Amplitude vertikalnih neotektonskih pokreta prikazane su na slici 1. Zanimljivi su veći gradijenti brzina vertikalnih pokreta za pojedine odjeljke neotektonskog razdoblja. Oni ocrtavaju zone koje su paralelne s tektonski najaktivnijim rasjedima. U miocenu, pa i početkom pliocena, najveći iznosi gradijenata podjednako su paralelni s pojedinim uzdužnim rasjedima. U mlađem pliocenu i kvartaru osobito se ističu dionice sjevernog rubnog rasjeda Dravske potoline i to sjeverozapadno od Osijeka i između Odžaka i Sombora, te sjevernog rubnog rasjeda Slavonsko-sremske po-

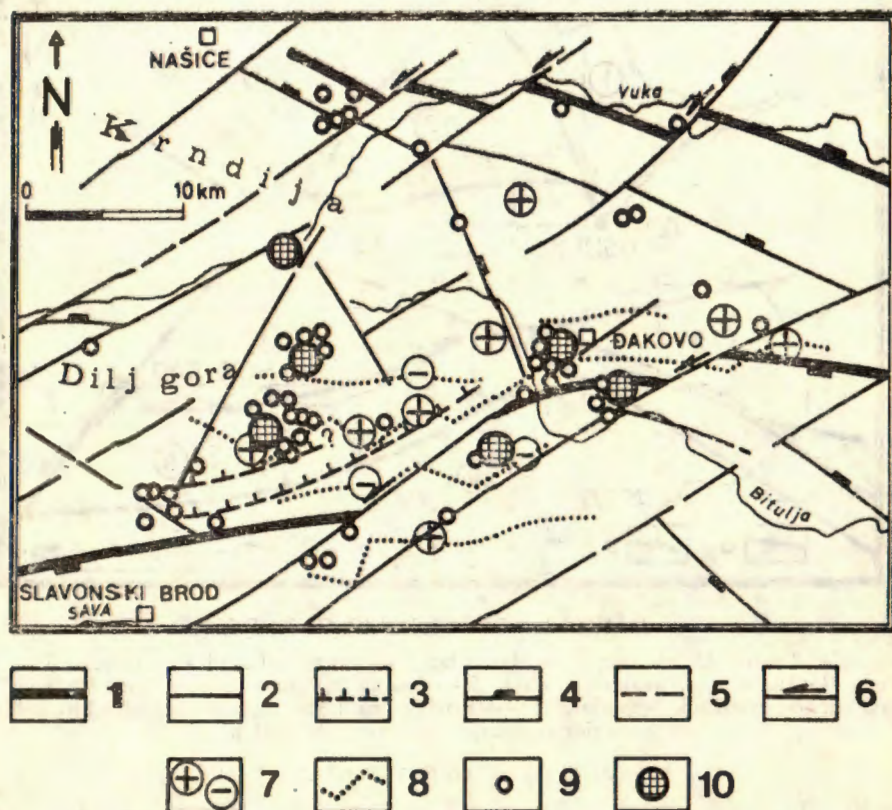
toline između Vinkovaca i Đakova i oko Slavanskog Broda. Prekidi zona većih iznosa gradijenata podudaraju se s trasama poprečnih i dijagonalnih rasjeda npr. kod Osijeka, Đakova, Vinkovaca i sjeveroistočno od Odžaka.

Horizontalni neotektonski pokreti dolaze do većeg izražaja u mlađem odjeljku neotektonskog razvitka. Zamjećuje se horizontalno smicanje susjednih tektonskih cjelina i blokova naročito po rasjedima pravca pružanja SI—JZ do ISI—ZJZ. Manje su takva kretanja vidljiva duž rasjeda protezanja SSZ—JJI. Horizontalni pokreti mogu se prepoznati po pomacima i prekidima uzdužnih rasjeda, promjenama pravca pružanja struktura ili suženjem dijelova potolina npr. kod Osijeka i Slavanskog Broda. Najveće amplitude horizontalnih pokreta nalaze se sjeverno od Odžaka (oko 3 km), uz istočni rub Baranjskog brda i sjeverno od Osijeka (oko 4 km), te između Vinkovaca, Đakova i jugoistočnih padina Dilj gore (6 do 8 km). Kao primjer može poslužiti predjel Đakova i Dilj gore (slika 2). Ističu se dva paralelna rasjeda pružanja SI—JZ. Oni sijeku sjeverni uzdužni rasjed Savske i Slavonsko-sremske potoline uz horizontalni pomak. Ti rasjedi na površini prate konfiguraciju ruba Đakovačko-vinkovačkog ravnjaka. U dubini se horizontalni pokreti razabiru prema deformacijama u pružanju osi minimuma i maksimuma rezidualnih anomalija. Dilj gora se pomiče prema jugozapadu, a različito pružanje osi okolnih horstova i graba ukazuju i na izvjesnu rotaciju te gore. U njezinom jugoistočnom dijelu nastaje veća kompresija stijena, pa je moguće javljanje i reversnih rasjeda. U tom predjelu, kao i na dionici horizontalnog pomaka, česti su potresi.

Na temelju iznesene neotektonske aktivnosti razabire se podjednaka uloga vertikalnih i horizontalnih neotektonskih pokreta: prvi u nastajanju horstova i graba, te drugih u izdvajanju pojedinih tektonskih cjelina čiji pomaci uvjetuju nova prestrukturiranja i dodatno veću neotektonsku aktivnost nekih predjela. Neotektonski pokreti koji se događaju u razmatranom području odraz su znatno širih regionalnih kretanja. Ishodište i osnovni smjer regionalnih kretanja nisu poznati. Činjenica je da se njihovim djelovanjem može razlučiti nekoliko tektonskih cjelina koje se u strukturnom sklopu čine najvažnijima (slika 3). One se razlikuju prema različitom pružanju struktura i rasjeda, ponešto drukčijim amplitudama vertikalnih i horizontalnih neotektonskih pokreta i odgovarajućim ocrtima masa stijena različite gustoće na većim dubinama. Neotektonski su najaktivniji njihovi dodiri. U tim zonama mjestimice su ustanovljena veća vertikalna gibanja, a po dijagonalnim i poprečnim rasjedima horizontalna smicanja susjednih cjelina. Uočava se i asimetrija potolina sa strmo nagnutim sjevernim krilima, gdje su i skokovi po uzdužnim rasjedima relativno velikih amplituda. Zone najveće neotektonske aktivnosti, dijelovi Baranje, Đakovačko-vinkovački ravnjak i Dilj gora, ujedno predstavljaju izrazita potresna područja.

ZAKLJUČAK

Predstavljeni neotektonski odnosi razmatranog područja proizašli su iz raznovrsnih podataka- geofizičkih, geoloških, strukturno-geomorfoloških i seizmoloških istraživanja. Brojnost tih podataka omogućila je nači-

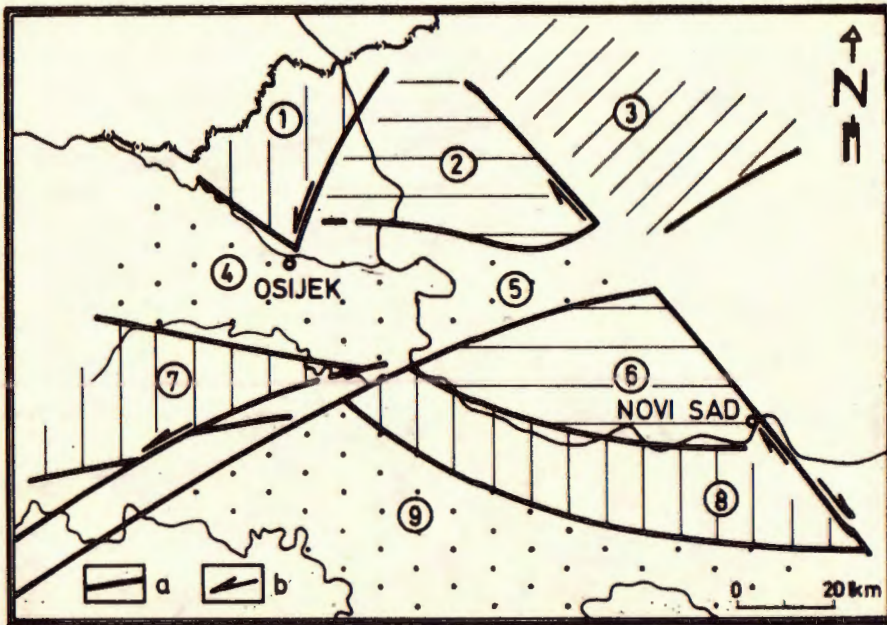


Slika 2. SEIZMOTEKTONSKA AKTIVNOST U DILJ GORI

Legenda: 1 — regionalni uzdužni potolinski rasjedi; 2 — rasjedi bez oznake karaktera; 3 — reverzni rasjedi; 4 — rasjedi s naznakom relativno spuštenog bloka; 5 — pretpostavljene dionice rasjeda; 6 — rasjedi s naznakom smjera horizontalnog pomaka; 7 — važniji minimumi i maksimumi gravimetrijskog reziduala; 8 — osi minimuma i maksimuma gravimetrijskog reziduala. — Epicentri potresa: 9 — I₀ — VI^o MCS; 10 — I₀ — VII^o i VIII^o MCS.

Fig. 2. SEISMOTECTONIC ACTIVITY IN DILJ MOUNTAIN

Legend: 1 — regional longitudinal depressions faults; 2 — faults without characteristics designation; 3 — reverse faults; 4 — faults with the indication of a relatively subsided block; 5 — faults supposed; 6 — faults with direction of horizontal displacement; 7 — rather important minimums and maximums of gravimetric residue; 8 — axis of the minimums and maximums of gravimetric residue. — Earthquake epicenters: 9 — I₀ = VI^o MCS; 10 — I₀ = VII^o and VIII^o MCS.



Slika 3. MODEL NEOTEKTONSKIH KRETANJA

Legenda: Tektonske cjeline: 1 — Baranja; 2 — Sombor-Bački Brestovac; 3 — sjeverna Bačka; 4 — Dravska potolina; 5 — Bačka potolina; 6 — južna Bačka; 7 — Đakovačko-vinkovački ravnjak; 8 — Fruška gora. a) granice tektonskih cjelina; b) smjer pomicanja tektonskih cjelina.

Fig. 3. MODEL OF NEOTECTONIC MOVEMENTS

Legend: Tectonic units: 1 — Baranja; 2 — Sombor-Bački Brestovac; 3 — North Bačka; 4 — Drava river depression; 5 — Bačka depression; 6 — South Bačka; 7 — Đakovo-Vinkovci plateau; 8 — Fruška Mountain. a) boundaries of tectonic units; b) direction of tectonic units movements.

niti usporedbu dubinske i površinske geološke građe, te ustanoviti osnovne značajke neotektonskog razvitka i razlučiti tektonski najaktivnije zone.

U strukturnom smislu najvažnija su početna neotektonska kretanja. Njih je moguće pratiti paralelno s odlaganjem prvih klastičnih sedimenata. Uz intenzivne tektonske promjene mjestimice se javlja i vulkanska aktivnost. Postupno nastaju strukture tipa horstova i graba uz prevladavajuća vertikalna tektonska gibanja. Izdvajaju se pojedine potoline koje su odijeljene velikim horstovima. Dominiraju uzdužni potolinski rasjedi koji su aktivni i u čitavom daljnjem neotektonskom razdoblju. Čini se da u pliocenu regionalna tektonska kretanja poprimaju nešto drukčiji karakter ili smjer. Kao nagovještaj toga ili možda popratno ima prodora andezit-bazalta i dijabaz-spilita. Javlja se dva sistema poprečnih i dijagonalnih rasjeda i to pravca pružanja SI—JZ do ISI—ZJZ i SSZ—JJI. Najveći od njih odvajaju nekoliko tektonskih cjelina unutar kojih su

lokalne strukture sličnih obilježja i neotektonskog kretanja. Raspored stijena različitih gustoća na većim dubinama odgovaraju pozicijama tektonskih cjelina. Prestrukturiranja i veće amplitude neotektonskih pokreta nalaze se u njihovim dodirnim zonama. Po poprečnim i dijagonalnim rasjedima događa se horizontalno smicanje tektonskih cjelina. Najveće amplitude ustanovljene su sjeverno od Odžaka — oko 3 km, uz istočni rub Baranjskog brda i sjeverno od Osijeka — oko 4 km, i osobito između Vinkovaca, Đakova i jugoistočnih padina Dilj gore — 6 do 8 km. Vjerojatno je da nisu uvijek prisutni isključivo horizontalni pomaci, nego je rezultanta pokreta u prostoru pod nekim kutom s obzirom na horizontalnu ravninu. Ta vrsta neotektonskih pokreta uočljiva je iz prekida niza struktura ili protezanja rasjeda, promjena njihovog pravca pružanja i u predjelu najvećih amplituda suženjem potolina npr. oko Osijeka i uz Dilj goru. Sjeverozapadni dio Baranje, Đakovačko-vinkovački ravnjak i Dalj gora pomiču se prema jugozapadu, a dijelovi Bačke i Fruške gore prema sjeveru sjeverozapadu. Različiti pravci pružanja rasjeda u dodirnim zonama upućuju da je vjerojatno prisutna i rotacija tektonskih cjelina. Rotacija uz horizontalna smicanja može dovesti do kompresije stijena i pojava reversnog rasjedanja na dodiru više ili manje kompaktnih stijena. Takvi se rasjedi primjerice mogu očekivati oko Osijeka i u Dilj gori.

Pojedine strukture i rasjedi odražavaju se na površini različitim karakterističnim oblicima reljefa. Rasjedi i to uglavnom granični tektonskim cjelinama presijecaju kvartarne naslage. Prema tome vertikalni i horizontalni neotektonski pokreti traju u kvartaru sve do danas. Najbolji dokaz jesu pojave potresa. Najveće koncentracije potresa nalaze se u Dilj gori, osobito uz njezin jugoistočni i istočni dio do Đakova, zatim u Baranji između Osijeka i Baranjskog brda, uz istočni dio Fruške gore, te mjestimice paralelno s južnim uzdužnim rasjedom Dravske potoline i u predjelu između Sombora i Vrbasa.

Primljeno: 21. 6. 1982.

LITERATURA

- Babić, Ž., Čakarun, I., Sokač, A. & Malez, V. (1978): O geologiji kvartarnih naslaga porječja rijeke Drave. *Geol. vjesnik*, 30/1, 13—57, Zagreb.
- Bilibajkić, P., Bilibajkić, D. & Jančić, T. (1977): On geostructural Characteristics of Yugoslavia based on regional gravimetric and geomagnetic terrestrial Investigation. *Metall. and Plate tec. in the NE Medit.*, 307—309, Fac. on Min. and Geol., Beograd.
- Bognar, A. (1974/75): Morfogeneza Banskog brda i južne Baranjske zaravni. *Geograf. glasnik*, 36/37, Zagreb.
- Bukurov, B. (1953): Geomorfološki prikaz Vojvodine. *Zb. Mat. srpske, ser. prir. nauka*, 4, 100—134, Novi Sad.
- Borčić, D., Čakarun, I. & Vidović-Despotović, N. (1972): Rezultati dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja u području Baranje. *Zb. 2 jug. Simp. o hidrogeol. i inž. geol.*, 17—27, Sarajevo.
- Cvijanović, D. (1969/70): Seizmičnost Slavonije. *Vesnik — prim. geofiz.*, C, 71—102, Beograd.
- Čanović, M. & Kemenci, R. (1975): Jura i kreda u podlozi vojvođanskog dela Panorskog bazena. *Geol. anali Balk. pol.*, 39, 35—57, Beograd.

- Dimitrijević, M. (1978): Ruptural Fabric of Yugoslavia on Landsat Scans. 29. Cong. IAF, 78, 1—8, Dubrovnik.
- Dragašević, T. (1974): Savremena građa Zemljine kore i gornjeg omotača na području Jugoslavije. *Vesnik Zav. geol. geofiz. istraž.*, (C), 24/25, 41—51, Beograd.
- Filjak, R., Pletikapić, Ž., Nikolić, D. & Aksin, V. (1969): Geology of Petroleum and natural Gas from Neocene Complex and its Basement in the southern Part of Pannonian basin, Yugoslavia. Conf. of the Inst. on Petr. and the A.A.P.G., 113—130, Brighton.
- Golub, Lj. (1957): Bazalt-andezit kod Popovca u Baranji. *Geol. vjesnik*, 10, 111—122, Zagreb.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1912): Iz prapornih predjela Slavonije. *Vijesti geol. pov.*, 2, 28—30, Zagreb.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1921): Morfološke i hidrografske prilike srijemskog lesa. *Glasnik Geograf. društva*, 5, 17—53, Beograd.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1922): Morfološke i hidrografske prilike prapornih predjela te graničnih česti Županje virovitičke. *Glas. Geograf. društva*, 5, Beograd.
- Haček, M. & Oluić, M. (1969): Prikaz rezultata fotogeološke interpretacije srednje i istočne Slavonije. *Nafta*, 20/7, 333—336, Zagreb.
- Hernitz, Z. (1980): Dubinski strukturno-tektonski odnosi u području istočne Slavonije. Doktorska disertacija. Arh. Rud.-geol.-naftnog fak., 1—230, Zagreb.
- Jagačić, T. (1963): Stratigrafski, paleogeografski i tektonski odnosi istočnog dijela Slavonije na osnovi dubokih istražnih bušotina. *Geol. vjesnik*, 15/2, 341—354, Zagreb.
- Jamičić, D. (1979): Prilog poznavanju tektonskih odnosa Papuka i Krndije. Zb. rad. IV skupa Sek. za primjenu geol., geofiz. i geokem. Znan. savj. za naftu JAZU (Stub. Toplice, 1978), 199—206, Zagreb.
- Jamičić, D. (1981): Izvještaj o geološkom kartiranju za Osnovnu geološku kartu SFRJ na listu Daruvar — 106 u 1979. godini. *Geol. vjesnik*, 34, 147—150, Zagreb.
- Janković, P. & Stanković, S. (1970): Prilog poznavanju geologije Srema na osnovu rezultata dubokog istražnog bušenja. Zb. radova VII Kong. geol. Jug., 1, 117—127, Zagreb.
- Kranjec, V. (1965): Geološka građa šireg tuzlanskog područja. Disertacija. Poseb. izd. Inst. rud. i hem.-tehnol. istraž., I, 1—284, II — prilozi, Tuzla.
- Kranjec, V., Hernitz, Z., Prelogović, E., Blašković, I. & Šimon, J. (1969): Geološki razvoj Đakovačko-vinkovačkog platoa. *Geol. vjesnik*, 22, 111—120, Zagreb.
- Kranjec, V., Hernitz, Z., Prelogović, E. & Blašković, I. (1970): Dubinsko litofacijelno kartiranje područja istočne Slavonije i bosanske Posavine. Zb. radova RGN fak. u povodu 30. god., 165—174, Zagreb.
- Kranjec, V. & Prelogović, E. (1974): O paleogeografskim i neotektonskim odnosima u tercijaru i kvartaru na teritoriju SR Hrvatske. *Geol. vjesnik*, 27, 95—112, Zagreb.
- Laskarev, V. (1951): O stratigrafiji kvartarnih naslaga Vojvodine. *Geol. anali Balk. Pol.*, 15, Beograd.
- Marković-Marjanović, J. (1972): Rasprostranjenje i stratigrafija lesa u Jugoslaviji. *Glasnik Prir. muz. Beograd*, (A), 27, 93—107, Beograd.
- Milojević, Ž. (1949): Baranjska lesna zaravan. *Geograf. glasnik*, 11—12, 39—44, Beograd.
- Milovanović, B. & Čirić, B. (1966a): Geološka karta SR Srbije, Sremska Mitrovica — Beograd, Zavod za geol. i geofiz. istraž., Beograd.
- Milovanović, B. & Čirić, B. (1966b): Geološka karta SR Srbije, Subotica — Segedin, Zavod za geol. i geofiz. istraž., Beograd.
- Miljuš, P. (1961): Rezultati geološkog kartiranja bosanske Posavine. *Geol. glasnik*, 5, 77—95, Sarajevo.
- Mutić, R. (1975): Sedimentološka ispitivanja naslaga lesa u okolici Vinokovca, Našica i Valpova. *Geol. vjesnik*, 28, 269—286, Zagreb.
- Mužijević, R. S. (1961): Rezultati geofizičkih istraživanja u cilju istraživanja ležišta nafte u Vojvodini. *Vesnik Geozavoda*, (C), 2, 73—104, Beograd.
- Pandžić, J. (1979a): Litofacijelni odnosi miocenskih tvorevina istočne Slavonije i bosanske Posavine. III god. naučni skup 1. Sek. Znan. savj. za naftu JAZU (Novi Sad, 1977), 2, 383—402, Zagreb.

- Pandžić, J. (1979b): Podloga tercijara jugozapadnog dijela Panonskog bazena. Zb. radova IV god. znan. skupa Sek. za primjenu geol. geofiz. i geokem. Znan. savj. za naftu JAZU (Stub. Toplice, 1978), 33—44, Zagreb.
- Pilar, Đ. (1876): Podravina, Đakovština i Dilj gora. *Rad JAZU*, 33, 38—57, Zagreb.
- Poljak, J. (1911): Kratak pregled geotektonskih odnosa Hrvatsko-slavonskog gorja. *Glas. Hrv. prir. društva*, I, II, 108, Zagreb.
- Poljak, J. (1934): Geološka karta Kraljevine Jugoslavije Orahovića—Beničanci. Izd. Geol. kralj. inst. Jug., Beograd.
- Poljak, J. (1952): Predpaleozojske i paleozojske naslage Papuka i Krndije. *Geol. vjesnik*, 2—4, 63—82, Zagreb.
- Rakić, M. (1977): Pleistocen Srema i Banata. *Geologija Srbije*, 2/3, 399—405, Univ. u Beogradu, Beograd.
- Rakić, M. (1978): Glavne etape evolucije kvartara u Srbiji. Zb. radova IX Kong. geol. Jug., 166—175, Sarajevo.
- Savezni geološki zavod (1970): Geološka karta SFR Jugoslavije, 1:500.000, Beograd.
- Savezni geološki zavod (1976): Gravimetrijska karta SFR Jugoslavije, 1:500.000, Beograd.
- Savezni geološki zavod (1972): Geomagnetska karta SFR Jugoslavije, 1:500.000, Beograd.
- Sikošek, B. (1974): Geotektonske osobine Jugoslavije u svjetlu neotektonskih i seizmičkih pokreta. *Metalogenija i koncepcije geotekton. razvoja Jug.*, 81—88, Beograd.
- Sokač, A. (1976): Pleistocenska fauna ostrakoda iz nekih bušotina u istočnoj Slavoniji. *Geol. vjesnik*, 29, 159—172, Zagreb.
- Sokač, A., Dragičević, I. & Velić, J. (1982): Biostratigrafske i litološke odlike neogenskih i kvartarnih sedimenata nekih bušotina okolice Osijeka. *Geol. vjesnik*, 35, 9—20, Zagreb.
- Soklić, I. (1965): Horizontalni i vertikalni pokreti tektonskih blokova kao uzrok ubiranja i rasjedanja u tercijaru sjeveroistočne Bosne. *Acta geol. Jugosl. akad. znan. i umjet.*, 5, 157—169, Zagreb.
- Stangačilović, D. (1972): Podvodni vulkanizam u Panonskom bazenu u Slavoniji i Vojvodini. *Glasnik Prir. muzeja*, (A), 25, 175—188, Beograd.
- Stojadinović, P. (1979): Prikaz rezultata fotogeološke interpretacije Vojvodine. Zb. radova II god. naučnog skupa Sek. za primjenu geol. geofiz. i geokem. Znan. savj. za naftu JAZU (Novi Sad, 1977), 2, 529—542, Zagreb.
- Simon, J. (1973): O litostratigrafskom stupu tercijarnih naslaga u području istočne Slavonije. *Nafta*, 24/3, 119—127, Zagreb.
- Takšić, A. (1947): Prinos poznavanju prapora istočne Hrvatske. *Geol. vjesnik*, 1, 202—231, Zagreb.
- Takšić, A. (1976): Geologija Đakovštine. Zbornik Đakovštine, 1, Centar za znan. rad Vinkovci, Poseb. izd., 3, 1—19, Zagreb.
- UNDP/UNESCO (1974): Survey of the Seismicity on the Balkan Region. Catalogue of Earthquakes, 1—504, UNESCO, Skopje.
- Univerzitet u Beogradu (1977): Geologija Srbije. II—3, Stratigrafija — Kenozoik, Beograd.
- Urumović, K. (1973): Hidrogeološke značajke Baranje. *Geol. vjesnik*, 26, 247—255, Zagreb.
- Urumović, K. (1982): Hidrogeološke značajke istočnog dijela Dravske potoline. Disertacija. Arh. RGN fak., 1—138, Zagreb.
- Urumović, K. & Sokač, A. (1974): O kvartarnim naslagama Županje. *Geol. vjesnik*, 27, 319—330, Zagreb.
- Urumović, K., Hernitz, Z. & Simon, J. (1977): O kvartarnim naslagama istočne Posavine. *Geol. vjesnik*, 30/1, 297—307, Zagreb.
- Vidović, M. (1974): Geološki prilozii za izučavanje seizmičnosti terena Bosne i Hercegovine. Izd. Seizm. zav. SR BiH., 1, 1—123, Sarajevo.
- Vidović, M. (1978): Geotektonsko poznavanje terena Bosne i Hercegovine. Zb. radova IX Kong. geol. Jug., 14—24, Sarajevo.
- Zagorac, Ž. (1975): Interpretacija gravimetrijskog reziduala i njena primjena u području Savske i Dravske potoline. Doktorska disertacija. Arh. RGN fak., Zagreb.
- Zeljko, B. (1972): Istraživanje baze sedimenata primjenom duboke refrakcije. *Nafta*, 23, 8—36, Zagreb.

Neotectonic activity of a part of Slavonia, Baranja and Bačka

E. Prelogović and D. Cvijanović

The details of structural-neotectonic relationships are discussed. Neotectonic activity and model of neotectonic movements are particularly noted. The following data were used as the basis: geological structure in the depth according to various geophysical measurements and drillings, data on the structure, structural-tectonic and paleostructural relationships of the Neogene and Quaternary deposits and geological and geomorphological mapping on surface as well as the analysis of satellite and air photographs.

The structures of horst and graben are found (Fig. 1). The depressions (graben-synclinerium) are large horsts (horst-anticlinorium) are particularly noted having regional faults on their wings. The strike of the depression and horst parts is varying as a result of diagonal and transverse faults from which the most prominent are: Osijek fault (desig. 10 in Fig. 1), Batina — Darda — Krndija fault (9), Đakovo fault (11), Vukovar — Vinkovci — Derventa fault (12) and Novi Sad fault (15). The mentioned faults confine particular tectonic units whose positions coincide with the subsurface arrangement of large rock masses with various densities.

Vertical neotectonic movements had a predominant influence at the occurrence of horsts and graben. The most important movements were at the beginning of the neotectonic period (Upper Oligocene — Miocene). The highest amplitudes of these movements are volcanic activity occurred also at the end of Miocene or in Pliocene. Horizontal movements occur along the faults with strike NE—SW to ENE—WSW and NNW—SSE. At the first system the highest amplitudes are up to 8 km in Dilj Mountain (Fig. 2). Horizontal movements are also noted in the depth according to the displacement of axes and arrangement of various rock masses in the deep interior (residual anomalies). At the same time due to horizontal displacements there is a certain rotation of Dilj Mountain and the occurrence of reverse faults is possible in its south-eastern part. In the mentioned zone there are numerous earthquakes. There is also the largest epicentral area (the magnitude of the strongest of earthquake from 1964 was 5,7). In Fig. 3 tectonic units and model of tectonic movements are presented. The major tectonic deformations occur on the boundaries of tectonic units. Diagonal to transverse faults with NE—SW up to ENE—WSW strike are transcurrent, left. Tectonic units diversely move and rotate. Subject to the contact between more or less varying rocks in the deep being released by means of earthquakes. Such zone are in Baranja and Dilj Mountain.