

O razlikama brzina i akceleracija panonskih i pontskih radijalnih pokreta u Savskoj potolini

Josipa VELIĆ

*Institut za geologiju i mineralne sirovine, Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Sveučilišta u Zagrebu, Pierottičeva 6, YU — 41000 Zagreb*

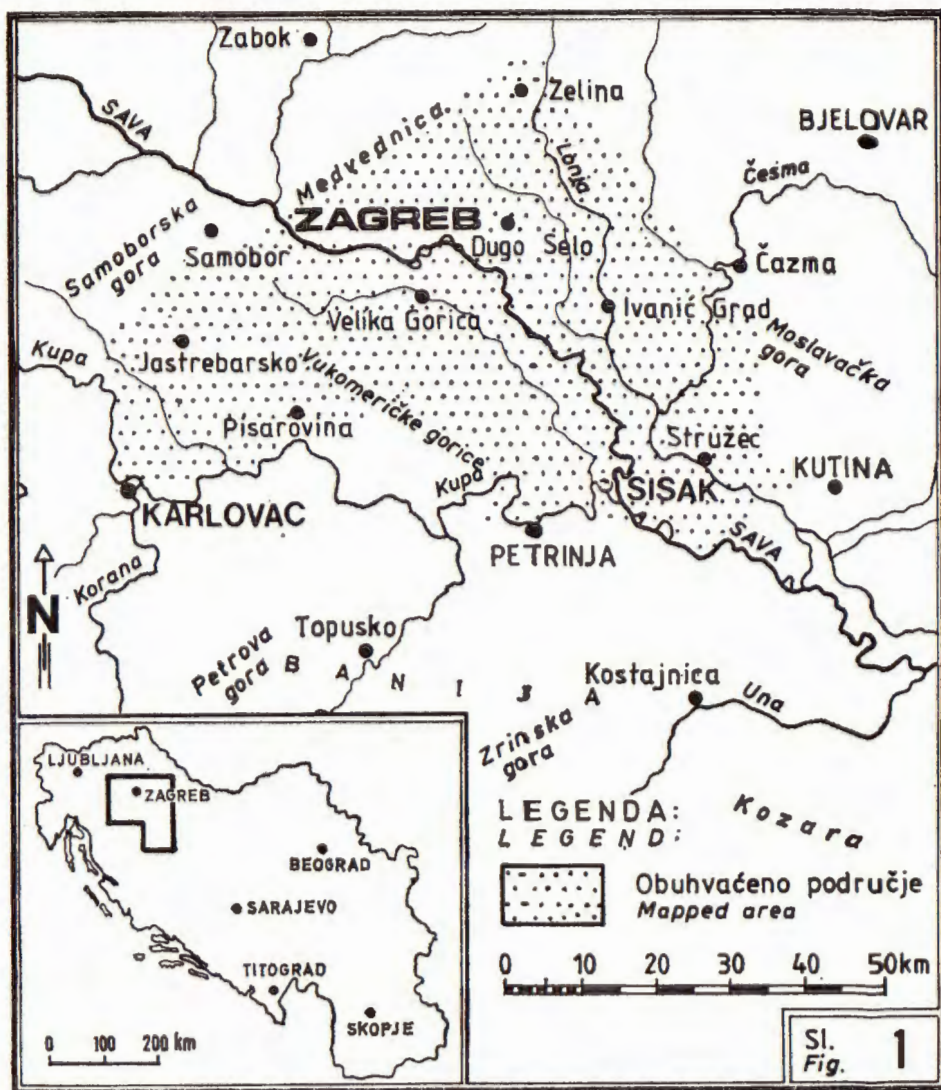
Za vrijeme panona i ponta tektonski su procesi u zapadnom dijelu Savske potoline karakterizirani stalnim dvostrukim porastom srednjih brzina radijalnih pokreta od jednog do drugog podkata, što je potvrđeno i na kartama akceleracija. Ustanovljeno je da su horizontalni pomaci duž poprečnih rasjeda bili osobito intenzivni tijekom donjeg panona sa značajnijim obnavljanjem u gornjem panonu i donjem pontu. Jedan od takvih rasjeda pridonio je diferencijalnom razvoju sjeverozapadne i jugoistočne polovice Vukomeričkih gorica, naročito izraženom u gornjem pontu.

Tectonic processes during the Pannonian and Pontian in the western part of the Sava river depression were characterized by continuous double increase of the average velocity of radial movements, from the older substage towards the younger one. This is verified by acceleration maps. Horizontal movements alongside transversal faults were very intensive in the Lower Pannonian and significantly renewed within the Upper Pannonian and Lower Pontian. One of those transversal faults contributed to the differential developments of both the northern and southern parts of the Vukomeričke gorice hills, especially expressed during the Upper Pontian.

UVOD I PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

U jednom od ranijih radova (Velić, 1983a) tretirana je problematika brzina i akceleracija vertikalnih tektonskih pokreta za neogen i kvartar zapadnog dijela Savske depresije. Tom prigodom je napomenuto da je s obzirom na nivo razrade (miocen i pliocen s kvartarom) članak više općenitog karaktera te se najavljuju proračuni brzina i akceleracija za kraća vremenska razdoblja. Naime, znatna kolebanja i oscilacije neotektonskih pokreta stanovito umanjuju ili maskiraju realne iznose skokova uzduž rasjeda, osobito ako se promatraju za duže intervale. Ovo djelo upravo predstavlja rezultate najavljene obrade, a samim tim i pokušaj da se odgovori na neke nedoumice. To su primjerice: kako se mijenjala brzina pokreta tijekom promatranih vremenskih odsječaka, kada se brzine ujednačavaju, u kojem dijelu pliocena dolazi do izrazitijeg izdizanja Vukomeričkih gorica i kada počinju horizontalni pomaci.

Istraživano područje obuhvaća zapadnu polovicu Savske depresije (sl. 1), odnosno ravničarski teren omeđen Samoborskom gorom, Medvednicom, Moslavačkom gorom, a na jugu rijekama Kupom i Savom do sela



Selišća. Na površini se nalaze šljunci, pijesci i gline kvartarne starosti različitog genetskog podrijetla, a u dubini slijede neogenske taložine najčešće izgrađene od lapora, glina, siltova, pješčenjaka, pijesaka, konglomerata, šljunaka i vapnenaca. One leže u tektonsko-erozijskom dodiru na stijenama podloge — paleozojskim i mezozojskim magmatitima, metamorfitima i sedimentima.

Izbor tretiranih jedinica, panona i pontata, izravno je ovisio o vremenskom rasponu koje približno pokrivaju formacije u litostratigrafskom smislu. One su naime bile osnovicom za raznovrsna strukturna i paleostrukturna dubinska kartiranja, nakon čega je uslijedila njihova identi-

fikacija u kronostratigrafskoj klasifikaciji s određenim podkatovima. Ovdje treba naglasiti da je dosta veliki problem kako što točnije kronostratigrafski odnosno geokronološki definirati litostratigrafske jedinice jer je poznata činjenica da se radi o klasifikacijskim sustavima na osnovi različitih kriterija. Stoga se naglašava da je njihovo međusobno povezivanje aproksimativno i opterećeno stanovitim odstupanjima, ali koja ipak bitno ne umanjuju vrijednost postignutih rezultata. Od ukupno šest formacija unutar neogensko-kvartarnog stupa sedimenata Savske potoline, najstarija i najmlađa obuhvaćaju nekoliko katova, a preostale četiri kako slijedi: donji i gornji panon te donji i gornji pont. To je ujedno i krajnji domet detaljnosti obrade na nivou formacija, što znači da se kao daljnja mogućnost nameće studiranje geološke građe pomoću jedinica nižeg ranga u nomenklaturi — članova.

U nastavku će biti ukratko iznijeti rezultati dosadašnjih istraživanja s težištem na tektonskim zbivanjima tijekom panona i ponta zapadnog dijela Savske depresije, ali i nekoliko susjednih predjela. Kao prvi u tom smislu treba spomenuti rad Ožegovića (1944) u kojem autor piše da su »u nizini Save došla više do izražaja stalna utonuća« za vrijeme odlaganja »belih lapora«, odnosno da je u pontu »dubina jezera od vremena do vremena postajala sve veća«.

Za različiti intenzitet pokreta zalaže se Pletikapić (1960) tvrdeći da početkom taloženja Abichi-slojeva oživljava kretanje blokova i da traje čitavo vrijeme njihova deponiranja. Ponovno jače spuštanje dna događa se poslije taloženja Rhomboidea- i donjeg dijela paludinskih slojeva. U nastavku istraživanja isti autor (Pletikapić, 1969) zaključuje da karta debljina Ivanić-Grad formacije (sedimenti gornjeg panona) odražava u općim crtama linearno povećanje intenziteta tonjenja taložnog područja na obodu Moslavačkog masiva u pravcu osi okolnih potolina. Filjak i dr. (1969) navode da se tonjenje ili izdizanje u južnom dijelu Panonskog bazena zadržalo tijekom cijelog neogena, što je slično konstataciji Kranjeca (1972) da su pliocenski pokreti imali istu tendenciju kao i stariji. Prema Hernitzu i Juraku (1973) glavna tektonska zbivanja dogodila su se u vrijeme taloženja formacije Kloštar-Ivanić (gornji dio gornjeg panona i donji pont) uz početke konačnog oblikovanja osnovnih struktura, a u gornjem pontu kao da dolazi do smirenja tektonske aktivnosti. Miljuš i Vugrinec (1977) pišu da se u toku pliocena i kvartara prostor cijelog Panonskog bazena sve brže spušta, dok se Alpe, Karpati i Dinaridi izdižu. Kranjec i dr. (1978) zapažaju da do produbljanja središnjeg dijela potoline i stanovite ritmičnosti dolazi u razdoblju odlaganja naslaga mlađeg panona i donjeg ponta. U gornjem pontu jače se spuštaju istočni i zapadni dijelovi potoline. Na osnovi dva diferencijalna profila Najdenovski i Hajnšek (1978) zaključili su slijedeće: u gornjem panonu radijalna tektonska aktivnost bila je pojačana, u donjem pontu je i dalje intenzivna te se javljaju reaktivirani i novi, popratni rasjedi, u gornjem pontu aktivnost jenjava. Do sličnih spoznaja došao je i Barišić (1980), osobito u tvrdnji da je u gornjem pontu južno od strukture Mramor Brdo prevladavala mirnija sedimentacija.

Drugačiji su nalazi Blaškovića (1982) u odnosu na rekonstrukciju odvijanja gornjopontske tektonike u Ilovskoj depresiji što je blisko po-

druže strukturi Mramor Brdo. Naime, velike debljine sedimentata gornjeg pontu i promjena ocrta s minimalnim i maksimalnim debljinama znak su značajnije i nešto drugačije tektonske aktivnosti, osobito vertikalnih kretanja. Nakon analize neotektonskog razvitka zapadnog dijela Savske potoline Velić (1983b) ukazuje na neke momente kao što su: u donjem panonu naslage se odlažu još uvijek na dobro razvedenu podlogu uz vertikalna kretanja, u gornjem panonu nastavlja se slična aktivnost, u donjem pontu baza sedimentacije se pomiče prema jugozapadu, odnosno nastaju drugačiji tektonski odnosi i prestrukturiranja, i konačno u gornjem pontu dominiraju intenzivni sinsedimentacijski pokreti uz glavni sjeverni potolinski rasjed.

RAZLIKE BRZINA PANONSKIH I PONTSKIH RADIJALNIH POKRETA

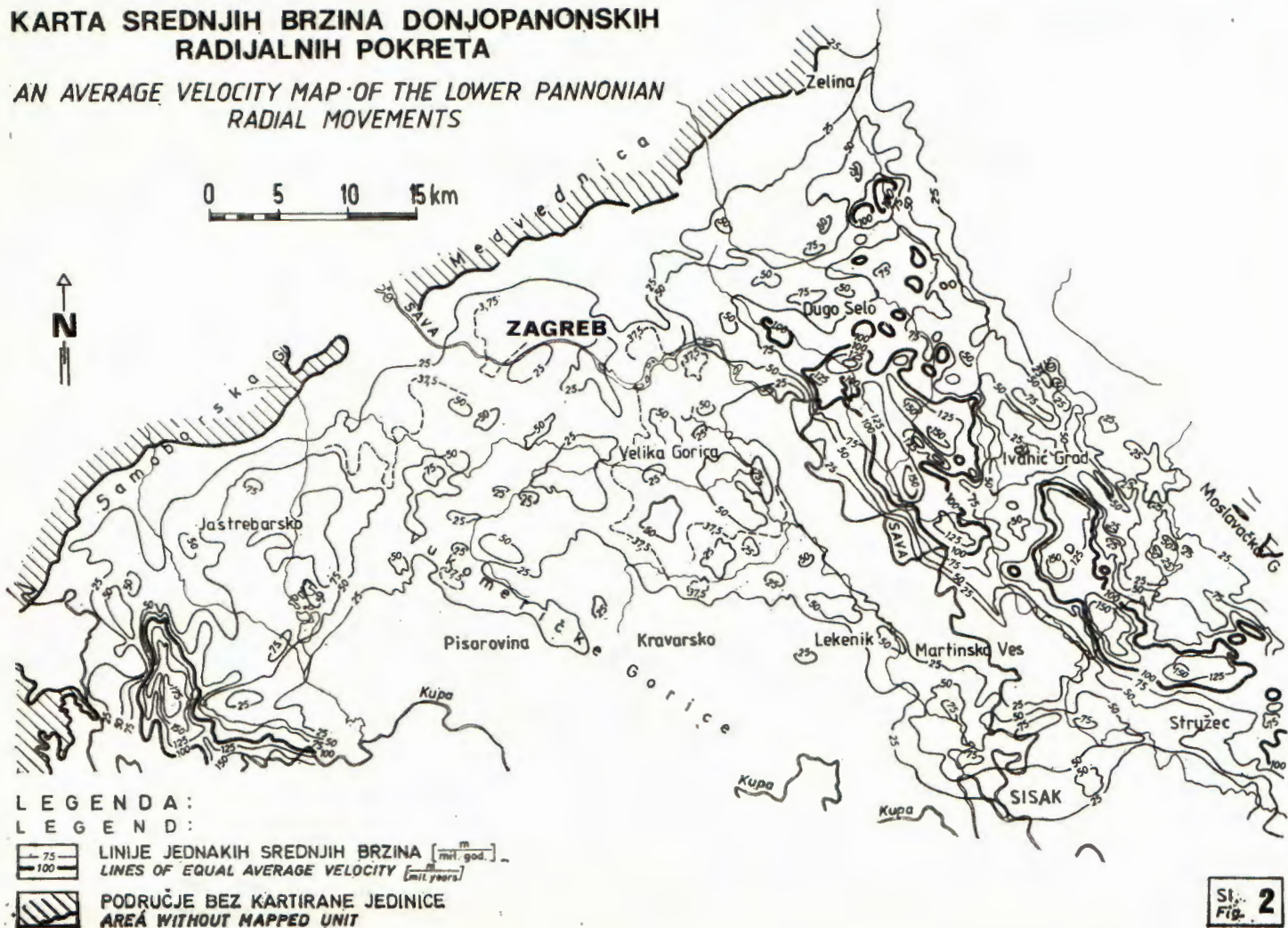
Tijekom donjeg panona srednje brzine vertikalnih tektonskih pokreta — pretežno spuštanja varirale su od dvadesetak do 150 m/milijun godina (m/mil. god.) (sl. 2). Mnoštvo zatvorenih ocrta, uglavnom s vrijednostima 25 i 50 m/mil. god. indiciraju rascjepkanost na manje blokove, osobito izraženo uz rubove potoline te na prijelazu iz Karlovačke uleknine prema Zagrebu i Velikoj Gorici. Ako se bolje promotri središnji dio terena od Dugog Sela do Stručeca također se uočava blokovska građa, međutim sa znatno većim brzinama spuštanja. U nastavku ovog središnjeg dijela prema zapadu proteže se horst Odra — Oborovo — Martinska Ves okonturen linijom od 25 m/mil. god., koji je u to vrijeme stagnirao ili se spuštao znatno sporije od okolnih predjela. Slično je i s Vukomeričkim goricama, osim što se njihova sjeverozapadna polovica kretala možda i brže od 37,5 m/mil. god. Najveća brzina radijalnih pokreta uopće u to vrijeme bila je u Karlovačkoj uleknini, što se kasnije nije više nikada ponovilo.

Utjecaji rasjeda s horizontalnom komponentom pomaka uočljivi su vrlo dobro. Iako su ti rasjedi poznati već od ranije (Velić, 1980; 1983a; 1983b) tek sada se može bez dvoumljenja istaknuti da njihova aktivnost silovito započinje u donjem panonu. Naime, iznos horizontalnog kretanja uz rasjed Donja Kupčina — Prevlaka — Marča približava se veličini od oko 4 do 6 km. Do tog zaključka može se doći promatrajući pomaknute ocrte linija 100 ml/mil. god. u okolici Ivanić-Grada i linije 25 m/mil. god. od Lekenika u smjeru sjeverozapada. Negdje na polovici između spomenutih pozicija ovaj transkurentni rasjed siječe horst Odra — Oborovo — Martinska Ves ali se njegov utjecaj na karti potpuno ne iskazuje iz nekoliko mogućih razloga: primjerice zbog suviše velike ekvidistancije ili naknadnog, vrlo izraženog utonjavanja po uzdužnim rasjedima tijekom pliocena i kvartara.

Za vrijeme gornjeg panona dobro je izražen porast srednjih brzina (sl. 3) za dvostruko u usporedbi s podacima za donji panon. Što se tiče razmještaja zona s najvećim iznosima brzina može se navesti ovo: u najzapadnijem dijelu obuhvaćenog područja dolazi do njezinog premještanja za 7 km prema sjeveroistoku, a u istočnom dijelu — u potolini u užem smislu riječi — gotovo da i nema nekih promjena (sl. 9). Broj zatvorenih ocrta značajnije se smanjio, osim južno od Zeline gdje se i nadalje u gornjem panonu nastavlja diferencijalno kretanje istih blokova. Karlovačka

KARTA SREDNJIH BRZINA DONJOPANONSKIH RADIJALNIH POKRETA

AN AVERAGE VELOCITY MAP OF THE LOWER PANNONIAN
RADIAL MOVEMENTS



**KARTA SREDNJIH BRZINA GORNJOPANONSKIH
RADIJALNIH POKRETA**

**AN AVERAGE VELOCITY MAP OF THE UPPER PANNONIAN
RADIAL MOVEMENTS**



uleknina zamjetno se proširuje prema sjeveru i istoku, a brzina radijalnih pokreta postupno raste od Samoborske gore i Vukomeričkih gorica u smjeru najviše utonulog bloka — prije spomenutog maksimuma. Linije jednakih srednjih brzina od 50 m/mil. god. u širokom luku zaobilaze Vukomeričke gorice, odnosno sjeverozapadno od Kravarskog ukazuju na njihovo vrlo postupno pojavljivanje.

Pažljivijim motrenjem pojedinih situacija, npr. nulte linije u blizini Martinske Vesi i oblika koji ocrtava linija 150 m/mil. god., može se zamjetiti koincidencija s pružanjem horsta Odra — Oborovo — Martinska Ves (usporediti sa sl. 2). Očito je da se njegovo oblikovanje ovdje završava i da počinje djelovati nešto drugačija tektonska aktivnost — umjesto relativnog izdizanja pa stagniranja sve više prevladava spuštanje. Velić (1983b) navodi da od izdignutih struktura kroz cijeli panon dominira ovaj »središnji horst« čije je nastajanje gotovo u mlađem panonu. Ako se uzmu u obzir rezultati obiju faza istraživanja nameće se zaključak da radijalni pokreti uzduž horsta mijenjaju predznak i to sve izrazitije, idući prema kraju panona.

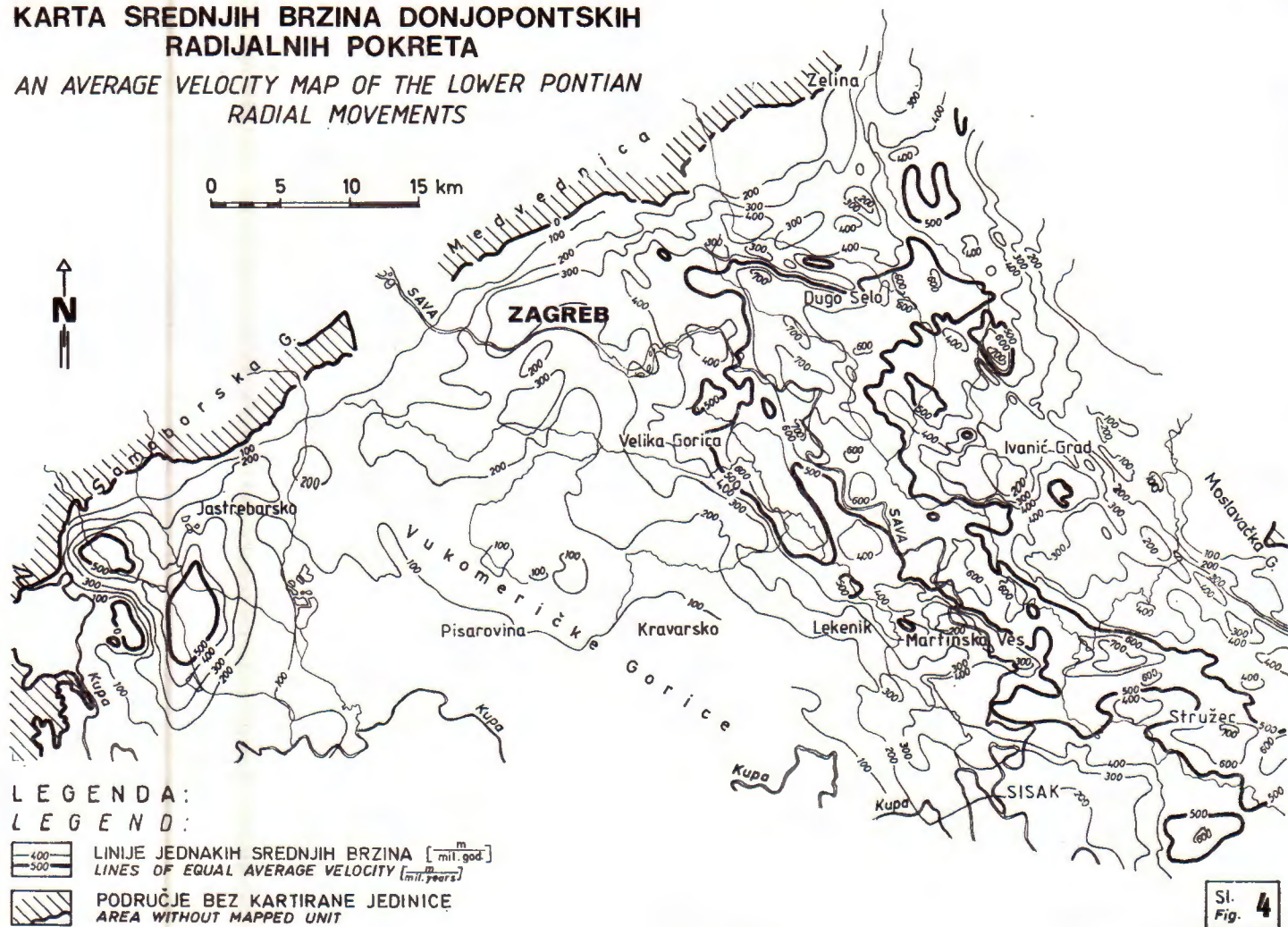
Na prijelazu iz gornjeg panona u donji pont i tijekom donjeg ponta započinje se stanovita promjena u tektonskim događajima. Evidentan je daljnji porast srednjih brzina radijalnih pokreta i to opet za dvostruko (sl. 4) komparirajući ih s prethodnim vremenskim odsječkom. Treba istaknuti da je to ujedno i najveći skok vrijednosti, naravno, u okviru promatranih kronostratigrafskih jedinica. Mjestimice navedene razlike dosežu i do 500 m/mil. god. (sl. 9). U Karlovačkoj uleknini tektonski se pokreti odvijaju brzinom do 500 m/mil. god. (sl. 4) što ni prije, a ni kasnije nije dostignuto. I u Vukomeričkim goricama srednje brzine se povećavaju od 50 na oko 100 m/mil. god., dakle duplo kao i za cijelo obrađeno područje. Međutim, linije jednakih brzina su izrazito razmaknute (više nego li na drugim kartama) uslijed vrlo ujednačenog spuštanja na većoj površini.

Kontura 500 m/mil. god. na potezu Dugo Selo — Martinska Ves — Stručec obilježava pomak zone s najvećim brzinama vertikalnih kretanja postupno prema zapadu tako da središnji horst sve brže utonjava. Analizirajući debljine kao odraz kompenzirajućeg nakupljanja klastita već je ranije (Velić, 1983b) ustanovljeno da u gornjem panonu i donjem pontu ocrti krupnijih tijela taložina migriraju prema zapadu. Time je egzaktno potvrđena veza povećanih debljina i sve većih brzina radijalnih kretanja. U kontekstu ove tvrdnje nužno je navesti i suprotan stav bez obzira što je preuzet iz rada temeljenog na istraživanju manjeg lokaliteta u Dravskoj potolini (Barišić, 1984, str. 130). On glasi: »Uopće u jugozapadnom dijelu Panonskog bazena ovo razdoblje karakterizira velika debljina taložina i prestanak tektonske aktivnosti«. Osim stalne aktivnosti uzdužnih ima znakova djelovanja i poprečnih rasjeda na čijim se trasama nazire obnavljanje horizontalnih smicanja, posebice uzduž linija Donja Kupčina — Prevlaka — Marča i Glina — Stručec — Popovača.

Komparirajući srednje brzine radijalnih pokreta za donji (sl. 4) i gornji pont (sl. 5) uočava se da na većem dijelu obuhvaćenog terena nema velikih razlika, barem što se tiče maksimalnih iznosa. Naime, u Karlovačkoj uleknini brzine se kreću do 400 m/mil. god., a u središnjem dijelu potoline oko 800 m/mil. god. Izraziti porast vrijednosti (i do 1300 m/mil. god.) lociran je sjeveroistočno od Stručeca, bliže Moslavačkoj gori. Na

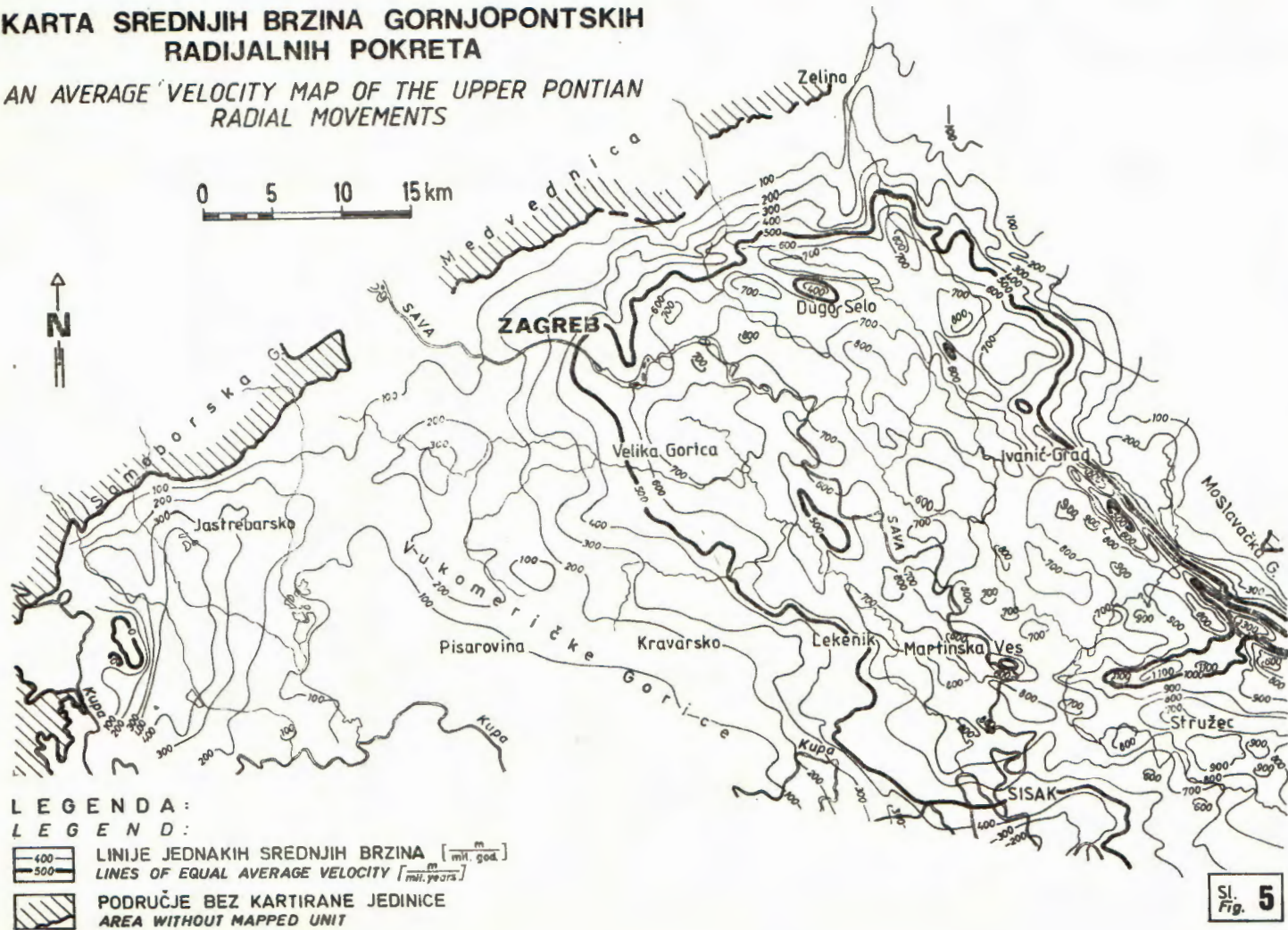
KARTA SREDNJIH BRZINA DONJOPONTSKIH RADIJALNIH POKRETA

AN AVERAGE VELOCITY MAP OF THE LOWER PONTIAN
RADIAL MOVEMENTS



KARTA SREDNJIH BRZINA GORNJOPONTSKIH RADIJALNIH POKRETA

AN AVERAGE VELOCITY MAP OF THE UPPER PONTIAN
RADIAL MOVEMENTS



Sl. Fig. 5

njega se u nizu preko Ivanić-Grada do Dugog Sela nadovezuju maksimumi od spomenutih 800 m/mil. god. Time je naznačeno premještanje najvećih brzina tektonske aktivnosti bliže sjeveroistočnom rubu Savske depresije (sl. 9), što je posljedica izrazito najpokretljivije zone glavnog sjevernog potolinog rasjeda za vrijeme gornjeg pontu (Velić, 1980; 1983b).

Linije jednakih srednjih brzina se u relativno jednoličnim razmacima rasprostiru od obodnih gora u smjeru središnjih zona Karlovačke uleknine i Savske potoline s manjim brojem malih, lokalnih zatvorenih ocrta. Stanovito »zgušnjene« uz Moslavačku goru već je komentirano, a sada se želi ukazati na još jednu takvu sličnu situaciju — onu uz zapadni rub Karlovačke uleknine, koju je prouzročio meridionalni rasjed Karlovac — Krško. I površinskim je istraživanjem za Osnovnu geološku kartu (Šikić i Basch, 1975) ustanovljeno »jače spuštanje jugozapadnih rubnih područja« depresije Crna Mlaka (prostorno odgovara Karlovačkoj uleknini) »na što ukazuju gornjopontski sedimenti koji su prekrivši starije neogenske članove direktno nalegli čak i na pretercijarne stijene«. Vukomeričke gorice i na ovom nivou iskazuju smanjene brzine vertikalnih kretanja u odnosu na okolinu, a samim tim proizlazi činjenica da njihovo izdizanje značajnije započinje u srednjem i gornjem pliocenu.

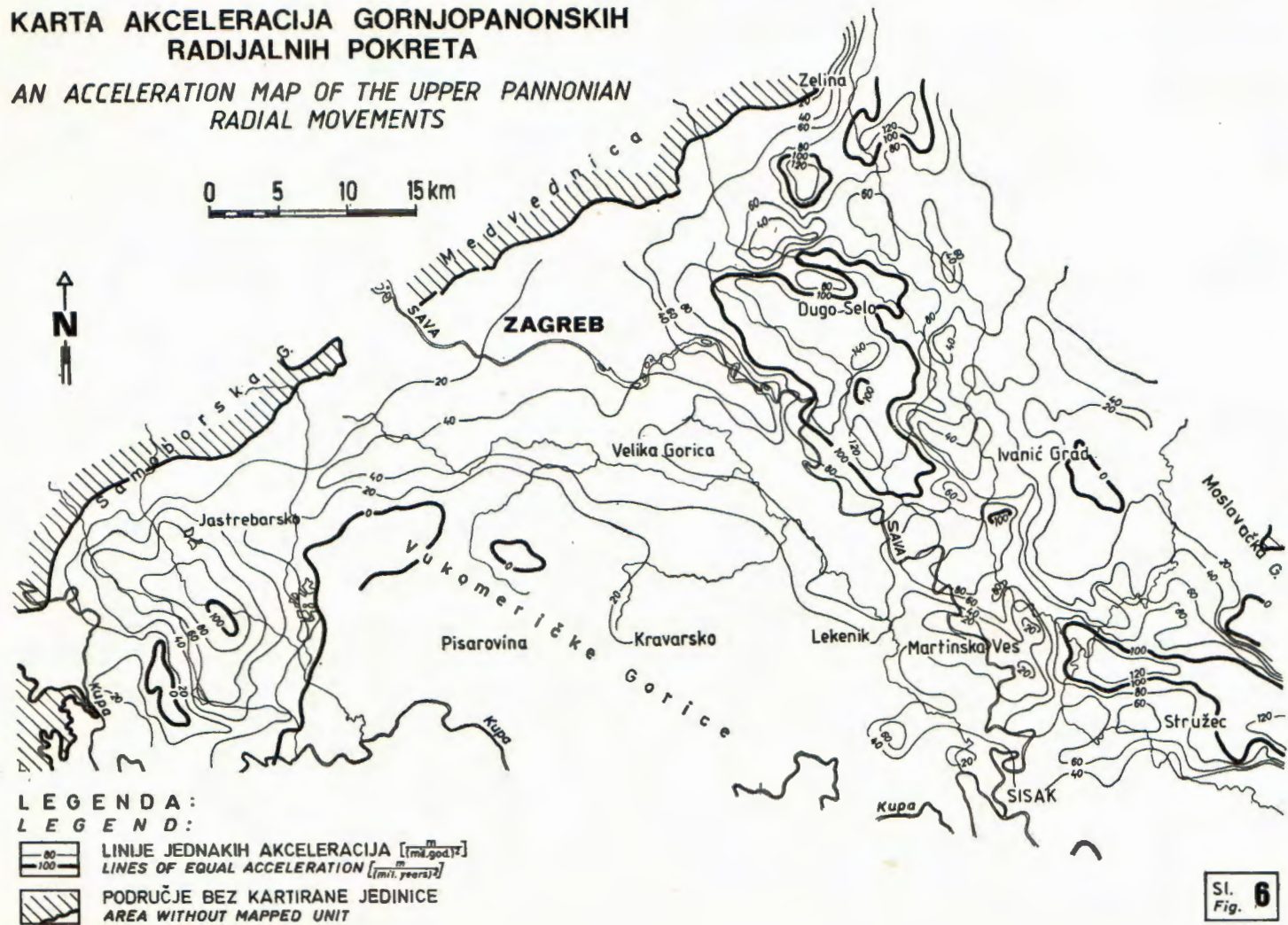
Kako je već u uvodu napisano, u literaturi ima stanovit broj navoda o intenzitetu tektonske aktivnosti za vrijeme panona i pontu. Svi se autori (primjerice Ožegović, 1944; Pletikapić, 1969; Najdenovski i Hajnšek, 1978; Blašković, 1982; Velić, 1983b) slažu da se tijekom panona i donjeg pontu intenzitet radijalne tektonike povećava bez obzira da li je u središtu pozornosti bila manja strukturna jedinica ili pak dio Panonskog bazena koji pokriva teritorij Hrvatske. Međutim, do različitih interpretacija dolazi prigodom rekonstrukcije (paleo)tektonske aktivnosti za trajanja gornjeg pontu. S jedne strane ima tvrdnji da se dubina sedimentacijskog prostora stalno povećavala kao posljedica značajne tektonske aktivnosti (Ožegović, 1944; Kranjec i dr., 1978; Blašković, 1982; Velić, 1980; 1983b), druga pak skupina geologa smatra (Najdenovski i Hajnšek, 1978; Barišić, 1980; 1984) da radijalna tektonska aktivnost jenjava odnosno zamire. Zanimljivo je i treće stajalište (Hernitz i Jurak, 1973) prema kojemu »... u vrijeme taloženja Široko Polje formacije kao da dolazi do smirenja tektonske aktivnosti«, a izražena sumnja potakla je ideju da bi imenovanu formaciju u daljnjim nastojanjima možda bilo prikladno analizirati raščlanjenu na jedinice nižeg reda i tako bolje rasvijetliti djelovanje tektonike u vrijeme njezinog stvaranja. To je i načinjeno (Hernitz i dr., 1980) s konstatacijom da niz paleostrukturalnih karata ukazuje na znatno burniju povijest tektonskih događaja u gornjem pontu no što bi se moglo zaključiti isključivo promatranjem cijele formacije Široko Polje.

RAZLIKE AKCELERACIJA PANONSKIH I PONTSKIH RADIJALNIH POKRETA

Prigodom izrade karata ubrzanja vertikalnih tektonskih pokreta kompariraju se podaci srednjih brzina dviju susjednih kronostratigrafskih jedinica. U ovom radu uspoređivane su vrijednosti brzina radijalnih po-

KARTA AKCELERACIJA GORNJOPANONSKIH RADIJALNIH POKRETA

AN ACCELERATION MAP OF THE UPPER PANNONIAN
RADIAL MOVEMENTS



Sl. Fig. 6

kreća između donjeg i gornjeg panona, gornjeg panona i donjeg panta te donjeg i gornjeg panta, a rezultati ukazuju na hod razvoja strukture od jedne do druge jedinice.

Za gornji panon je karakteristično da je akceleracija dosta ujednačena (sl. 6). I u Karlovačkoj uleknini i u Savskoj depresiji najveći su iznosi između 100 i 120 m/(mil. god.),² a leže gotovo u centralnim dijelovima obaju predjela. Minimalna akceleracija spuštanja ili područja koja izrazito stagniraju nalaze se u široj okolici Vukomeričkih gorica, u blizini Ivanić-Grada i južno od Moslavačke gore.

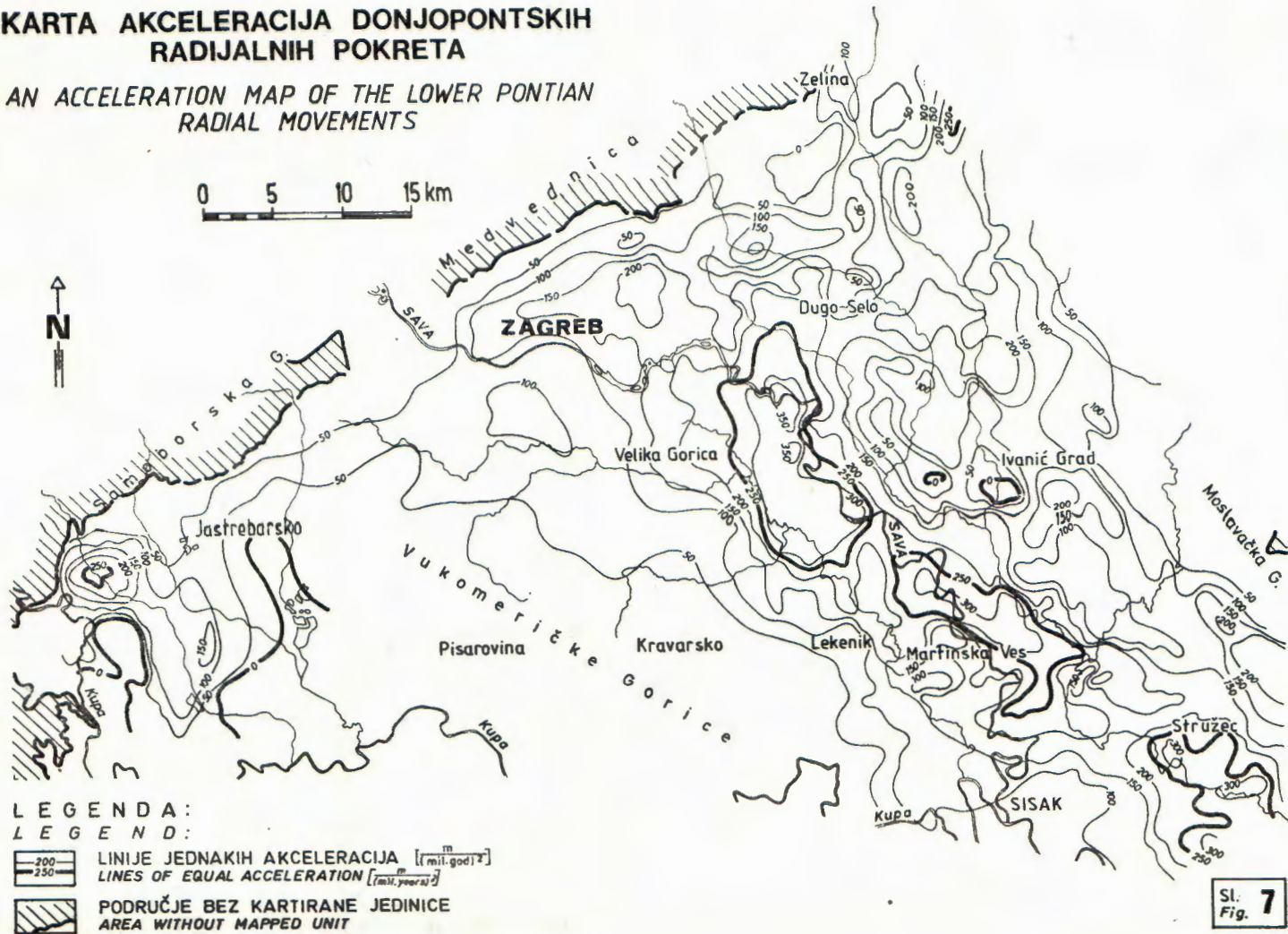
U donjem pantu (sl. 7) slika tektonskog razvoja se dosta mijenja. Evidentno je zaostajanje Karlovačke uleknine u odnosu na Savsku potolinu koja je karakterizirana čak dvostruko većom akceleracijom radijalnih pokreta. Spomenute razlike još više dobivaju na značenju nakon podsjećanja da je Karlovačka uleknina prošla kroz fazu najbržih vertikalnih pomaka — utojavanja upravo tijekom donjeg panta. Zatvoreni ocrtni linija 150, 200 i 250 m/(mil. god.)² (jugo)zapadno od Jastrebarskog markira blok s najvećom akceleracijom unutar uleknine, odnosno blok koji se već tijekom gornjeg panona »priključuje« uleknini i dalje kroz pant spušta sukladno njezinom općem trendu.

Asimetričnost Savske potoline iskazana pomakom najvećih brzina prema zapadu manifestira se i na akceleraciju radijalnih pokreta u istom smislu (sl. 9). Zanimljiva je još jedna pojava koja je inače vezana za poprečne rasjede. Horizontalna komponenta njihove aktivnosti ponekad je teško zamjetljiva na većini do sada izrađenih različitih karata (strukturne karte, paleostrukturne karte, karte debljina, karte odnosa debljina, karte skokova duž rasjeda, karte aktivnosti rasjeda, karte srednjih gradijenata brzina vertikalnih tektonskih pokreta, karte neotektonskih struktura, Velić, 1980; 1983b), osobito ako je manjeg iznosa. Međutim, indikacije o nastavljanju horizontalnog smicanja do donjeg panona, kada je ono bilo najveće, preko gornjeg panona i donjeg panta, dobro se zamjećuju na kartama odnosnih akceleracija (sl. 6 i 7). Izgleda da karte »druge« a pogotovo »treće« generacije pogoduju istraživanju transkurentnih rasjeda budući nisu toliko opterećene pogreškama koje proizlaze iz oscilirajućih osobitosti tektonskih pokreta i recentnim strukturnim sklopom, što prikriva stvarne, suštinske karakteristike tektonskih procesa.

I dalje kroz gornji pant dolazi do određenih promjena (sl. 8). Najtipičnije su one vezane za premještanje zona povećanih aktivnosti ili akceleracija u smjeru istoka, prema Ivanić-Gradu i Moslavačkoj gori. Obratno prethodnom procesu, postoje područja s vrlo slabo iskazanom akceleracijom koja se nalaze povrh donjopontskih maksimuma (sl. 9), primjerice južno od Jastrebarskog i potez Dugo Selo — Lekenik. Imenovana područja generalno bi odgovarala protezanju inverznih pliocensko-kvartarnih struktura (Velić, 1983b): Povijanjern nulte linije okontureno je nekoliko većih cjelina: dva bloka — sjeverni i južni — u Karlovačkoj uleknini, sjeverozapadna polovica Vukomeričkih gorica koja se razlikuje od jugoistočne po intenzivnijoj tektonici te Savska potolina. Unutar njih ustanovljen je daljnji porast brzina ili prisutnost akceleracije vertikalnih kretanja, no nešto postupniji u usporedbi sa starijim vremenskim odsječcima. Izuzetak su već komentirane znatno veće brzine između Stružeca i Moslavačke gore.

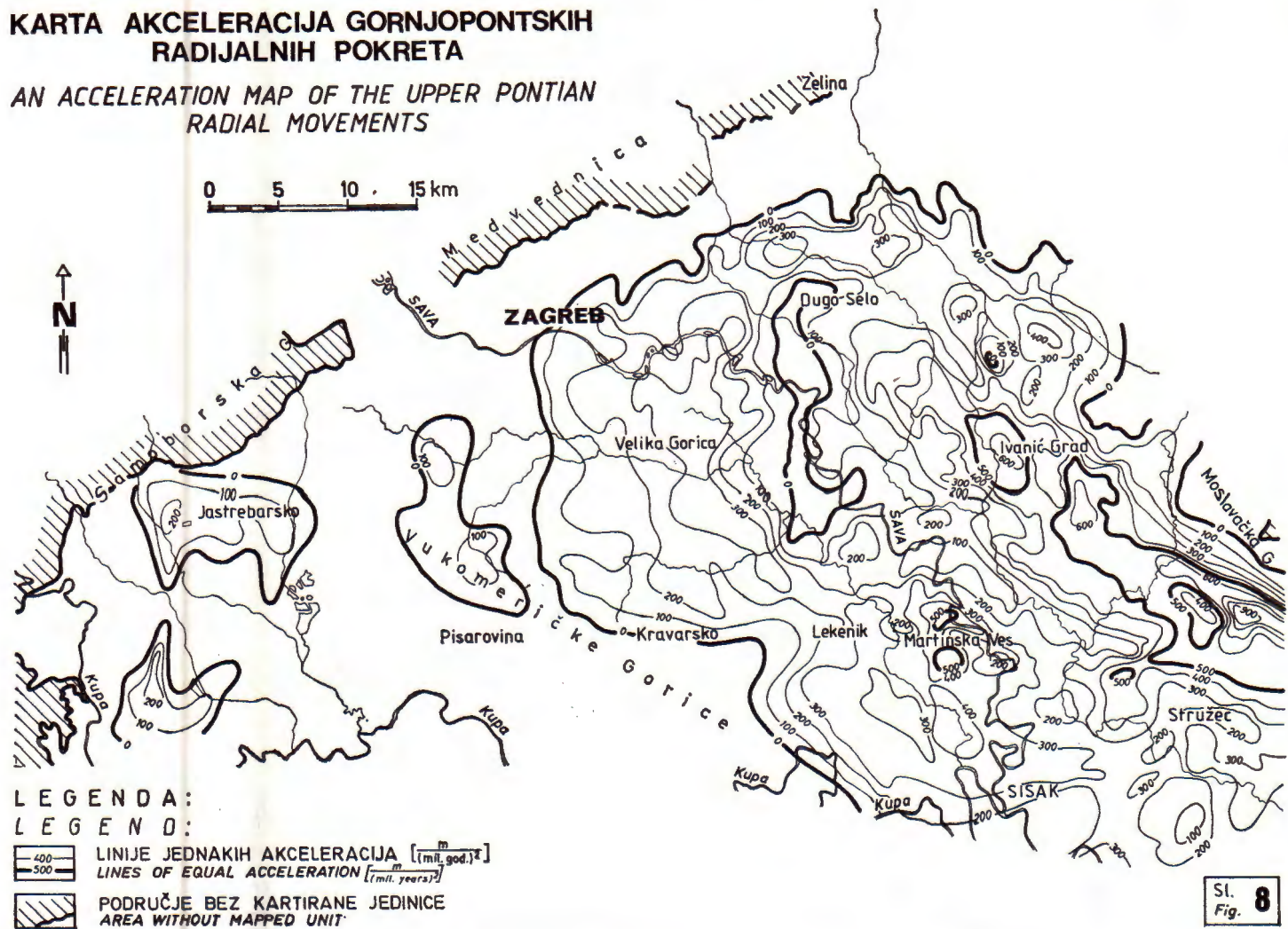
KARTA AKCELERACIJA DONJOPONTSKIH RADIJALNIH POKRETA

AN ACCELERATION MAP OF THE LOWER PONTIAN
RADIAL MOVEMENTS



KARTA AKCELERACIJA GORNJOPONTSKIH RADIJALNIH POKRETA

AN ACCELERATION MAP OF THE UPPER PONTIAN RADIAL MOVEMENTS



Sl. Fig. 8

Široka zona koja obuhvaća područje između granice rasprostranjenosti kartirane kronostratigrafske jedinice i nulte linije akceleracije (južni obronci Međvednice, uz Samoborsku goru, jugoistočna polovica Vukomeričkih gorica) predstavlja pojas koji je zadržao manje više jednaku brzinu radijalnih pokreta kroz cijeli pont bez većih odstupanja. To znači da se ne može govoriti o smirivanju ili zamirivanju tektonske aktivnosti već samo da se uz rubove Karlovačke uleknine i Savske potoline te na prijelazu jedne u drugu iz donjeg u gornji pont nastavljaju pokreti jednakog intenziteta.

ZAKLJUČAK

Najnovijim dubinskogeološkim istraživanjima zapadne polovice Savske potoline prikupljeni su podaci za konstrukciju dviju, međusobno ovisnih vrsta karata: karata srednjih brzina i akceleracija (ubrzanja) radijalnih pokreta. Intenzitet obrade je na nivou podkatova što je bilo uvjetovano približnim poistovjećivanjem formacija (prema litostratigrafskoj nomenklaturi), kao osnovnim jedinicama dubinskog kartiranja, s kronostratigrafskim ekvivalentima — konkretno s donjim i gornjim panonom te donjim i gornjim pontom.

Rezultati analize izrađenih karata (sl. 2, 3, 4, 5) ukazuju da su se kroz cijelo promatrano vrijeme srednje brzine vertikalnih tektonskih pokreta stalno povećavale približno za dvostruko, s najznačajnijim porastom ili skokom u donjem pontu. Izrazita diferencijalna kretanja brojnih ali relativno manjih blokova iz vremena odlaganja donjopanonskih taložina postupno se gube već u narednom intervalu — gornjem panonu. Početak izraženijeg odvijanja i gotovo najveći iznos horizontalnih pomaka vezan je za donji panon, jednako kao i maksimalne brzine locirane unutar Karlovačke uleknine u odnosu na cijelo područje. Spomenuta uleknina zamjetno je proširena prema sjeveru i istoku tijekom gornjeg panona i time je poprimila razmjere koji će trajati i kroz pliocen te kvartar.

Zanimljive promjene zamijećene su u Savskoj potolini, osobito u mlađim podkatovima. Tamo se naime zona povećanih brzina u donjem pontu pomiče prema zapadu i jugozapadu, a u gornjem pontu više prema istoku, čime je dokazana veza od ranije ustanovljenih oscilacija i naginjanja dna sedimentacijskog bazena i brzina radijalnih pokreta pretežno na trasama uzdužnih rasjeda. Jedan od poprečnih rasjeda (Donja Kupčina — Prevlaka — Marča) stalno je odvajao Vukomeričke gorice na sjeverozapadnu i jugoistočnu polovicu, s tim da su u jugoistočnom dijelu brzine radijalnih pokreta uvijek bile manje i jednakomjerne. Sjeverozapadna polovica je više oscilirala, naročito u gornjem pontu kada su brzine mjestimice bile i dvostruko veće u usporedbi s onima u jugoistočnom bloku. Danas najviša kota (248 m, Dugi Vrh) geomorfološka je posljedica stalnog egzistiranja jednog minimuma brzina, odnosno bloka koji se spuštao sporije od okolnih ili — u relativnom smislu — izdizao.

Karte akceleracija radijalnih pokreta (sl. 6, 7, 8) vrlo dobro potvrđuju prethodne zaključke, osobito u slijedećem:

- tektonski procesi odvijali su se uz dvostruko povećanje brzina od jedne do druge jedinice,

- znakovi obnavljanja donjopanonskih horizontalnih kretanja zamjetljivi su i za vrijeme odlaganja gornjopanonskih i donjopontskih taložina,
- glavna potolinska zona prošla je kroz fazu značajnijih prestrukturiranja i različite oscilacije osobito u pontu, što je razlogom znatno veće akceleracije za isto vrijeme u odnosu na Karlovačku ulekninu,
- diferencijalni pokreti u Vukomeričkim goricama najizraženiji su tijekom gornjeg pontu.

Primljeno: 4. siječnja 1985.

LITERATURA

- Barišić, M. (1980): O tangencijalnim kretanjima tercijarnih naslaga južno od strukture Mramor Brdo s osvrtom na još neka takva kretanja u jugozapadnom dijelu Panonskog bazena. *Nafta*, 3, 115—121, Zagreb.
- Barišić, M. (1984): Prilog poznavanju strukturnih odnosa plinskog polja Kalinovac u Dravskoj depresiji. *Nafta*, 3, 123—133, Zagreb.
- Blašković, I. (1982): The Neogene of the Ilova River Depression (Northern Croatia). *Acta geologica Jugosl. akad. znan. i umjet.*, 12/2, 1—45, Zagreb.
- Filjak, R., Pletikapić, Z., Nikolić, D. i Aksin, V. (1969): Geologija nafte i prirodnog plina neogenskog kompleksa i njegove podloge u južnom dijelu Panonskog bazena. *Nafta*, 12, 583—598, Zagreb.
- Hernitz, Z. i Jurak, V. (1973): Primjena paleostrukturalne i statističke analize naslaga mlađega tercijara u području Ivanić-Grada (sjeverna Hrvatska). *Nafta*, 7—8, 343—367, Zagreb.
- Hernitz, Z., Velić, J., Kranjec, V. i Najdenovski, J. (1980): Prikaz diferencijalnih i maloamplitudnih struktura s primjerima iz Savske potoline (Panonski bazen). *Nafta*, 7—8, 399—409, Zagreb.
- Kranjec, V. (1972): O utvrđivanju najnovijih tektonskih pokreta i njihovu naftnogeološkom značenju u savsko-dravskom području. *Nafta*, 10, 463—474, Zagreb.
- Kranjec, V., Hernitz, Z., Velić, J. i Prelogović, E. (1978): Neke karakteristike dubinske geološke građe u zapadnom dijelu Savske potoline. IX kongres geologa Jugoslavije, *Zbornik radova*, 87—102, Sarajevo.
- Miljuš, P. i Vugrinec, J. (1977): Neke osnovne crte geološke građe sjevernog dijela Hrvatske i karakteristike nakupljanja ugljikovodika. *Nafta*, 7—8, 425—440, Zagreb.
- Najdenovski, J. i Hajnšek, S. (1978): Evolucija regionalnih rasjeda i njihova uloga u formiranju ležišta nafte i plina u Savskoj i Dravskoj potolini. *Nafta*, 4, 179—185, Zagreb.
- Ožegović, F. (1944): Prilog geologiji mlađeg tercijara na temelju podataka iz novijih bušotina u Hrvatskoj. *Vjestnik Hrv. drž. geol. zav. Hrv. drž. geol. muz.*, 2—3, 391—490, Zagreb.
- Pletikapić, Z. (1960): Građa Savske potoline na području Zrinske i Moslavačke gore. *Geol. vjesnik*, 13, 121—131, Zagreb.
- Pletikapić, Z. (1969): Stratigrafija, paleogeografija i naftnoplinoznost Ivanić-Grad formacije na obodu Moslavačkog masiva. Disertacija, Zagreb, 1965. Poseb. izd. Rud.-geol.-naftnog fak. Sveuč. u Zagrebu, 1—71, Zagreb.
- Sikić, K. i Basch, O. (1975): Geološka zbivanja od paleozoika do kvartara u zapadnom dijelu Zagrebačke regije. II god. znanstv. skup Sekcije za primjenu geol., geofiz., geokem. Znanstv. savjeta za naftu JAZU, (A), 5, 69—86, Zagreb.
- Velić, J. (1980): Geološka građa zapadnog dijela Savske depresije. Disertacija. Rud.-geol.-naftni fak. Sveuč. u Zagrebu, 1—139, Zagreb.
- Velić, J. (1983a): Akceleracija vertikalnih tektonskih pokreta tijekom neogena i kvartara u zapadnom dijelu Savske depresije. *Geol. vjesnik*, 36, 255—265, Zagreb.
- Velić, J. (1983b): Neotektonski odnosi i razvitak zapadnog dijela Savske potoline. *Acta geologica Jugosl. akad. znan. i umjet.*, 13/2, 1—39, Zagreb.

On Differences of Velocities and Accelerations of Pannonian and Pontian Radial Movements in the Sava River Depression

J. Velić

In the western part of the Sava river depression gave us the data to construct two, mutually dependent, kinds of maps: the average velocity map and the map of radial movements accelerations. The study has been done on the substage niveau. That was conditioned by approximative identification of lithostratigraphic units — formations (the base units of subsurface mapping) with the chronostratigraphic ones, i. e., in this case, with the Lower Pannonian, Upper Pannonian, Lower Pontian, and Upepr Pontian.

The results of constructed maps analysis (figs. 2., 3., 4., 5.) show that average velocities of the vertical tectonic movements, within the mentioned ages, were in constant and approximately double increase, with the most significant one in the Lower Pontian. Differential movements of the numerous, but relatively small blocks aged from the deposition of Lower Pannonian sediments, little by little disappear already in the next interval — in the Upper Pannonian. Beginning of stronger activity and almost a maximum of horizontal movements were within the Lower Pannonian, as well as the maximum of velocities located within area of the Karlovac depression. The mentioned depression had been noticeably extended northward and eastward during the Upper Pannonian and it reached the proportions which have been lasting throughout the Pliocene and Quaternary.

Interesting changes are observed in the Sava river depression, especially in the younger substages. There zone of increased velocity in the Lower Pontian displaces westward and southwestward, and in the Upper Pontian more eastward. Thus is proved a connection of previously determined oscillations and inclination of the bottom of sedimentary basin with velocities of radial movements, mainly alongside longitudinal faults. One of transversal faults (Donja Kupčina — Prevlaka — Marča) permanently was separating the Vukomeričke gorice hills in the northern part and southern one. Velocities of radial movements in the southern part were less, but more uniformed. The northern part oscillated more, especially within the Upper Pontian, when the velocities sporadically were doubled in comparison with those of the southern block. The highest recent point of the Vukomeričke gorice hills — Dugi vrh peak (248 m) has been a geomorphologic consequence of constant existence of a velocity minimum, i. e. the block which has been downthrowing slower than surrounding ones or, in a relative sense it has been raising.

The acceleratin maps of radial movements (figs. 6., 7., 8.) confirm the previous conclusions very well, especially in following:

- tectonic-processes were taking place close to double increase of velocities from one unit to another,
- the signs of renewal of Lower Pannonian horizontal movements were noticeable during sedimentation in the Upper Pannonian and Lower Pontian,
- the main depression zone passed through the significant restructural phase and different oscillation, especially within the Pontian; that was the reason of higher acceleration in relation to the Karlovac depression area, within the same age,
- differential movements in Vukomeričke gorice hills were the most expressive during the Upper Pontian.

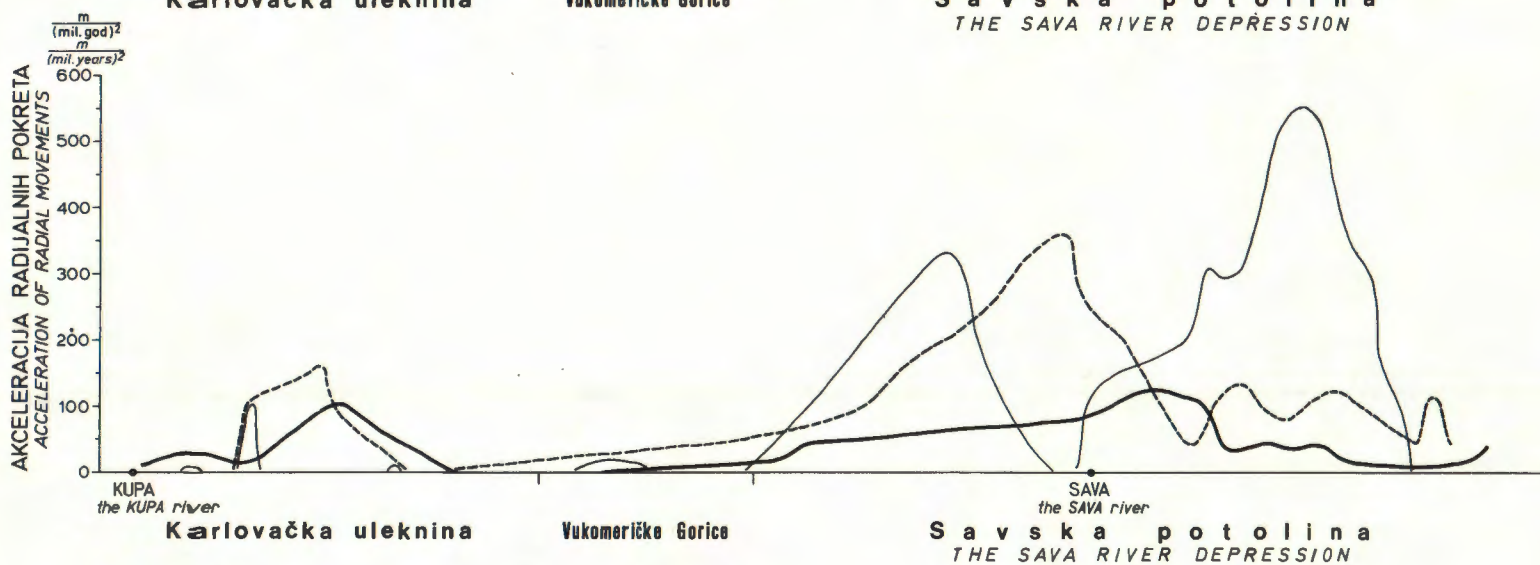
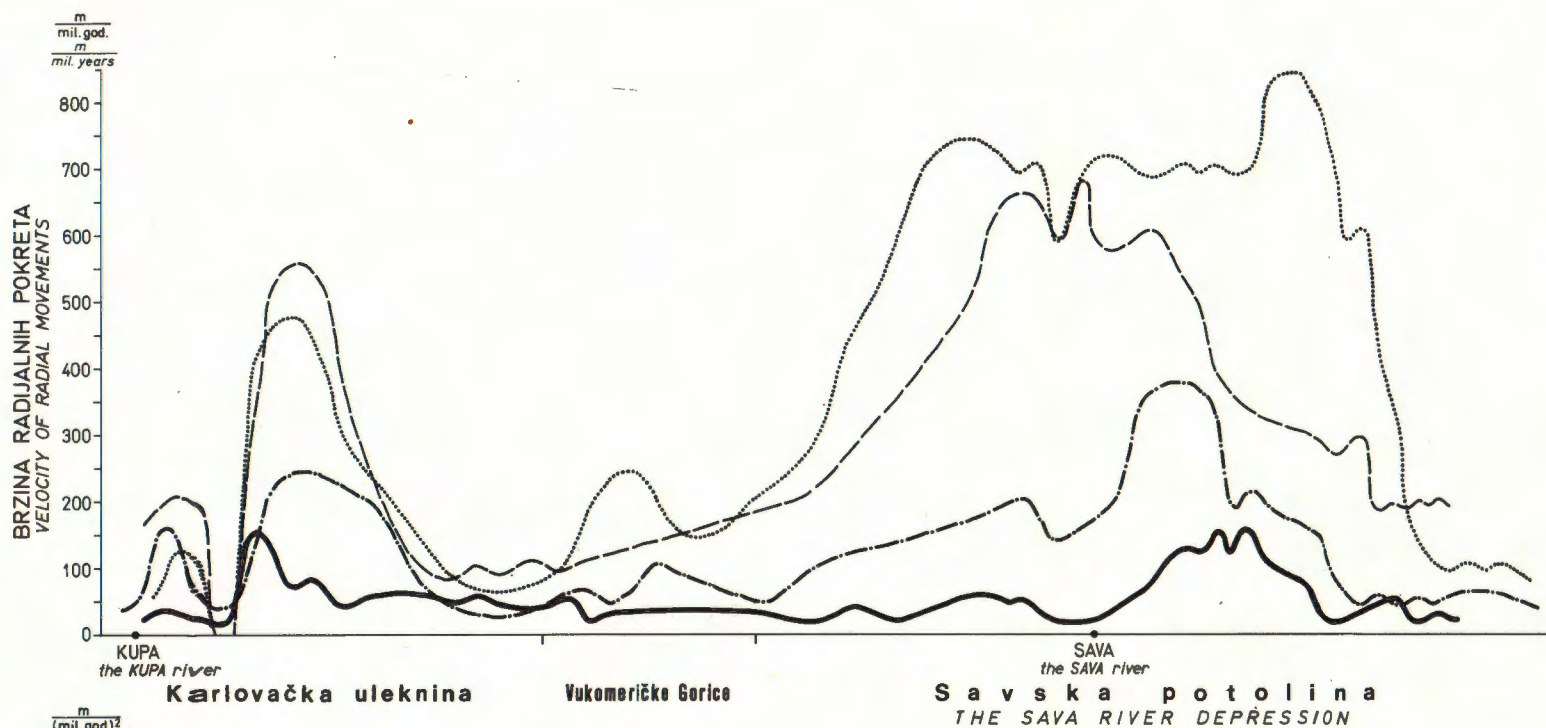
Sl. 9. Usporedba srednjih brzina i akceleracije donjo- i gornjopanonskih te donjo- i gornjopontskih radijalnih pokreta

Fig. 9. Comparison of average velocities and accelerations of Lower Pannonian, Upper Pannonian, Lower Pontian and Upper Pontian radial movements

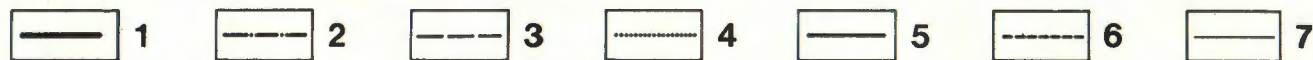
Legenda

Legend

1. Srednja brzina donjopanonskih radijalnih pokreta
Average velocity of Lower Pannonian radial movements
2. Srednja brzina gornjopanonskih radijalnih pokreta
Average velocity of Upper Pannonian radial movements
3. Srednja brzina donjopontskih radijalnih pokreta
Average velocity of Lower Pontian radial movements
4. Srednja brzina gornjopontskih radijalnih pokreta
Average velocity of Upper Pontian radial movements
5. Akceleracija gornjopanonskih radijalnih pokreta
Acceleration of Upper Pannonian radial movements
6. Akceleracija donjopontskih radijalnih pokreta
Acceleration of Lower Pontian radial movements
7. Akceleracija gornjopontskih radijalnih pokreta
Acceleration of Upper Pontian radial movements



L E G E N D A - L E G E N D :



Sl. Fig. 9