

Neoalpska tektonika severne Šumadije

Dušan Novaković



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Neoalpska tektonika severne Šumadije | Dušan Novaković | | 2023 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0008000>

**Univerzitet u Beogradu
Rudarsko-geološki fakultet**



Završni rad

Master akademske studije

Neoalpska tektonika severne Šumadije

Kandidat

Dušan Novaković

G632/18

Mentor

prof. dr Marinko Toljić

Beograd, septembar, 2023.

Komisija:

1. dr Marinko Toljić, redovni profesor

Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

2. dr Branislav Trivić, redovni profesor

Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

3. dr Uroš Stojadinović, vanredni profesor

Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

Datum odbrane: _____

Apstrakt

Obrada teme „Neoalpska tektonika severne Šumadije“ima za cilj proučavanje neotektonskog razvoja Šumadije, sa posebnim naglaskom na okolinu Beograda.

Glavna metoda analize korišćena u ovom radu je metoda analize energije reljefa kao pokazatelja novije tektonske evolucije. Dopunske informacije dobijene su analizom morfoznakova neotektonske aktivnosti na fotogrametrijskim topografskim kartama. Regionalne rasedne strukture analizirane su na satelitskom snimku Šumadije i južne periferije Panonskog basena. Dobijeni podaci su statistički obrađeni i tumačeni u kontekstu neotektonske aktivnosti.

Utvrđeni glavni rasedni sistemi pružanja SZ – JI i SI – JZ, korelativni su sa rasednim sistemima iste orijentacije na širem prostoru, a koji su genetski vezani za procese neogene ekstenzije i otvaranja Panonskog basena. Rasedima pružanja SZ-JI definisane su granice između uzdignutog šumadijskog pobrđa i spuštenog Panonskog basena. Rasedi pružanja SI-JZ su kontrolisali dalju neotektonsku separaciju _pozitivnih i negativnih morfostruktura kako u području šumadijske grede, tako i u domenu Panonskog basena.

Ključne reči: *Neotektonika, geomorfološka analiza, Šumadija, Panonski basen, neotektonski aktivni rasedi*

Sadržaj:

Uvod	7
1 Položaj proučavanog područja i geografske karakteristike	8
2 Litostratigrafske karakteristike severnog dela Šumadije.....	10
2.1 Jurske formacije severne Šumadije	10
2.1.1 Serpentiniti	10
2.1.2 Ofiolitski melanž	13
2.1.3 Aptiški slojevi	13
2.2 Gornjojurski krečnjaci	14
2.3 Kredne formacije Šumadije	14
2.3.1 Neokomski parafliš	14
2.3.2 Berijas-baremski sedimenti	15
2.3.3 Barem-aptski fliš	15
2.3.4 Krečnjaci urgonske facije.....	16
2.3.5 Apt-cenomanski sedimenti.....	16
2.3.6 Turon-senonski sedimenti	17
2.3.7 Gornjokredni vulkaniti i vulkanoklastiti severne Šumadije.....	18
2.4 Oligocenski vulkaniti i kontaktno metamorfisane stene.....	18
2.4.1 Andeziti, daciti i kvarclatiti.....	18
2.4.2 Fonoliti	19

2.4.3	Lamprofiri	19
2.4.4	Rioliti.....	19
2.4.5	Vulkanske breče	20
2.4.6	Kontaktne metamorfne stene	20
2.5	Miocensko-pliocenski sedimenti	20
2.5.1	Slanačka serija.....	20
2.5.2	Badenski sedimenti	20
2.5.3	Sarmatski sedimenti	21
2.5.4	Panonski sedimenti.....	22
2.5.5	Pontski sedimenti	22
2.5.6	Kvartarni sedimenti	23
3	Tektonska građa severne Šumadije	24
3.1	Geotektonski položaj područja	24
3.2	Neotektonske strukture Severne Šumadije	28
3.2.1	Horst Fruške Gore	29
3.2.2	Greda Beograd-Orlovat.....	29
3.2.3	Sremsko -slavonski rov	29
3.2.4	Južnobanatski rov	30
3.2.5	Avalsko-orešačka struktura	30
3.2.6	Kolubarsko -tamnavski basenski prostor	31

3.2.7	Gročansko-jasenički rov.....	31
3.3	Strukturna karta podine neogenih sedimenata južne periferije Panonskog basena	31
4	Metode istraživanja.....	33
4.1	Kvantitativne metode istraživanja	33
4.1.1	Analiza energije reljefa	33
4.1.2	Izrada rozete pružanja rasednih sistema.....	34
4.2	Kvalitativne metode istraživanja	34
4.2.1	Vizuelna analiza topografske karte	34
4.2.2	Vizuelna analiza satelitskog snimka	35
4.2.3	Uporedna analiza statističkih dijagrama	35
5	Rezultati proučavanja neotektonskih struktura severne Šumadije	36
5.1	Analiza energije reljefa.....	36
5.2	Vizuelna analiza topografske karte i satelitskog snimka.....	37
5.3	Uporedna analiza kvalitativnih i kvantitativnih statističkih dijagrama	37
7	Diskusija i sinteza rezultata proučavanja neoalpske evolucije severne Šumadije	40
8	Zaključak	42
9	Zahvalnost	43
10	Reference	44

Uvod

Prostor severne Šumadije, u okolini Beograda, ima kompleksan litostratigrafski sastav i tektonski sklop.

Litološki najstariji članovi su tvorevine ofiolitskoh melanža, aptiški slojevi i krečnjaci. Kredne tvorevine su u nižim delovima predstavljene fliševima, urgonskim krečnjacima i različitim neflišnim tvorevinama. Gornja kreda je u klastično-karbonatnim turbiditima i pritkovodnim ekvivalentima, a osim njih su prisutni i vulkaniti i kontaktno metamorfisane stene. Kenozoik je predstavljen raznolikim miocenskim, pliocenskim i kvartarnim sedimentima.

Savremena tumačenja proučavani prostor smeštaju u Vardarsku zonu, koja je podeljena na: zapadnu (adrijskog afiniteta), centralnu (sava sutura) i istočnu (evropskog afiniteta) Vardarsku zonu (Toljić et al., 2019).

Rasedima najčešćeg pružanja SZ – JI i SI – JZ kreirane su horstovsko-rovovske strukture kojima je teren blokovski iseparisan (Marović et al., 2007).

Cilj ovog istraživanja bio je utvrđivanje prostornih pozicija neotektonski aktivnih raseda i interpretacija karaktera kretanja neotektonski aktivnih blokova koji su razdvojeni neotektonski aktivnim rasednim strukturama.

1 Položaj proučavanog područja i geografske karakteristike

Proučavano područje obuhvata prostor od 1000 km², gde najveći deo prostora zauzima administrativna jedinica grada Beograda sa bližom okolinom.

Prostor se nalazi u jugoistočnoj Evropi, na granici Balkanskog poluostrva i Panonske nizije. Leži na ušću Save u Dunav. Koordinate Beograda su 44° 49' 14" severne geografske širine i 20° 27' 44" istočne geografske dužine. Nadmorska visina Beograda je 116,75m (Beograd.rs).

Klima Beograda i okoline je umereno kontinentalna, sa četiri godišnja doba. Jesen je duža od proleća sa sunčanim i toplim periodima. Zima je blaga, sa u proseku, dvadeset jednim danom sa temperaturom ispod nule. Januar je najhladniji mesec sa prosečnom temperaturom 0,1° C, a najtopliji mesec je jul (prosečne temperature od 22,1° C). Proleće je kratko i kišovito, a leto naglo počinje. Prosečna godišnja temperatura je 11,7° C.

Karakteristična pojava za proučavano područje je jugoistočni i istočni vetar košava, koji donosi suvo i vedro vreme, a duva u jesen i zimu u intervalima od dva do tri dana. Prosečna brzina košave je 25-43 km/h (Znanje.org).

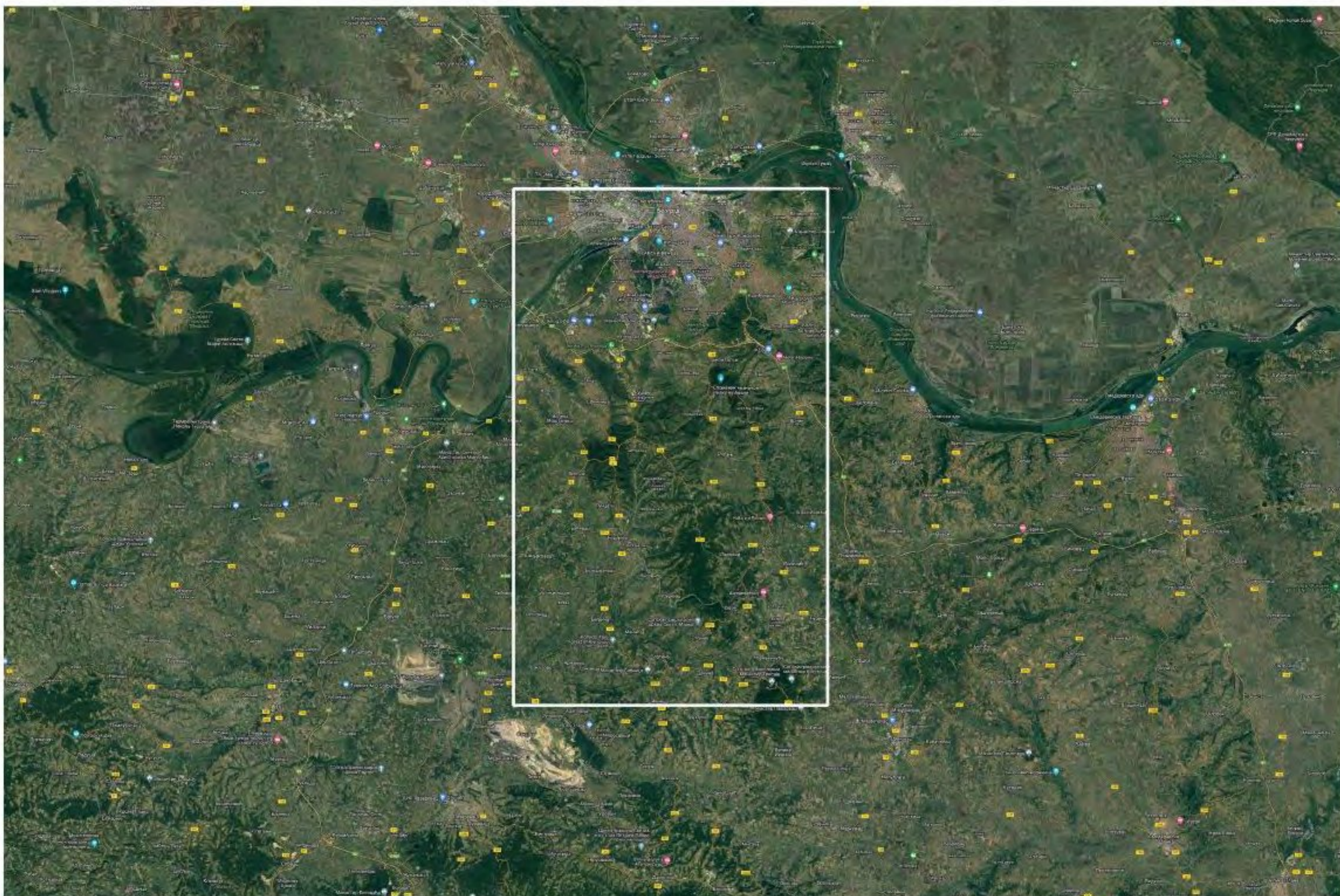
Okolinu proučavanog područja čine dve prirodne celine: Panonska nizija na severu i Šumadija južno od Save i Dunava. Najistaknutiji reljefni oblici u okolini su Kosmaj (628 m) i Avala (511 m). Teren se sa juga gde dominiraju brda (Banovo, Lekino, Topčidersko, Kanarevo, Julino i dr.) spušta ka dolinama Save i Dunava i dalje ka Vojvodini. Severno od istražnog prostora, na prostoru najjužnijeg dela Panonske nizije se nalaze beogradske opštine Novi Beograd, Zemun i Surčin.

Najviša kota u užem gradskom području se nalazi na Torlaku kod crkve Svete Trojic (303,1m), najniža tačka je na Adi Huji (70,15 m), a najvišu kotu na širem području ima planina Kosmaj (628 m).

Istraživanim područjem protiču Dunav u dužini od 60 km i Sava 30 km. Na

pomenutom području se nalazi 16 rečnih ostrva, od kojih su najznačajniji Ada Ciganlija, Veliko ratno ostrvo i Gročanska ada.

Ova oblast predstavlja raskršće puteva Istočne i Zapadne Evrope koji sa obalom Egejskog mora, koji vodi dalje ka Bliskom istoku, ostvaruju vezu preko moravsko-vargarske i nišavsko-maričke doline. Dunav, kao plovni koridor, povezuje zapadnoevropske i srednjoevropske zemlje sa zemljama jugoistočne i istočne Evrope. Kontaktom sa kanalom Rajna-Majna-Dunav, ovaj prostor je povezan sa glavnim evropskim plovnim putem koji povezuje Severno more, Atlantik i Crno More (Beograd.rs).



Slika 1. Geografski položaj istraživanog područja sa okolinom.

2 Litostratigrafske karakteristike severnog dela Šumadije

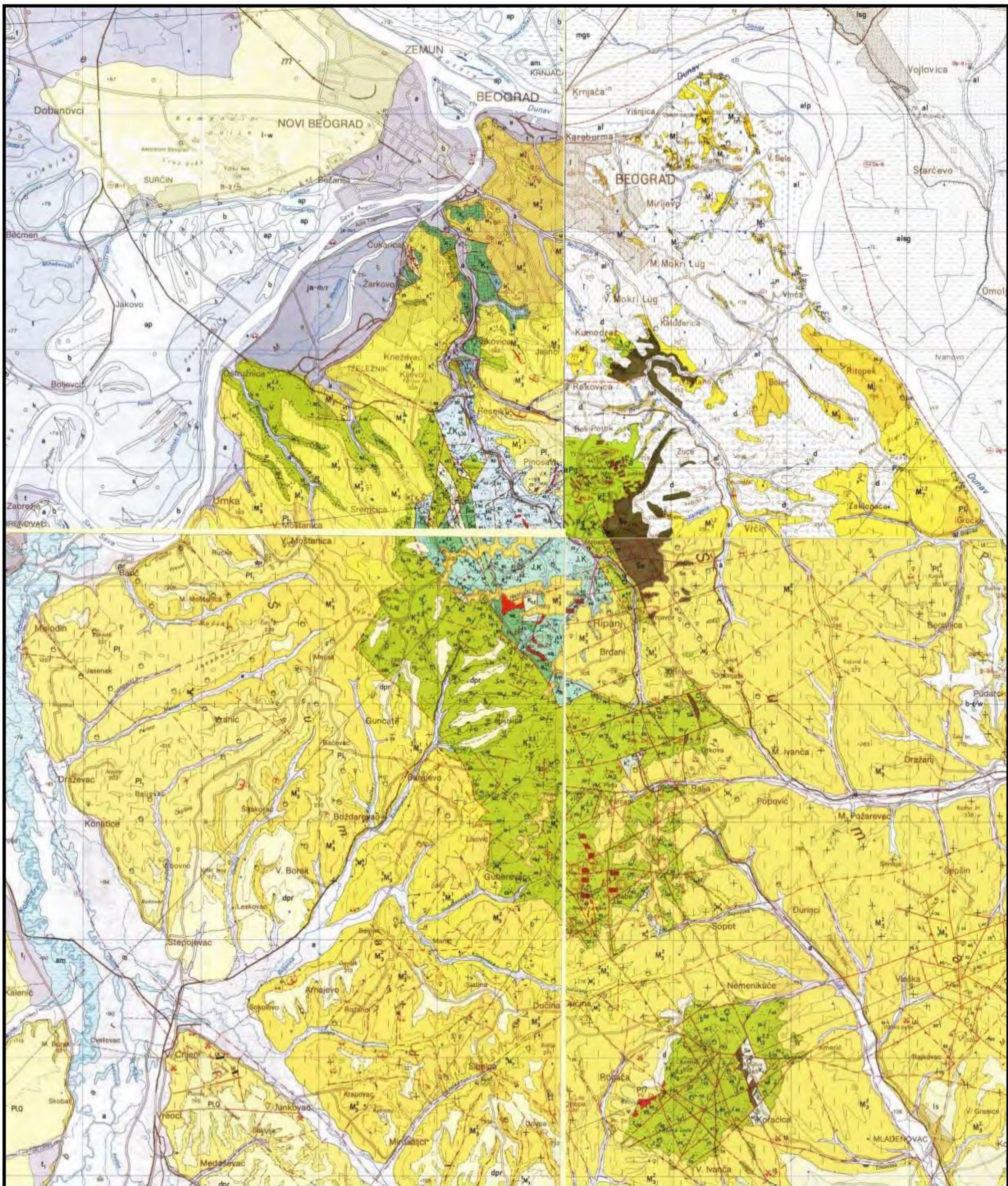
Najstarije tvorevine istraživanog područja su serpentiniti i jurske sedimentne tvorevine koje čine ofiolitski melanž, aptiški slojevi i krečnjaci (Slika 2). Donjokredne tvorevine predstavljene su neokomskim i barem-aptskim fliševima, urgonskim krečnjacima i različitim neflišnim klastičnim sedimentima. Gornjokredne starosti su klastično-karbonatni turbiditi i njihovi plitkovodni ekvivalenti i vulkaniti i vulkanoklastični sedimenti. Oligocenske starosti su petrološki različiti vulkaniti i kontaktno metamorfisane stene. Kenozojske formacije na istraživanom prostoru reprezentuju miocenski, pliocenski i kvartarni sedimenti.

2.1 Jurske formacije severne Šumadije

2.1.1 *Serpentiniti*

Izdanačke zone serpentinita nalaze se u rejonu potoka Bujanj, Klisura i Bučvar, zatim u donjem toku Zavojačke reke i području sela Leštane. Značajnije izdanačke zone ovih stena nalaze se i na istočnim i jugoistočnim padinama Avale i okolini sela Zuce. Manje pojave serpentinita prisutne su južno od Avale, u rejonu Raljske Kovione, a značajnije rasprostranjenje serpentinita imaju na Kosmaju.

Serpentiniti Avale su na zapadu u tektonskom kontaktu sa krednim sedimentima, a na istoku su preko njih transgresivne neogene tvorevine. Tokom višefaznih tektonskih oblikovanja serpentiniti su mestimično navučeni preko krednih sedimenata. U južnim delovima istražnog prostora odnos serpentinita sa mezozojskim sedimentima je uvek tektonski, dok su neogeni sedimenti i ovde transgresivni preko serpentinita. Serpentiniti okoline Beograda sačinjeni su od minerala mrežastog serpentina sa reliktima rombičnog piroksena. Od ostalih minerala su prisutni hromit i magnetit, kao i retke tanje žilice plemenitog serpentina. Prisutni relikti ukazuju na harcburgitski tip peridotita. Svežiji delovi serpentinita su zelene boje i dominantno su kompaktni dok su delovi pod uticajem erozije i atmosferilija mrko-crvenkaste boje.



Slika 2. Pregledna geološka karta Severne Šumadije. Područje Beograda nalazi se na spoju četiri lista OGK razmere 1 : 100 000: Beograd (Marković i sar., 1985), Pančevo (Ivković i sar., 1971), Obrenovac (Filipović i sar., 1979) i Smederevo (Pavlović i sar., 1979).

BEOGRAD
LEGENDA KARTIRANIH JEDINICA

1	b	Peskovi i alevroliti
2	a	Peskovi i glinoviti peskovi
3	a	Peskovi
4	d	Supeskovi i sugline
5	pr	Peskovi i lesolike gline
6	ap	Peskovi i alevritični peskovi
7	am	Alevriti
8	t	Lesolike gline, sugline i supeskovi
9	l-w	Les-peskovi i peskoviti alevroliti
10	ja-m/r	Peskovi i šljunkovi sa <i>Corbicula fluminalis</i>
11	Pl ₁	Sivoplavičaste laporovite i gvozdovite gline (pont)
12	M ₃ ²	Glinoviti laporci, glinci, peskovi i šljunkovi (panon)
13	M ₃ ¹	Krečnjaci, gline i peskovite gline (sarmat)
14	M ₂ ²	Krečnjaci, gline i peskovi (torton)
15		Fonoliti
16	K ₂ ³	Vapnoviti peščari i glinci (senon)
17	K ₂ ²	Flis: peščari, laporci i glinci (senon)
18	da	Dacito-andeziti i latiti
19	K ₂ ¹	Flis: peščari i glinci
20	K ₂ ^{2,3}	Alevroliti i laporci
21	K ₂ ¹	Laporci (samo u stubu)
22	K ₂ ²	Konglomerati, peščari i glinci
23	K ₁ ⁴	Peščari i alevroliti
24	K ₁ ⁴	Peščari i kalkareniti
25		Bankoviti krečnjaci (urgonski slojevi)
26		Flis: peščari i glinci
27	K ₂ ²	Laporci, glinci i alevroliti
28	K ₂ ¹	Glinci i laporci
29	J.K	Flis: peščari i glinci, rede laporci i krečnjaci (neokom)
30	J ₃ ³	Slojeviti i bankoviti krečnjaci
31		Dijabazi i spliti (samo u stubu)
32	J ₃ ²	Peščari, laporci i glinci

PANČEVO
LEGENDA KARTIRANIH JEDINICA

1	al	Aluvijum: sugline i peskovi
2	mgs	Barske gline
3	d	Deluvijalne gline
4	lsg	Lesoidne sugline
5	als	Aluvijalni šljunkovi
6	alsg	Aluvijalne sugline
7	alp	Aluvijalni peskovi
8		Les
9	pl	Peskoviti les
10	ep	Edski peskovi
11		Aluvijalno-jezerski šljunkovi, peskovi i sugline (samo u profilu i stubu)
12	Pl _{2,3}	Peskovite gline (peludim) (samo u profilu i stubu)
13	Pl ₁	Peskovi, šljunkovi i gline (panon)
14	M ₃ ²	Peskovi, peščari, gline i laporovite gline (panon)
15	M ₃ ¹	Gline, laporovite gline, peskovi, peščari i krečnjaci (sarmat)
16	M ₂ ¹	Gline, laporovite gline, peskovi, peščari, krečnjaci i šljunkovi (torton)
17	M ₂ ²	Laporci, glinci i tufiti (burdigal i helvet)
18	Pl ₁	Lamprofiri (paleogen)
19	uP ₁ g	Andeziti, daciti i kvarciliti (paleogen)
20	K ₂ ^{2,3}	Krečnjaci, laporci i peščari (turon i senon)
21		Hidrotermalno promenjene stene
22		Serpentiniti

OBRENOVAC
LEGENDA KARTIRANIH JEDINICA

1	a	Facija korita: šljunak, pesak i sugline
2	dpr	Deluvijalno-proluvijalni sedimenti
3	pr	Proluvijum (plavinski konus)
4	am	Facija mrtvaja: muljevito-glinoviti sedimenti
5	a	Facija povodnja: pesak i sugline
6	ap	Lesoidne gline
7	ap	Glinovito-peskoviti sedimenti
8	ap	Peščani sprudovi
9	t ₁	Niža rečna terasa
10	t ₂	Viša rečna terasa
11	t ₃	Najviša rečna terasa
12	Q ₁	Šljunak, pesak i gline sa <i>Corbicula fluminalis</i> (samo na stubu)
13	Q	Kvartar uopšte (samo na profilu)
14	Pl,Q	Rečno-jezerska terasa
15	Pl ₁	Laporovite gline, ugljevit gline, dijatomejske zemlje i pesak (pont)
16	M ₃ ²	Aglomerati, šljunak i pesak (panon)
17	M ₃ ¹	Gline, pesak, rede šljunak (panon)
18	M ₂ ²	Krečnjaci, rede laporoviti peščari i pesak (donji sarmat)
19	M ₂ ¹	Pesak, gline i laporci (donji sarmat)
20	M ₂ ¹	Gline i laporci (donji sarmat)
21	M ₂ ²	Gruboklastični sedimenti gline i pesak (srednji miocen)
22	M ₂ ¹	Konglomerati, heterogeni i ugljeviti peščari, gline, ugali, laporci i dolomitični krečnjaci (srednji miocen)
23		Hidrotermalno promenjene stene
24	da	Latiti
25	da	Kvarciliti
26	ϑ	Piroklastiti
27	sq	Fenodaciti
28	da	Fenoandeziti
29	K ₂ ^{4,3}	Flis: peščari i alevroliti
30	K ₂ ³	Laporoviti krečnjaci i laporci
31	K ₂ ²	Rudistni krečnjaci
32	K ₂ ²	Kvarcni konglomerati i breče
33	K ₂ ^{2,3}	Flis: peščari, alevroliti, glinci i laporci (turon-senon)
34	K ₂ ^{1,2}	Peskoviti krečnjaci (cenoman-turon)
35	K _{1,2}	Peskoviti krečnjaci (alb-cenoman)
36	K ₁ ²	Gvozdoviti peščari, peskoviti laporci i krečnjaci (alb)
37	K ₁ ^{3,4}	Flis: peščari, alevroliti, laporci, glinci i krečnjaci (barem-apt)
38	K ₁ ^{2,3}	Laporci, glinci i alevroliti (otriv-barem)
39	K ₁ ^{1,2}	Peščari, alevroliti, laporci, glinci i krečnjaci (neokom)
40	K ₁	Peskoviti laporci (birijas)
41	J,K	Flis: peščari, laporci, glinci (malm-neokom)
42	J ₃ ³	Organogeno-detritični krečnjaci (titon)
43	J ₃ ^{2,3}	Peskoviti laporci i laporoviti peščari-aptički slojevi
44	J ₃ ^{2,3}	Dijabaz-rožnačka formacija: alevroliti, blokovi, klasti, rožnaci, dijabazi (kimeridž-portland)
45	q	Kvarcne žice
46	gn	Granodioriti (brajkovačka masa)
47	T ₂ ²	Masivni, rede stratifikovani krečnjaci (ladinski kat)
48	T ₂ ¹	Dolomitični krečnjaci (anizijski kat)
49	T ₁	Slojeviti i bankoviti krečnjaci, glineni škrljci i liskunoviti peščari (donji trijas)
50	P ₃	Bituminozni stratifikovani krečnjaci (gornji perm)
51	P ₂	Kvarcni peščari i glineni škrljci (srednji perm)
52	C ₁	Škrljavi konglomerati i kvarcni peščari (donji karbon)
53	F	Filiti, metamorfisani alevroliti i metamorfisani peščari
54	Sae	Sericit-hloritski škrljci i metapeščari
55	Smb	Korniti, liskunski škrljci i gnajsevi
56	D.C	Grauvake, alevroliti, rede mikro-konglomerati i konglomerati (devon-karbon)

SMEDEREVO
LEGENDA KARTIRANIH JEDINICA

1	a	Aluvijum
2		Srudovi i plaže
3	ap	Alevritske gline i glinoviti pesak-facija povodnja
4	am	Alevritske gline i glinoviti pesak-facija mrtvaja
5	pr	Proluvijum (plavinski konus)
6	dpr	Proluvijalno-deluvijalni zastori
7	d	Deluvijum
8	ls	Lesoidni sedimenti
9	t ₁	Niža rečna terasa
10	t ₂	Viša rečna terasa
11	l-w	Kopneni les (Würm)
12	b-v/w	Šarene peskovite i šljunkovite gline i glinoviti pesak (Riss-Würm)
13	b-g/m	Zelenoplave gline i alevrit pesak (samo na stubu) (Günz-Mindel)
14	Q	Kvartar uopšte (samo na profilu)
15	Pl ₁	Šljunkovi i peskovi (samo na stubu i profilu)
16	Pl ₁ ²	Sitnozorni šljunkovi (gornji pont)
17	Pl ₁ ¹	Peskovi, peskovite gline i šljunkovi (gornji pont)
18	Pl ₁ [?]	Gruboklastična serija („konglomerati Proseke“)
19	M ₃ ²	Peskovi, peskovite gline i peščari (panon)
20	M ₃ ¹	Organogeno-boltski i peskoviti krečnjaci (donji sarmat)
21	M ₂ ¹	Peskovi, peščari, peskovite gline (donji sarmat)
22	M ₂ ²	Gline, peskovi, peščari i šljunkovi (gornjiorton)
23		Hidrotermalno promenjene stene
24		Rioliti
25		Kontaktmetamorfne stene
26		Lamprofiri
27		Apliti
28	gn	Granitmonociti
29	ϑ	Piroklastiti kvarcilitskog sastava
30	M ₂	Glinci, laporci, peščari, šljunkovi i konglomerati
31	K ₂ ^{2,3}	Flis: peskoviti laporci, peščari i krečnjaci (turon-senon)
32	K _{1,2}	Sivi i rumeni peskoviti krečnjaci (alb-cenoman)
33	K ₁ ²	Peskoviti laporci, laporoviti krečnjaci i peščari sa amonitima (alb)
34	J,K	Flis: laporoviti peščari, laporci i laporoviti krečnjaci (malm-neokom)
35	J ₃ ^{2,3}	Dijabaz-rožnačka formacija: olistoliti, blokovi i klasti krečnjaka, rožnaca i peščara
36		Serpentiniti

Slika 2, nastavak. Legende kartiranih jedinica za preglednu geološku kartu.

Procesi raspadanja u serpentinitima prisutni su u površinskim delovima. Tanke žilice magnezita, kvarca i kalcita stvorene su kao zapune pukotina nastalih tektonskim dejstvom.

Na osnovu međusobnog odnosa mezozojskih formacija i serpentinita, pronađenih fragmenata serpentinita u donjokrednim i gornjokrednim sedimentima, kao i publikovanih podataka o starosti ofiolita i ofiolitskog melanža, starost obdukcije kojom su serpentiniti obdukovani preko evropske margine može se definisati kao kasno gornjojurska (Bragin et al., 2011).

2.1.2 Ofiolitski melanž

Ofiolitski melanž je u starijoj literaturi opisan kao dijabaz-rožnačka formacija. Sedimenti i ofioliti koji grade ofiolitski melanž otkriveni su u okolini Ripnja, Pinosave, Hajdučkog potoka, Bele reke, kao i u usecima Dučevca i Šutilovačkog potoka. Ofiolitski melanž je nastao u podini obdukovanih ofiolita, tektonizacijom ofiolita i formacija preko kojih su ofioliti obdukovani. Vreme formiranja ofiolitskog melanža odgovara gornjoj juri (Bragin et al., 2011; Toljić et al., 2018).

Ove tvorevine predstavljene su pešćarima, glincima i silifikovanim glincima, škriljcima, rožnacima, dijabazima, spilitima, radiolaritima i olistolitima i blokovima kalkarenita i laporaca. Litološki mogu biti podeljene u dve grupe. Pešćarsko-rožnački tip sa tankslojevitim pešćarima, crnim glincima i jako ubranim glinovitim škriljcima i tankim slojevima mrkocrvenih rožnaca. Drugi tip su škriljasto rožnačke tvorevine sačinjene od listastih glinovitih škriljaca sa čestim pojavama manganskih skrama, sa sočivima pešara i mrkih rožnaca i retkim pojavama karbonata, dijabaza i spilita. U transgresivnoj povlati ofiolita i ofiolitskog melanža se nalaze berijaski karbonatni sedimenti.

2.1.3 Aptiški slojevi

Aptiški slojevi su rasprostranjeni na više lokaliteta u okolini Beograda. Najznačajnije pojave su kod železničke stanice Bela reka, u dolini Topčiderske reke

i kod vrhova Petrov Grob i Devojački Grob. Procenjena starost ovih tvorevina odgovara periodu kimeridža i titona (Anđelković, 1973). Novija istraživanja radiolarita sa aptihusima u okolini Beograda ističu njihovu titonsku starost (Bragin et al., 2011).

Predstavljeni su sivim, žućkastim i ljubičastim, retko peskovitim laporcima i žutim i mrkim laporovitim peščarima. U laporcima su u značajnoj meri prisutni fosilni ostaci brojnih vrsta aptihusa, uz prisustvo i drugih fosilnih vrsta (foraminifera, belemnita, radiolarija i ređe amonita).

2.2 Gornjojurski krečnjaci

Gornjojurski krečnjaci se pojavljuju u dolini Bele reke, u okolini Dedinja, u Lisičijem i Topčiderskom potoku i na istočnim padinama Straževice. Ove tvorevine se nalaze u povlati aptiških slojeva, a starost im je utvrđena na osnovu bogate faune hidrozoa, korala, gastropoda, školjki i dr. (Anđelković, 1973). Litološki to su kalkruditi, kalkareniti i brečizirani organogeni krečnjaci koji sadrže i komade peščara, rožnaca i dijabaza. Krečnjaci su najčešće masivni i bankoviti. Utvrđena sredina primarnog nastanka ovih tvorevina je sprudna. Novija istraživanja geneze gruboklastičnih krečnjaka okoline Beograda govore u prilog tome da su ovi krečnjaci redeponovani i da su sastavni deo bazalnih nivoa berijaskih paraflisnih sedimenata (Toljić et al., 2018).

2.3 Kredne formacije Šumadije

2.3.1 Neokomski parafliš

Najstarija post-obdukciona formacija u okolini Beograda najčešće je izdvajana kao malm-neokomski fliš (Anđelković, 1973, Marković i ostali, 1985). U novijim publikacijama ova formacija opisana je kao parafliš neokomske starosti (Dimitrijević and Dimitrijević, 2009; Toljić et al., 2018). Izdvojen je u oblasti Resnika, Pinosave, Topčiderske i Bele reke Ljute strane i Petrovog groba.

U sastav ovih tvorevina ulaze peščari (karbonatnog cementa), alevroliti, glinci, pločasti i slojeviti laporci, glinoviti škriljci, rožnaci, brečasti krečnjaci i kalkareniti. Osim pomenutih prisutni su i izlivi spilita. Sedimenti ove serije su intenzivno tektonski oblikovani.

2.3.2 Berijas-baremski sedimenti

Najniži odeljci donjokrednih sedimenata otkriveni su na obodu Makiša, u slivu Topčiderske reke. Na ovim lokalnostima sastav sedimenata je glinovito-laporovito-peskovit sa tankim interkalacijama laporovitih krečnjaka i kalkarenita.

Ova grupa sedimenata je uočljiva i na Straževici, gde se u kalkarenitima mogu naći i karbonatni rožnaci. Litološki i fosilni sastav ovih sedimenata ukazuju na plitkovodnu sredinu.

U oblasti Bele jaruge, zapadno od Rušnja, karbonatni sedimenti iz donje jure nalaze se u podini donjokredne sukcesije krečnjaka i glinaca, dok je u gornjem delu profila smena krečnjaka i laporaca. Karbonati su sive boje, bankoviti i brečizirani, sa rožnačkim kvrgama. U najvišim delovima sukcesije su uslojeni krečnjaci. Donja granica sloja je oštra, ređe neravna sa tragovima utiskivanja. U gornjim delovima sloja su prisutne kosa, talasasta i vijugava slojevitost.

U blizini naselja Guncati, kao i u okolini sela Rušanj i Ripanj prisutni su cefalopodski slojevi izgrađeni od laporaca, glinaca, alevrolita i tamnosivih krečnjaka sa amontima. Stratigrafski ovi slojevi pripadaju periodu od valendina do donjeg dela barema.

Osim pomenutih lokaliteta ove tvorevine se pojavljuju i u oblasti Straževice i Košutnjaka, južnije od Rušnja i Ripnja. Na ovim lokalitetima tvorevine su predstavljene laporcima i glincima, a starost im je otrivsko-baremska.

2.3.3 Barem-aptski fliš

Sedimenti barem-aptskog fliša su prisutni u okolini sela Rušanj i Barajevo (Anđelković, 1973). Predstavljani su ritmičnom smenom sitnozrnih do krupnozrnih

subgrauvaka i glinaca. Pored pomenutih tvorevina prisutni su i peskoviti i glinoviti laporci, alevroliti, laporoviti krečnjaci i krečnjaci u vidu sočiva i proslojaka sa faunističkim sadržajem. Ove sedimente karakterišu gradacija, sitna kosa slojevitost, bioglify, mehanoglify i vertikalna smena litoloških članova. Ove tvorevine prisutne su i u gornjem toku Bele reke sa dodatkom škriljavih laporaca.

2.3.4 *Krečnjaci urgonske facije*

Urgonski krečnjaci nalaze se u oblasti donjeg toka Topčiderske reke, na užem području Beograda, Banovom brdu, Dedinju, Topčideru i Košutnjaku. Utvrđeni su i u bušotinama ispod tercijalnog ili deluvijalnog pokrivača na terasama podzemnih saobraćajnica u užem delu Beograda.

Ovi sedimenti predstavljeni su klastitima i krečnjacima u bočnoj vertikalnoj smeni. Starost im je utvrđena na osnovu faunističkog sastava koji sadrži školjke, brahiopode, korale i gastropode koji takođe ukazuju na sprudne i sub-srudne sredine sedimentacije.

2.3.5 *Apt-cenomanski sedimenti*

Na lokalitetima Dedinja, Miljakovca, Košutnjaka i Dedinja, razvijeni su aptski klastiti dok su u njihovoj povlati albski sedimenti. Starost je potvrđena brojnim gastropodama, brahiopodama, koralima, ehinodermatima i drugim fosilnim sadržajem.

Široko rasprostranjeni sedimenti alba sa brojnim izdancima. Najčešće su je zastupljeno kompletno razviće alba, dok su na pojedinim lokalnostima zastupljeni samo srednji i gornji alb, što je objašnjeno postojanjem hijatusa između apta i alba.

Albski kat predstavljen je konglomeratima, gvoždevitim peščarima, glaukonitskim peščarima i gvoždevitim oolitima. Navise u sukcesiji se pojavljuju sitnozrnije tvorevine u vidu sitnozrnih peščara, peskovitih laporaca i glinaca. Albska fauna predstavljena je najčešće amonitima, belemnitima, gastropodama, brahiopodama ali i amonoideama i nautiloidima.

U cenomanskim tvorevinama su izdvojena dve facije: peskoviti krečnjaci i laporci i laporoviti peščari. Facija peskovitih krečnjaka prisutna je u okolini Žarkova i na malom prostoru severno od Ljute stene kao i u okolini Kosmaja i na brdu Košutica u gornjem toku potoka Drumine (u tektonskom kontaktu sa turon-senonom). Starost ovih tvorevina je potvrđena mikrofaunom u vidu foraminifera i makrofaunom poput brahiopoda, ostreja, ostragoda, korala algi i drugih.

Laporoviti sedimenti pripadaju najvišim delovima alba i donjem cenomanu. Prisutni su u brojni amoniti zajedno sa značajnim sadržajem flore i mikrofaune. Ove tvorevine se pojavljuju o okolini Kneževca i Rušnja.

2.3.6 *Turon-senonski sedimenti*

Turonski laporci u okolini sela Rušnja vidljivi su u povlati cenomanskih sedimenata. Pojavljuju se zajedno sa laporcima i glincima, a ređe sa peščarima.

Na Čukarici i u toku Topčiderske reke prisutni su u smenama laporoviti alevroliti i alevrolitski laporci koji mogu biti tanko slojeviti do laminirani, zajedno sa njima se pojavljuju i alevroliti sa glincima. Preko ovih tvorevina leže peščari i sitnozrni konglomerati. Starost ovih neflišnih tvorevina smeštena je u turon-senon.

Turon-senonski sedimenti na padinama Avale su otkriveni u Bujanj potoku i Klisuri. Najčešće su predstavljeni krečnjacima, laporcima i peščarima. U zapadnim i jugozapadnim delovima Avale je zastupljenija klastična komponenta u vidu laporaca i peščara sa proslojcima krečnjaka, alevrolita i rožnaca. Na vrhu Avale i na severnim padinama dominiraju krečnjaci i kalkareniti, dok su peščari najzastupljeniji na istočnim padinama Avale.

Turon-senonske flišne tvorevine prisutne su u slivovima Ostružničke i Železničke reke, u okolini Sremčice, na potezu Barajevo-Guberevac, jugoistočno ka Kosmaju. Ove tvorevine predstavljene su smenama peščara, alevrolita, laporaca i glinaca, sa manjim prisustvom laporaca i konglomerata. Kombinacije sastava ovog fliša mogu da variraju usled čega pojedini autori izdvajaju više flišnih tipova u

okolini Beograda kao Avalski, Barajevski i Ostružnički (Anđelković, 1973) dok drugi sve flišne tvorevine turon-senona smeštaju u jedan kompleks (Toljić, 2006).

Na pojedinim mestima u okolini Rušnja prisutan je fliš za koji je utvrđena senonska starost. Stratigrafsko određivanje ovih tvorevina vršeno je prema faunističkom sadržaju foraminifera i to najčešće globotrunkana i globigerina, ali i rudista inoceramusa i amonita.

2.3.7 Gornjokredni vulkaniti i vulkanoklastiti severne Šumadije

Sastavni deo gornjokrednih formacija u okolini Beograda su i vulkanske i vulkanoklastične stene. Intruzija lamprofira otkrivena u rejonu Ripnja ima starost od oko 86 Ma (Sokol et al., 2020) što odgovara granici između konijaka i santona. Vulkanoklastiti za koje je utvrđena gornjokredna starost otkriveni su u okolini Resnika i Rušnja (Anđelković, 1973; Toljić et al., 2020). To su dacitsko-andezitski tufovi koji se nalaze u sedimentima za koje je dokazana gornjokredna starost (Anđelković, 1973; Toljić et al., 2020).

2.4 Oligocenski vulkaniti i kontaktno metamorfisane stene

2.4.1 Andeziti, daciti i kvarclatiti

Andeziti, daciti i kvarclatiti se nalaze na lokalnostima na padinama Avale u okolini Resnika, oko Topčiderske reke kod sela Pinosava. Kvarclatita ima i u gornjem toku Hajdučke reke, severno od lokalnosti Ljuta stena. Pojavljuju se u vidu tankih često isprekidanih i paralelnih do subparalelnih žica i apofiza koje probijaju kredne sedimente i serpentinite. Debljine ovih žice su u domenu od 5 do 10 m.

Utiskivanje je vršeno u vidu silova ili dajkova, najčešće po pružanju ISI-ZJZ, dok su odstupanja od pravca prisutna na zapadnim padinama Avale po pružanju SSZ – JJI.

Andeziti su holokristalasko-porfirske strukture, a izgrađeni su od fenokristala plagioklasa, a od bojnih minerala od amfibola i biotita. Osnovnu masu čine mikroliti feldspata i neprovidni minerali.

Daciti su porfirske strukture i mikroznaste mikrokristalaste osnovne mase: Od minerala su zastupljeni fenokristali andezina i bazičnih oligoklasa i zrna kvarca. Od bojenih su prisutni biotiti i amfiboli, dok je u kvarclatitima prisutan i sanidin.

Kvarclatite čine plagioklas, sanidin i kvarc od prozirnih i biotit, sfen i apatit od bojenih minerala.

2.4.2 *Fonoliti*

Na Banjičkom Visu i u istočnom delu Golinog brda su prisutni retki manji proboji fonolita. Ove stene su trahitske strukture i tamne boje. U njima su prisutni krupni fenokristali sanidina i plagioklasa, a od bojenih su prisutni pirokseni i biotiti. Osnovna masa je dominantna u steni u kojoj se osim pomenutih mogu naći i apatit, cirkon i sfen.

2.4.3 *Lamprofiri*

Ove stene prisutne su u jugozapadnim delovima Avale, kao i na Kosmaju. Pojavljuju se u vidu žica od kojih je najdeblja do 20 m. Stene mogu biti sveže sa krupnim kristalima biotita, ali i kalijским feldspatima, plagioklasima i monokliničnim piroksenom. Podređeno se pojavljuju hlorit, kvarc, apatit i karbonati. Na drugim mestima lamprofiri često mogu biti grusificirani i sa jako izraženom silifikacijom, karbonitizacijom i hloritizacijom. Pojava ovih stena povezuje se za granitoidne intruzive, iako su plutoni na ovom području još neotkriveni.

2.4.4 *Rioliti*

Brojne žice riolita debljine od 5 do 15 m, pružanja sever – jug. a ređe istok – zapad, pojavljuju se u području između Kosmaja i Babe. Probijaju kredne sedimente i kvarclatitske piroklastite. Ove stene su kompaktne i intenzivno silifikovane. Prema starosti se smeštaju u period gornje krede i završnih delova miocenskog vulkanizma.

2.4.5 Vulkanske breče

Vulkanske breče se pojavljuju na području Baba u okolini Pb-Zn ležišta. Čine ih nesortirani fragmenti krednih sedimanata sa kvarclatitskim vezivom.

Mikroskopski su ove stene određene kao alterisane kvarclatitske tufozne breče, u kojima su uočeni fenokristali sanidina, sericitisanog plagioklasa i kvarca, a od bojanih minerala, biotit.

2.4.6 Kontaktne metamorfne stene

Na zapadnim i severozapadnim padinama Kosmaja prisutni su produkti intenzivnog kontaktnog metamorfizma u zoni širine oko 2 km. Prema stepenu metamorfizma podeljeni su u dve zone. U prvoj je metamorfizam intenzivan i nalazi se u direktnom kontaktu sa granitoidom što je kao proizvod dalo kornite i manje zastupljene skarnove. Druga zona je sa slabim metamorfnim izmenama.

2.5 Miocensko-pliocenski sedimenti

2.5.1 Slanačka serija

Slanačka serija predstavljena je laporcima i glincima koji su mestimično tanko uslojeni. Na pojedinim mestima ove tvorevine su u naizmeničnoj smeni sa dacitskim tufovima. Ovoj seriji pripadaju najstariji neogeni sedimenti, koji prema starosti pripadaju burdigalu i helvetu. Od faunističkog sadržaja ima ostataka flore i riba. Nalaze se u transgresivnoj povlati preko serpentinita u okolini sela Slanci i severno od Velikog sela.

2.5.2 Badenski sedimenti

Tvorevine badenske starosti se pojavljuju na različitim lokacijama u okolini Beograda. Predstavljene su glinovitim i glinovito-laporovitim sedimentima u najnižim delovima i litotamnijskim krečnjacima i peskovitim alevritima i glinama u mlađim delovima tortona.

Stariji delovi badenskih sedimenata otkriveni su u okolini Višnjice i Slanaca i južno od Velikog Mokrog Luga, između Torlaka i Leštana gde su u tektonskom kontaktu preko krednih sedimenata ili serpentinita. Manja pojava marinskog badena prisutna je i u blizini Sopota, u podini sarmata u Dučinskoj reci. U ovim oblastima je badenska starost potvrđena na osnovu fosilnog sadržaja foraminifera, ostrakoda, puževa, sitnijih školjki, spikula ježeva i korala.

Litotamnijsko-briozovski sprudni i bankoviti krečnjaci badenske starosti prisutni su na obodu Kalemegdana, na pristaništu kod Karađorđeve ulice, na Tašmajdanu i na zapadnoj padini Torlačkih visova.

Peskoviti alevriti, gline su prisutni u pregrađu Rakovice i u Kneževcu, kod Pančevačkog mosta, u donjem gradu i u bušotini u Dušanovoj ulici, dok je šlir uočen samo u bušotini na Konjarniku.

2.5.3 *Sarmatski sedimenti*

Tvorevine sarmata imaju široko rasprostranjenje na istraživanom prostoru. Na nekim mestima su prirodno otkriveni dok su na drugim mestima veštački otkriveni (Železnički tunel Karađorđev park - Tašmajdan, kanalizacioni tunel Balkanska ulica - Skadarlija, Prokop i dr.).

Sarmatska formacija je u nižim delovima predstavljena klastitima, najčešće glinama, laporovitim, peskovitim alevritskim glinama, peskovima i pešćarima. Na pojedinim lokalitetima prisutni su i proslojci dacitskog tufa. Starost ovih tvorevina utvrđena je prema brojnim ostacima flore i faune od kojih su najznačajnije školjke, ostrakode, foraminifere i ostaci flore. Tvorevine donjeg dela sarmata najčešće su u transgresivnom odnosu prema starijim tvorevinama proučavanog područja.

U višim delovima sarmatske serije se smanjuje učešće klastične komponente, a raste prisustvo krečnjačke komponente. Osim laporaca i peskovitih laporaca u ovom delu sarmatske serije prisutni su različiti tipovi krečnjaka. U sedimentima gornjeg sarmata pored ostale faune, pronađene su i ribe.

Najznačajniji lokaliteti pojave sarmata na istraživanom području su Kneževac, Žarkovo, dalje preko Velikog Mokrog Luga ka Vinči, Karaburmi i Mirijevu.

2.5.4 Panonski sedimenti

Panonske tvorevine imaju široko rasprostranjenje na istraživanom prostoru. Prostiru se od Kalemegdana, Dorćola i Karaburme na severu, preko Banjice, Rakovice i Boleča u centralnim delovima, pa sve do Šiljakovca i Arnajeva na jugozapadu i Nemenikuća i Rogače na jugoistoku.

Panon je u okolini Beograda u konkordantnoj povlati sarmata. Dok je kontakt sa starijim tvorevinama poput jursko-krednih i serpentinita transgresivan. U nižim delovima predstavljen je dominantno laporcima sa proslojcima peska, glinovito-laporovitim sedimentima peščarima, a mestimično i krečnjacima. Viši delovi panona predstavljeni su alevritskim, laporovito-glinovitim, peskovito-glinovitim i laporovitim tvorevinama. Mestimično na kontatku sa krednim tvorevinama su prisutni i zrnasti konglomerati i peščari.

Izdvajanje i dalje raščlanjivanje panona u istraživanom području vršeno je na osnovu ostrakoda i mekušaca, ali su prisutne i brojne foraminifere.

2.5.5 Pontski sedimenti

Tvorevine ponta imaju malo rasprostranjenje na istraživanom prostoru. Prisutne su u manjoj meri u centralnim delovima prostora, u okolini Pinosave i u južnom delu, na zapadnim padinama Kosmaja. U nešto većoj meri su zastupljeni u jugoistočnim delovima terena, u blizini Velike Moštance, Vranića, Baćevca i Šiljakovca.

Pontski sedimenti predstavljeni su glinama, alevritima i sitnozrnim peskovima, a pojavljuju se i konglomerati šljunkovi i retki proslojci krečnjaka. U ovim tvorevinama prisutna su kosa i ukrštena slojevitost, a odnos prema panonskoj podini je konkordantan.

Fosilna obeležja punta u ovim prostorima su predstavljena najčešće školjkama (limnokardijumima i kongerijama) i ostrakodama, uz prisustvo fosila flore.

2.5.6 *Kvartarni sedimenti*

Kvartarne tvorevine imaju najšire rasprostranjenje u severozapadnom i severoistočnom delu istraživanog prostora. U manjoj meri su prisutni u južnijim delovima, najčešće uz potoke i rečice.

U severoistočnom i južnom delu terena najzastupljeniji su rečno-jezerski sedimenti. Prisutni su u okviru aluvijalne ravni Save i njenih pritoka. Predstavljani su šljunkovima i šljunkovitim peskovima. Osim pomenutih prisutne su i različite glinovite, alevritske i peskovite tvorevine u vidu rečnih terasa, facija mrtvaja—starača, povodnja i facija korita.

U severoistočnim delovima terena je osim rečno-jezerskih tvorevina u značajnoj meri prisutan i les najčešće predstavljen glinama. Osim pomenutih dominantnih kvartarnih tvorevina u manjoj meri se lokalno na istraživanom području mogu naći produkti proluvijalnih i deluvijalnih procesa.

Od fosilnog sadržaja, najznačajnije je prisustvo školjki, puževa, ostrakoda i mikrofosila račića.

3 Tektonska građa severne Šumadije

Beograd sa okolinom karakteriše složena geološka građa. Okolina Beograda se nalazi na 4 lista geoloških karata iz edicije Osnovne geološke karte SFRJ 1 : 100 000 na kojima se interpretacije geoloških jedinica i tektonske pripadnosti područja razlikuju. U tektonskom pogledu istraživani teren prema tradicionalnim podelama pripada severnom delu Vardarske zone. Složena geološka građa ovog prostora razvila se kao rezultat depozicije u različitim sredinama koje su u više navrata prekidane inverzijama i opštom tektonskom evolucijom.

3.1 Geotektonski položaj područja

Okolina Beograda u radovima domaćih autora interpretirana je često kao deo Vardarske zone. Vardarska zona predstavlja najsloženiju jedinicu Dinarida. Nju je prvi izdvojio Kosmat (1924), između Rodopa i Pelagonida, sa daljim produžetkom u zapadnu Srbiju i Bosnu, dok ju je Milovanović produžio do Beograda i Panonskog basena. Dimitrijević (1974) je Vardarsku zonu označio kao posebnu jedinicu koja se nalazi između Dinarida i Srpsko-makedonske mase. Isti autor Vardarsku zonu deli na eksternu, centralnu i internu subzonu. Terene Vardarske zone Anđelković (1976) razdvaja na dva dela: istočne koje uključuje u posebnu jedinicu koju naziva Šumadidima, a zapadne stavlja u unutrašnje Dinaride odnosno Ibarsku zonu. U okviru Šumadida izdvaja beogradsko-kosmajski blok čiju severnu granicu čine rasedi Save i Dunava, dok mu južnu granicu označava poprečni rased Bukulje.

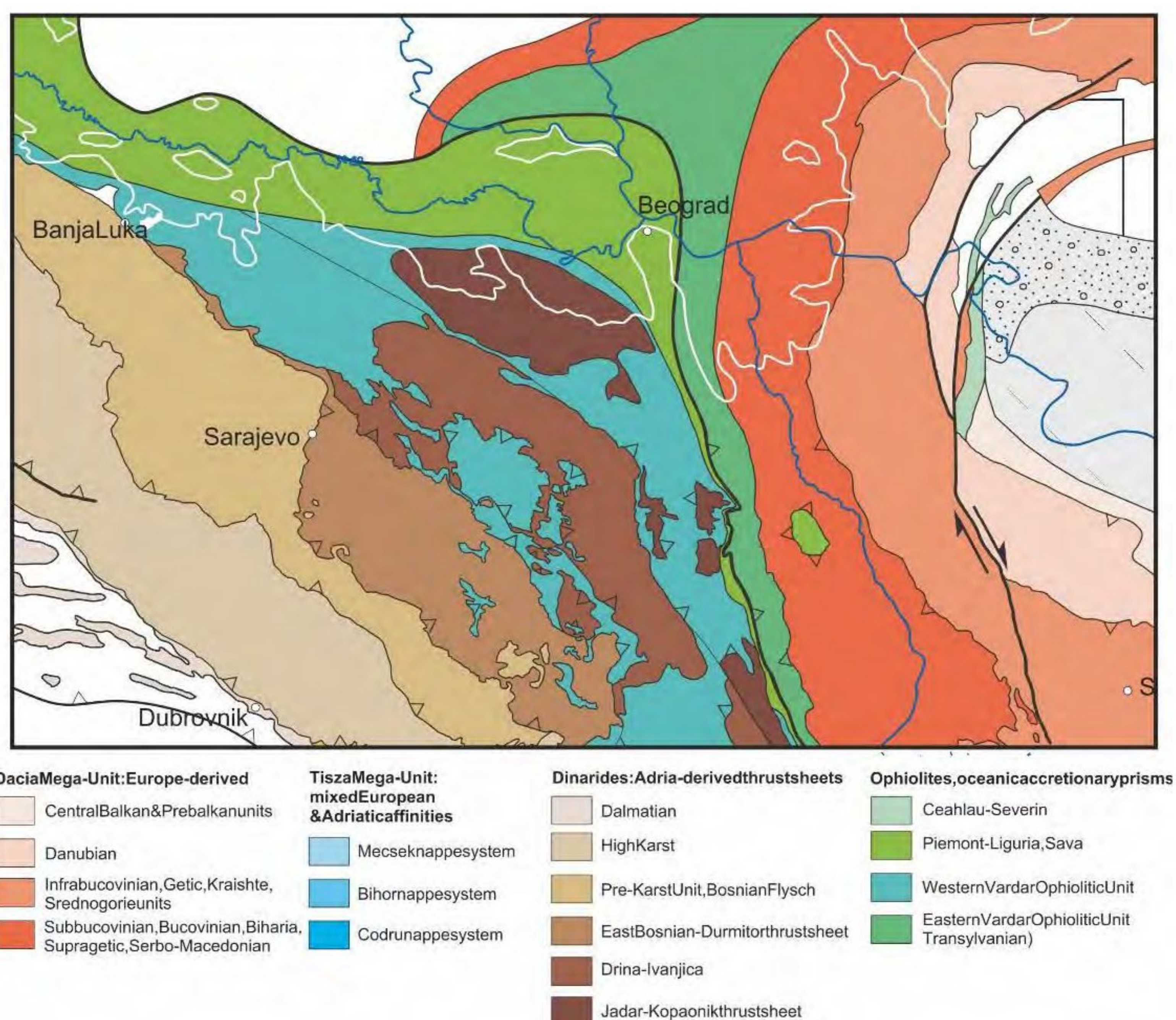
Dimitrijević (1974, 1995) je na području Vardarske zone izdvojio tri subzone: internu, centralnu i eksternu (Slika 3). Kasnije, (Karamata i dr. 1994) u okviru Vardarske zone izdvajaju tri dela: istočni, centralni i zapadni. Podela na istočni, centralni i zapadni deo je gotovo opšte prihvaćena. Ove dve podele se ne poklapaju ni prostorno ni po sadržaju. Karamata i dr. (1994, 1996) sa aspekta analize terana, u ovim prostorima izdvajaju kompozitni teran Vardarske zone. Marović (2001) Vardarsku zonu smatra najmarkantnijom jedinicom Dinarida koja se nalazi između Srpsko-makedonske mase na istoku i golijske zone na zapadu.

Veliki deo Vardarske zone na severu (Panonski basen) prekriven je neogenim naslagama i sem terena na Fruškoj Gori nije dostupan za neposredna osmatranja (Dimitrijević, 1995). Idući od juga ka severu, Vardarska zona se pruža pravcem SSZ-JJI zadržavajući taj pravac sve do Beograda, odakle (ispod neogenih naslaga) povija ka severoistoku. Centralni i zapadni delovi, severno od Čačanskog neogenog basena, pa sve do Fruške Gore pružaju se pravcem SZ (ZSZ)-JI (JI), (Marović, 2001).



Slika 3. Tektonska rejonizacija centralne Srbije. Vardarska zona je podeljena na tri subjedinice: internu, centralnu i eksternu subzonu (Dimitrijević, 1995).

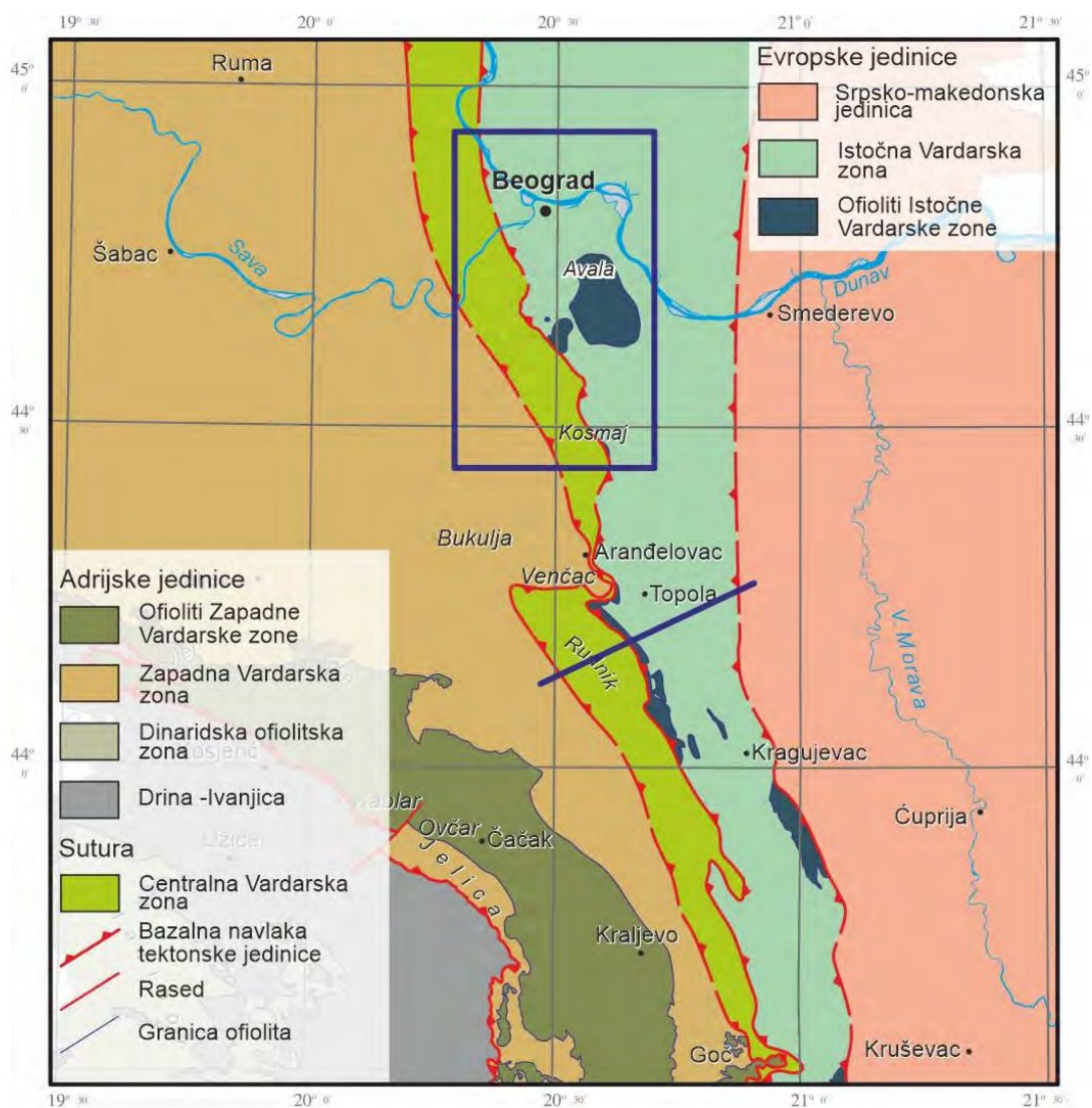
U novim tektonskim interpretacijama područje Šumadije pripada Sava Zoni i Istočnoj Vardarskoj Ofiolitskoj jedinici (Slika 4, Schmid et al., 2008, 2020). Sava Zona je interpretirana kao sutura tektonskih jedinica evropskog i adrijskog afiniteta. U okolini Beograda Sava zoni pripada gornjokredni fliš koji se nalazi zapadno od ibarske magistrale, u području Sremčice, Barajeva i Ostružnice. Istočnoj Vardarskoj Ofiolitskoj zoni u okolini Beograda pripadaju ofioliti, ofiolitski melanž, svi donjokredni sedimenti i deo gornjokrednih sedimenata područja Avale i njene okoline.



Slika 4. Tektonska rejonizacija jugoistočne Evrope (Schmid et al., 2008). Okolina Beograda se nalazi u Sava zoni i Istočnoj Vardarskoj Ofiolitskoj jedinici.

Poredeći ovu podelu sa ranijim podelom Vardarske zone može se konstatovati da je Centralna Vardarska subzona (Dimitrijević, 1995) korelativna sa Istočno Vardarskom Ofiolitskom jedinicom (Schmid et al., 2008; 2020). Eksterna Vardarska subzona delom odgovara Sava zoni, dok njen zapadni deo odgovara Jadar-Kopaonik tektonskoj jedinici (Dimitrijević, 1995; Schmid et al., 2008, 2020).

Toljić et al. (2019), ističući da sve jedinice područja suture potiču iz domena Vardarskog okeana (Neotetis), izdvajaju Vardarsku mega-jedinicu. Na osnovu razlika u litostratigrafskom sastavu, tektonskoj građi i položaja regionalnih navlaka, mega-jedinicu dele na: Zapadnu Vardarsku zonu sa obdukovanim Zapadnim Vardarskim ofiolitima, Centralnu Vardarsku zonu i Istočnu Vardarsku zonu (Slika 5). Zapadna Vardarska zona je jedinica adrijskog afiniteta, Istočna Vardarska zona je jedinica evropskog afiniteta, a Centralna Vardarska zona je sutura jedinica Adrije i Evrope.



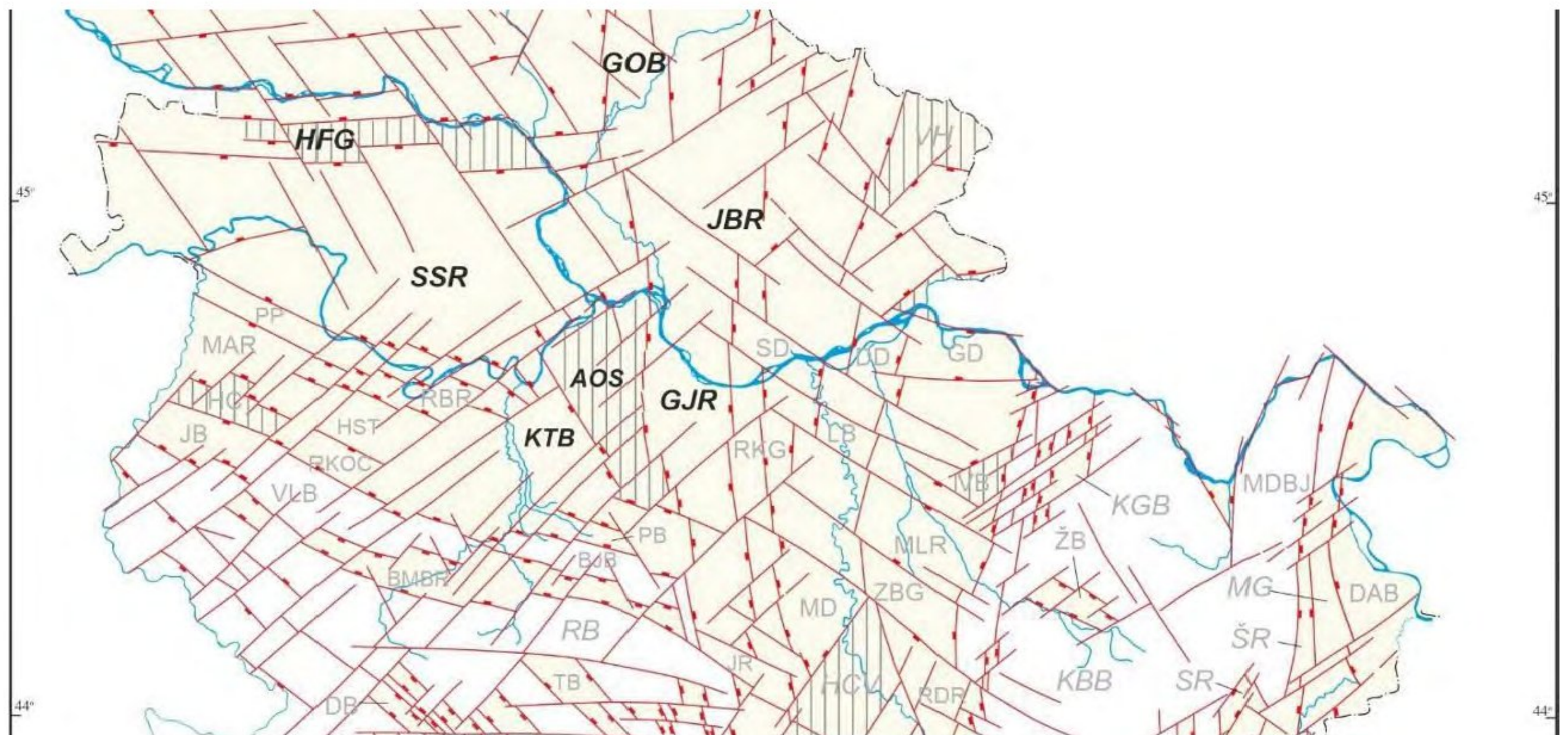
Slika 5. Tektonska karta dela Vardarske mega-jedinice na prostoru između Beograda i Kruševca (Toljić et al., 2019, modifikovano).

Tektonske zone pružaju se pravcem SSZ-JJI i razdvojene su regionalnim reversnim, zapadno vergentnim rasedima koji se mogu kontinuirano pratiti po pružanju tektonskih jedinica. Bazalne navlake su formirane tokom kredne

subdukcije i prateće paleocenske kontinentalne kolizije. Oligocensko-miocenska ekstenzija i kasno neogena kompresija dodatno su usložili internu tektonsku građu jedinica i njihove međusobne odnose.

3.2 Neotektonske strukture Severne Šumadije

Neotektonski sklop severne Šumadije rezultat je uticaja tri geodinamička procesa koji su bili aktivni tokom neotektonske etape: (1) kompresionog režima u domenu orogena između Jadranske i Mezijske platforme, generisanog horizontalnom mobilnošću Jadranske ploče, (2) izostatičkog reagovanja izdizanjem oblasti orogena i (3) ekstenzionih procesa i istanjenja litosfere u panonskom i peripanonskom prostoru (Marović et al., 2007).



Slika 6. Skica pozicija neotektonskih struktura centralne Srbije: Horst Fruške Gore - HFG, Greda Beograd-Orlovat - GOB, Južnibanatski rov - JBR, Sremsko-slavonski rov - SSR; Avalsko-Orešaćka struktura - AOS, Kolubarsko-tamnavski basen - KTB, Gročansko-jasenički rov - GJR (Marović et al., 2007).

Neotektonska evolucija severne Šumadije vezana je za evoluciju Panonskog basena. Teritoriji Srbije pripadaju krajnji južni i jugoistočni delovi Panonskog basena. Na njegovoj periferiji nalazi se i niz basenskih struktura i uzvišenja genetski povezanih sa Panonskim basenom, u domenu koji je izdvojen kao peripanonsko područje. Panonski basenski prostor čini skup blokovskih i rovovskih struktura kod

kojih je dominantna komponenta neotektonskog kretanja bila subsidencija, sa izuzetkom unutrabasenskog područja Fruške Gore i područja Avala-Orešac na periferiji basena. Od važnijih neotektonskih struktura u vojvođanskom delu Panonskog basena šire okoline Beograda izdvajaju se: horst Fruške Gore, greda Beograd-Orlovat, Sremsko-slavonski rov i Južnobanatski rov. U peripanonskom području to su: Avalska-orešačka struktura, Kolubarsko-tamnavski basen i Gročansko-jasenički rov (Slika 6, Marović et al., 2007).

3.2.1 Horst Fruške Gore

Horst Fruške Gore razdvaja dve depresije vojvođanskog dela Panonskog basena: Južnobačku depresiju na severu od sremsko-slavonskog rova, na jugu. Horstovsku građu odredili su gravitacioni rasedi na njegovom severnom i južnom obodu duž kojih je tokom neogena obavljeno spuštanje blokova prema Južnobačkoj depresiji i Sremsko-slavonskom rovu. Bloku Fruške Gore, ali ne i morfostrukturi, pripada i prostor istočno od Dunava sve do uzvišenja Beograd-Orlovat, koje je severni deo potonule šumadijske grede. Rasedima pružanja SZ-JI horst Fruške Gore izdvojen je na manje subblokove koji su stepeničasto spušteni i pokriveni neogenim naslagama.

3.2.2 Greda Beograd-Orlovat

Ova struktura pruža se pravcem S-J i odvaja banatski od bačko-sremskog niza panonskih neoalpskih struktura. Šire posmatrano ona predstavlja krajnji severni deo šumadijske grede (Avalska-orešačke strukture) koji je tokom formiranja Panonskog basena spušten i prekriven neogenim naslagama debljine 500 - 1000 m. Greda Beograd-Orlovat strukturno je predisponirana rasedima pružanja približno S-J i mestimično separisana na manje blokove rasedima pružanja SZ-JI, I-Z i SI-JZ.

3.2.3 Sremsko -slavonski rov

Rov se nalazi na južnoj periferiji vojvođanskog dela Panonskog basena. Pružanja je I-Z. Severna granica prema horstu Fruške Gore je definisana rasedima na periferiji planine, dok je južna prelaznog karaktera ka basenima peripanonskog

prostora (mačvanski rov, kolubarsko-tamnavski basen i dr.). Jednim poprečnim pragom koji se nalazi na dubini od 800-1000 metara Sremsko-slavonski rov podeljen je na dve manje celine: zapadnosremsku i istočnosremsku. Iznos spuštanja znatno je veći u zapadnosremskom delu rova gde iznosi prosečno oko 2000 metara. Maksimalan iznos spuštanja u istočnom delu rova je nešto preko 1500 metara.

3.2.4 Južnobanatski rov

Južnobanatski rov zauzima prostor istočno od grede Beograd-Orlovat. Na severu dopire do transbanatsko-bačke dislokacije, a na jugu se vezuje za velikomoravski rov, sa kojim čini jednu strukturno-homogenu celinu. Južnobanatski rov je izgrađen od većeg broja manjih diferencijalno potonulih struktura. Njihov oblik kontrolisan je preneogenim rasednim pretcrtežom. Tokom neogena ovi rasedima razdvojeni blokovi diferencijalno su tonuli i na taj način obrazovali niz više ili manje spuštenih struktura. Naročito je izdiferenciran istočni obod rova, gde se ističu strukturni oblici: horst Vršačkog Brega, belocrkvanski rov i karaški prag. Najveća spuštanja u južnobanatskom rovu kreću se u intervalu od 2000-2500 metara, ređe i više, a najmanje od 500 -1000 m (Marović et al., 2007).

3.2.5 Avalsko-orešačka struktura

Od ušća Save u Dunav pa na jug do Orašca pruža se reljefno istaknut niz struktura koji razdvaja kolubarsko-tamnavski basen na zapadu od velikomoravskog na istoku (Marović et al., 2007). U neotektonskom planu Srbije izdvojen je kao Avalsko-orešačka struktura. Generalnu morfologiju strukture uredila su spuštanja po rasedima pružanja SSZ-JJI, na istočnom obodu, i po rasedima pružanja SZ-JI, na zapadnom obodu. Interna separacija kontrolisana je rasedima pružanja SI-JZ, koji razdvajaju pozitivne morfostrukture: blok Avala-Koviona i blok Kosmaja od depresija: rova Venčane-Belosavci, belopotočkog rova, basena Mladenovca i arandelovačkog basena.

3.2.6 Kolubarsko -tamnavski basenski prostor

Depresija smeštena južno od Save, okružena izdignutim morfostrukturama: Avalsko-orešačkom strukturom, bukuljskim i peštanskim blokom i horstom Svileuva-Trstenica, izdvojena je kao kolubarsko-tamnavski basen. Otvaranje basenskog prostora otpočelo je u otnang-karpatu, a nastavilo se kroz baden, do u pleistocen. Najveći iznos spuštanja u kolubarsko-tamnavskom basenu je u njegovom istočnom delu i iznosi preko 1700 m (Marović et al., 2007).

3.2.7 Gročansko-jasenički rov

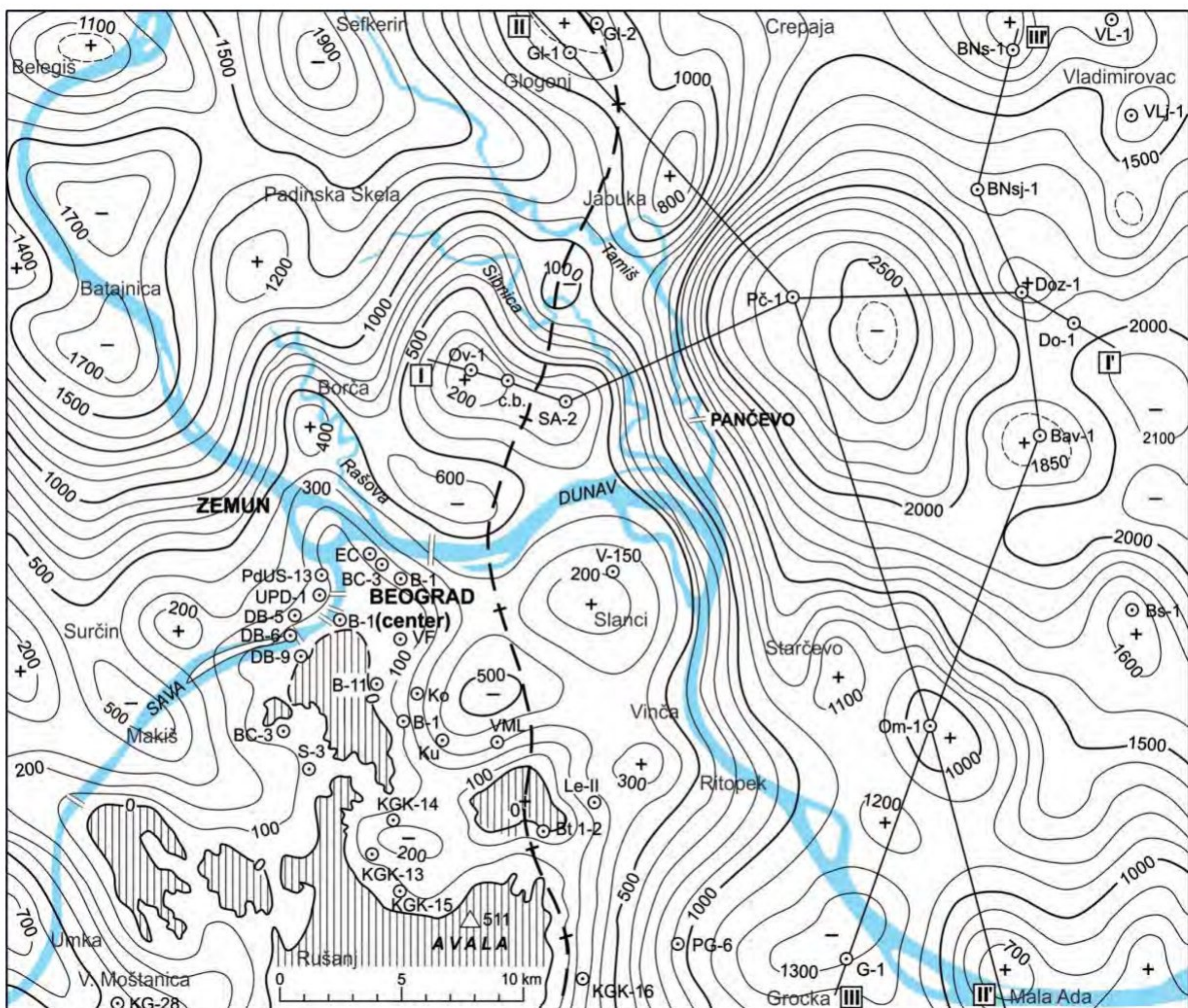
U severozapadnom delu velikomoravskog rova, tokom neotektonske etape formirana je složena depresiona struktura označena kao Gročansko-jasenički rov. Pruža se od Dunava na severu do Gledićkih planina, na jugu. Sadašnja rovovska konfiguracija posledica je spuštanja po neotektonski reaktiviranim longitudinalnim rasedima pružanja S-J. Rovovska struktura separisana je poprečnim i dijagonalnim rasedima na nekoliko manjih neotektonskih struktura. Maksimalna neotektonska spuštanja su preko 1400 metara.

3.3 Strukturna karta podine neogenih sedimenata južne periferije Panonskog basena

Struktura podine neogenih sedimenata južne periferije Panonskog basena rezultat je oligocensko-miocenske subsidencije. Marinović i Rundić (2020) daju podatke o strukturi podine basena i strukturama razvijenim u neogenim sedimentima (Slika 7). Morfologija podine neogena je složena. Najdublji delovi basena u okolini Beograda nalaze se kod Batajnice gde je podina neogena na dubinama do -1700 m. Kod Zemuna dubina granice neogena i starijih jedinica je između -1000 i -500 m. Na Novom Beogradu je na dubini od -500 m. Kod ušća Save u Dunav granica neogena i podinskih mezozojskih formacija nalazi se između -200 i -50 m.

Područje centralnog Beograda nalazi se na uzdignutoj strukturi čiji produžeci se nalaze i u području Panonskog basena. Unutar Panonskog basena nalaze se

uzvišenja Borča (-400 m), Ovča-Sakule (-200 m), Slanci (-200 m) i Vinča (-300 m). Južno od Beograda vidi se depresija sa dubinom do granice neogena na -500 m. Severno od Dunava nalazi se depresija sa dubinom do mezozojskih formacija od oko -600 m. Na potezu Jabuka-Pančevo-Veliko Selo prepoznaje se velika denivelacija podine neogena, ukazujući na položaj velikog gravitacionog raseda. Na ovom rasedu spuštено je istočno krilo do dubina do oko -2000 m. Ovako složena struktura podine neogena ukazuje na značajna neotektonska oblikovanja graničnog područja između spuštenog Panonskog basena i uzdignutog šumadijskog pobrđa (Marović et al., 2007; Matenco and Radivojević, 2012).



Slika 7. Karta izopaha neogena okoline Beograda (Marinović and Rundić, 2020).

4 Metode istraživanja

Za potrebe interpretacije neotektonskih struktura severne Šumadije izvedena je kvantitativna i kvalitativna analiza područja praćena analizom satelitskih snimaka i poređenjem rezultata sa publikovanim podacima i interpretacijama neotektonskih struktura istraživanog područja.

4.1 Kvantitativne metode istraživanja

Kvantitativne metode istraživanja obuhvataju one metode koje se zasnivaju na prikupljanju merljivih podataka koji se koriste za izradu statističkih modela i nakon toga se tumače. U ovom radu biće primenjena metoda analize energije reljefa, a dobijeni podaci će biti predstavljeni rozetom sa statističkim elementima pružanja neotektonski aktivnih rasednih područja.

4.1.1 Analiza energije reljefa

Analiza energije reljefa je metoda koja se zasniva na sistematskom utvrđivanju visinske razlike između najviše i najniže tačke na jediničnoj površini. Ovi podaci se zatim koriste za izradu karte energije reljefa i karte prvog trenda energije reljefa.

Preko topografske osnove razmere 1:50 000 je formirana mreža jediničnih površina koje obuhvataju prostor od 1 km². Unutar svake jedinične površine je utvrđena najviša i najniža tačka. Ovi podaci su korišćeni za dobijanje visinske razlike date jedinične površine prema formuli $\Delta h = h_{\max} - h_{\min}$. Sledeći korak predstavlja izračunavanje vrednosti anomalije za svaku jediničnu površ korišćenjem fomule $a = \Delta h - \Delta h_{\text{sr}}$. U ovoj formuli Δh_{sr} predstavlja referentni nivo koji se dobija iz srednje vrednosti Δh svih jediničnih površina na karti.

Ucrtavanjem tačaka u centru svake jedinične površine i obeležavanjem vrednosti anomalije za datu površinu je dobijena mreža podataka. Interpolacijom ove mreže podataka u Surfer programu je iscrtana karta energije reljefa. Kako ova

karta prikazuje više različitih uticaja na reljef, osim neotektonske aktivnosti, pristupljeno je izradi karte prvog trenda energije reljefa.

Svrha izrade karte prvog trenda energije reljefa je statističko uklanjanje svih drugih uticaja na podatke koji su dobijeni kartom energije reljefa. Za kvadrate površi 3*3 jediničnih površina je računata srednja vrednost anomalije. Ovaj princip primenjen je na celoj površini karte, pomeranjem kvadrata 3*3 za po jedan kvadrat jedinične površine u horizontalnom i vertikalnom pravcu. Na ovaj način dobijena je nova mreža osrednjenih vrednosti anomalija, koja je na isti način iskorišćena za dobijanje karte prvog trenda energije reljefa.

4.1.2 Izrada rozete pružanja rasednih sistema

Na osnovu orijentacije gušćih ravnih segmenata izolinija na karti prvog trenda energije reljefa su interpretirane pozicije neotektonski aktivnih raseda. Ovi rasedi su podeljeni na segmente dužine 100 m (u razmeri), a zatim je za svaki segment meren azimut pružanja. Dobijeno je 2615 merenja, a ovi podaci su iskorišćeni za izradu rozeta orijentacije neotektonski aktivnih rasednih sistema u programu TectonicsFP. Na ovaj način su statistički dobijene orijentacije glavnih rasednih sistema.

4.2 Kvalitativne metode istraživanja

Kvalitativne metode istraživanje predstavljaju metode koje su opisnog karaktera, a bez računski dobijenih podataka. U ovom radu su primenjene vizuelna analiza topografske karte i vizuelna analiza satelitskog snimka.

4.2.1 Vizuelna analiza topografske karte

Vizuelna analiza topografske karte u ovom radu predstavlja preliminarno upoznavanje sa istraživanim prostorom i procena verovatnih lokacija i orijentacija rasednih sistema. Metoda se sastoji iz analize gusto zbijenih i izduženih sistema izohipsi koji su najčešće vezani za rečne doline i grebene. Na osnovu ove analize interpretirane su pozicije neotektonski aktivnih raseda. Interpretirani rasedi su

podeljeni na odsečke dužine po 100 m (u razmeri). Dobijeno je 3260 merenja koja su iskorišćena za izradu rozeta pružanja neotektonskih raseda identifikovanih analizom fotogrametrijskih topografskih karata.

4.2.2 Vizuelna analiza satelitskog snimka

Vizuelna analiza satelitskog snimka u ovom radu je dodatni vid upoznavanja prostorne distribucije regionalnih rasednih struktura. Metoda je zasnovana na uočavanju linijskih tektonskih struktura analizom promena u reljefu i litologiji, orijentacije većih rečnih dolina uz korelaciju identifikovanih raseda sa ranije prepoznatim strukturama. Interpretirani trasedi su i ovde podeljeni na odsečke čija orijentacija je merena i analizirana. Kao rezultat sdtatističke obrade podataka dobijena je rozeta sa 4083 merenja.

4.2.3 Uporedna analiza statističkih dijagrama

Nakon generisanja rozeta dijagrama za prvi trend energije reljefa, i za vizuelnu analizu topografske karte i satelitskog snimka, pristupljeno je korelaciji tektonskih struktura izdvojenih kvalitativnim i kvantitativnim metodama.

5 Rezultati proučavanja neotektonskih struktura severne Šumadije

5.1 Analiza energije reljefa

Najviše nadmorske visine nalaze se na centralnoistočnom i jugoistočnom delu karte. U ovim delovima nadmorske visine dostižu 300 m, a najviše prevazilaze 500 m. Najniže nadmorske visine su uočene u severnom i severozapadnom delu karte i visine su im ispod 100 m.

Posmatrajući kartu energije reljefa (Prilog 1) može se uočiti da su najveće energije reljefa, a time i najveći intenziteti izdizanja, u centralno istočnom i jugoistočnom delu karte sa iznosima od preko 100 m.

Srednja energija reljefa je najdominantnija na ovom području sa iznosima intenziteta izdizanja do 50 m, uočena je jednim delom na jugoistočnom i istočnom delu karte, dok je većim delom prisutna na centralnom i južnom delu karte. Ovakav sklop ukazuje i na prisustvo erozije i akumulacije u zavisnosti od odnosa prema susednim prostorima, a što je u skladu sa kategorizacijom prostora kao oblasti srednje energije ili blažeg izdizanja.

Najveći intenziteti spuštanja sa iznosima od -50 mogu se uočiti u severozapadnom i jugozapadnom delu karte. Oblasti visokog intenziteta spuštanja na zapadnim delovima karte su na OGK najčešće predstavljeni miocenskim sedimentima što je dodatna potvrda kategorizaciji ovog dela terena kao prostora povišene akumulacije.

Maksimalna razlika energije reljefa prisutna je u severozapadnom, centralnom, jugoistočnom i severoistočnom delu karte i iznosi 50 m.

Izradom prvog trenda energije reljefa su otklonjeni litološki činioci i geomorfološki uticaji na razvoj terena, čime je omogućeno tumačenje sklopa terena u neotektonskom smislu.

Najniže energije reljefa na karti prvog trenda su prisutne u severoizapadnom delu karte, u vrednostima od -25 do -75 koje ukazuju na relativno spuštanje terena. Najviše vrednosti energije reljefa su u centralnoistočnom delu karte sa vrednostima od 25 do 80 i u južnom delu karte sa vrednostima od 25 do 150 i one predstavljaju izdizanje (Prilog 2).

Veće gustine zaravnjenih delova izohipsi mogu se pronaći u svim delovima karte i najčešće orijentacije su SZ-JI i SI-JZ (Slika 7), a predstavljaju moguće neotektonski aktivne strukture.

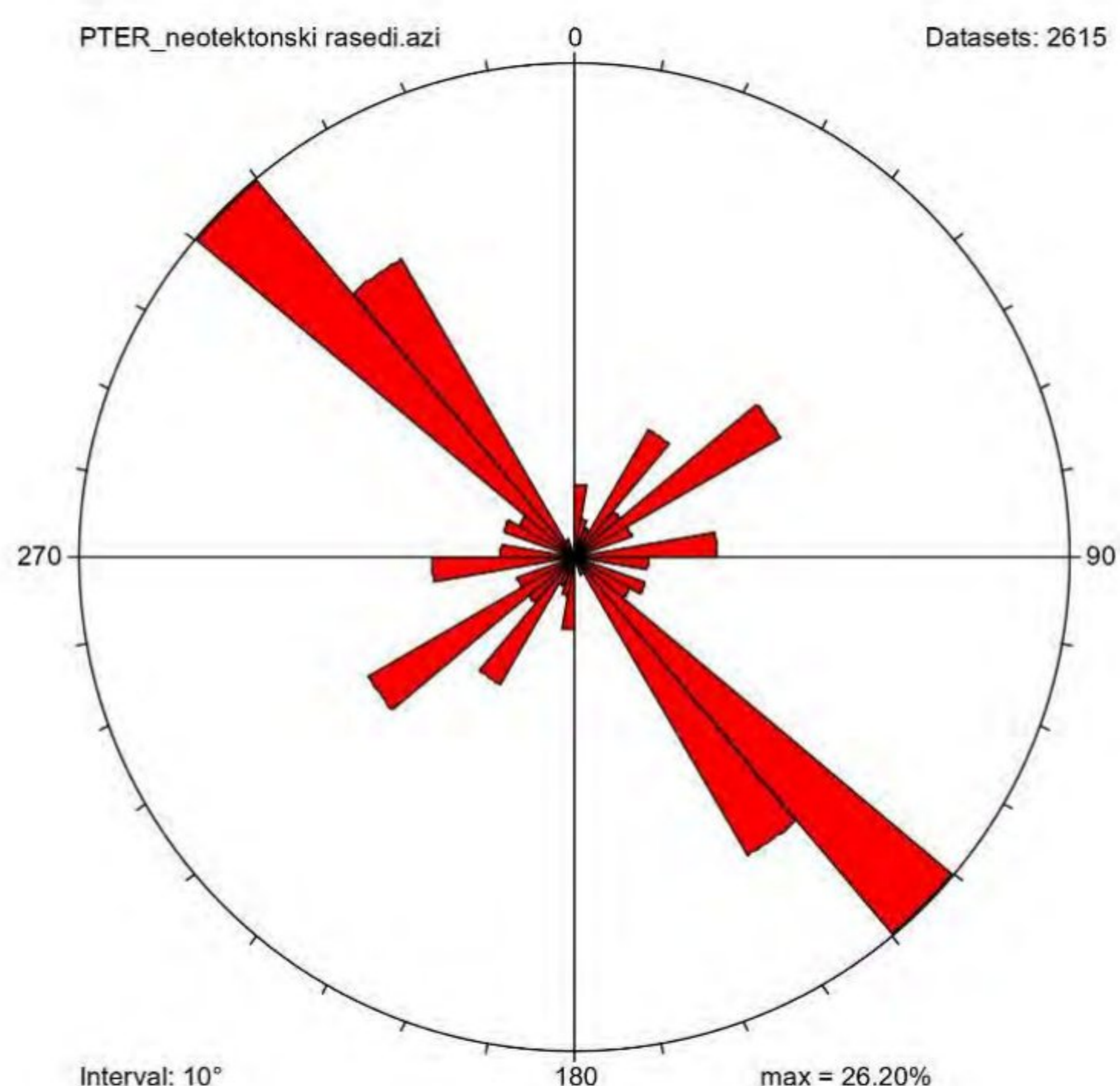
5.2 Vizuelna analiza topografske karte i satelitskog snimka

Na topografskoj karti i satelitskom snimku vidljivi su interpretirani rasedi na celoj površini karte, osim u severozapadnom delu koji je odvojen Savom (Prilog 3, Prilog 4).

Na prikazanim kartama uočljivi su dominantni pravci pružanja raseda SZ-JI i SI-JZ, uz manji broj raseda različitog pružanja od dva glavna. Rasedi oba glavna pravca pružanja su prisutni u svim delovima karte.

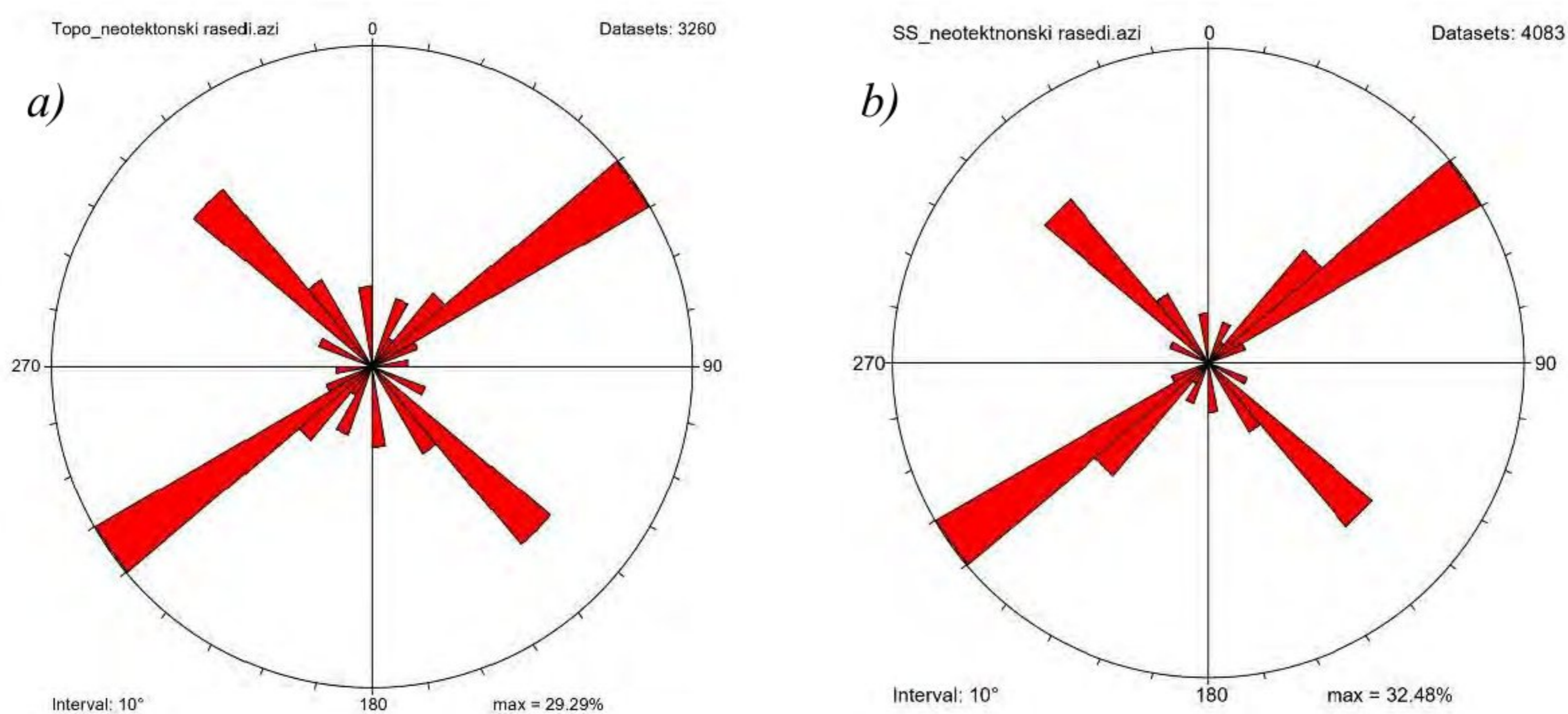
5.3 Uporedna analiza kvalitativnih i kvantitativnih statističkih dijagrama

Posmatranjem rozete prvog trenda nagiba padina (Slika 7) dobijeni su dominantni pravci pružanja rasednih struktura po pravcima sa maksimumom 130° (310°) – 150° (330°) i submaksimumom 50° (230°) – 60° (240°). Ovi podaci, dobijeni statističkom obradom pravca pružanja raseda na karti prvog trenda energije reljefa (Prilog 2), ukazuju na pravac neotektonske aktivnosti SZ-JI i SI-JZ.



Slika 7. Rozeta pružanja neotektonski aktivnih raseda na osnovu analize prvog trenda energije reljefa

Rozete pružanja raseda na topografskoj karti i satelitskom snimku pokazuju maksimum pružanja po pravcu 50° (230°) - 60° (240°) i submaksimum po pravcu 130° (310°) - 140° (320°) (Slika 8). Iz podataka kvalitativne analize su kao pravci pružanja rasednih struktura utvrđeni pravci pružanja SI - JZ.



Slika 8. Rozete pružanja neotektonski aktivnih raseda na osnovu analize topografske karte (a) i satelitskog snimka (b)

Razlika maksimuma i submaksimuma između analize prvog trenda energije reljefa sa jedne strane i analize topografske karte i satelitskog snimka sa druge se može objasniti većom rezolucijom podataka analiziranih na topografskim osnovana

i satelitskom snimku, što je rezultiralo i daleko većim brojem analiziranih podataka, u odnosu na morfometrijsku analizu. Kod kvantitativne geomorfološke analize se u obzir uzimaju podaci prvog trenda energije reljefa koji su redukovani i daju manji broj podataka za finalnu statističku obradu.

Objektivno posmatrano kao rezultat svih primenjenih metoda ističu se dva sistema neotektonski aktivnih raseda pravca pružanja SI-JZ i SZ-JI.

7 Diskusija i sinteza rezultata proučavanja neoalpske evolucije severne Šumadije

Utvrđeni pravci neotektonske aktivnosti su korelativni sa prepoznatim rasednim strukturama šireg područja južnog dela Panonskog basena i peripanonskog područja.

Grupa raseda opšteg pružanja SZ – JI podudarna je sa velikim brojem gravitacionih rasednih sistema čiji se pravci pružanja kreću od SZ –JI do S – J. Ovi rasedni sistemi okružuju horstovsko-rovovske strukture šireg peripanonskog područja, posebno Podrinjsko-kolubarskog strukturnog niza i Avalsko-orešačkog sistema struktura. Rasedni sistemi ovakvog tipa pružaju se od Horsta Cera i Mačvanskog rova na zapadu, preko Horsta Svileuva-Trstenica, Kolubarsko-tamnavskog basena i Račansko-kolarske grede, do Crnovrškog, Juhorskog i Poslonskog horsta (Marović, 2001). Severno od istraživanog prostora, ekvivalenti ovih struktura se mogu naći u rasednim sistemima pružanja S – J koji ograničavaju gredu Beograd – Orlovat.

Analizom utvrđeni rasedni sistemi pružanja SI – JZ podudarni su sa velikim brojem rasednih sistema istog ili sličnog pružanja na istraživanom području i njegovoj okolini. Ovi rasedni sistemi separišu postojeće horstovsko-rovovske strukture i kreiraju složenu blokovsku strukturu ovog područja. Dodatno, po ovim rasedima je izvedena i subbasenska separacija depresija i uzvišenja južne periferije Panonskog basena (Marinović i Rundić, 2020) Ova grupa raseda se zbog prostornih odnosa prema rasedima pružanja SZ – JI do S – J, koje separišu, može smatrati nešto mlađim sistemom struktura.

Sistemi starije grupe raseda su genetski vezani za rasedne sisteme iz perioda krede i ranog paleogena, tokom koga je usled kompresionog režima koji je egzistirao između ploča afričkog i evropskog afiniteta na mestu Sava suture došlo do zatvaranja Neotetisa (Schmid et al., 2008; Toljić et al., 2018). Ovi rasedi su tokom kasnije neogene ekstenzije reaktivirani kao gravitacioni.

Reaktivacija starije grupe raseda i generisanje mlađih su povezani sa procesima ekstenzije panonskog prostora. Lokalno, ovi procesi su uslovljeni rotacijom južnih Karpata zajedno sa Apuzenima u smeru kazaljke na satu sa jedne strane i rotacijom Dinarida sa druge. Ovi mehanizmi su posledica subdukcije i rolbeka subdukovane okeanske kore u domenu Dinarida i Karpata (Matenco i Radivojević, 2012).

8 Zaključak

Područje severnog dela Šumadije prostor je geoloških istraživanja od XX veka. Osim istraživanja u svrhu izrade Osnovne geološke karte, vršena su i druga istraživanja u okviru proučavanja tektonike i basenske evolucije Panona, Alpa i Karpato-balkanida.

U radu su razmatrani litostratigrafski sastav i tektonski sklop ovog dela terena, a zasnovani na postojećim podacima i mišljenjima navođenih autora. Podaci o tektonskom sklopu su dopunjeni i potvrđeni analizom energije reljefa, a kao kontrolne metode su korišćene analize topografske osnove i satelitskog snimka.

Utvrđeni glavni rasedni sistemi pružanja SZ – JI i SI – JZ, korelativni su sa rasednim sistemima iste orijentacije na širem prostoru, a koji su genetski vezani za procese neogene ekstenzije i otvaranja Panonskog basena. Rasedima pružanja SZ-JI definisane su granice između uzdignutog šumadijskog pobrđa i spuštenog Panonskog basena. Rasedi pružanja SI-JZ su kontrolisali dalju neotektonsku separaciju pozitivnih i negativnih morfostruktura kako u području šumadijske grede, tako i u domenu Panonskog basena. Dodatno, analizirani podaci omogućavaju i diskusiju međusobnog odnosa i relativne starosti ova dva sistema na osnovu njihovog prostornih odnosa. Prema tom odnosu stariji je sistem neotektonskih struktura pružanja SZ – JI, koji su pretežno reaktivirane starije strukture. U odnosu na ove rasede mlađi su sistemi raseda pružanja SI – JZ koji presecaju rasede pravca pružanja SZ-JI.

Ovde prezentirani rezultati su osnovne informacije o neotektonski aktivnim strukturama severne Šumadije. Za preciznije definisanje položaja i kinematike neotektonskih raseda u nastavku istraživanja bi trebalo izvesti opsežna terenska i laboratorijska istraživanja.

9 Zahvalnost

Srdačno se zahvaljujem prof. dr Marinku Toljiću na pomoći pri odabiru teme diplomskog rada, konsultacijama i sugestijama. Takođe bih se zahvalio prof. dr Branislavu Triviću i prof. dr Urošu Stojadinoviću na podršci u izradi ovog rada.

10 Reference

- Anđelković M., 1973: Geologija mezozoika okoline Beograda. Geološki zavod univerziteta u Beogradu, 1-142, Beograd.
- Anđelković M., 1977: Geologija Srbije II-3, stratigrafija kenozoik. Zavod za regionalnu geologiju i paleontologiju Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu, 442 str. Beograd.
- Anđelković M., 1987: Geologija šire okoline Beograda I, geologija i geodinamika. Zavod za regionalnu geologiju i paleontologiju Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu, 428 str. Beograd.
- Beograd.rs. URL: <https://www.beograd.rs/lat/upoznajte-beograd/1027-geografski-polozaj/> (13.09.2023.)
URL: <https://www.beograd.rs/lat/upoznajte-beograd/1031-prirodne-karakteristike/> (13.09.2023.)
- Bragin, N.Yu., Bragina, L.G., Djerić, N., Toljić, M., 2011. Triassic and Jurassic radiolarians from sedimentary blocks of ophiolite m'lange in the Avala Gora area (Belgrade surroundings, Serbia), Stratigraphy and geological correlation, vol. 19, No. 6, pp. 631-640.
- Brković, T., Radovanović, Z., Pavlović, Z., 1979. Osnovna geološka kartu SFRJ 1:100000, list Kragujevac L 34-138, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Brković, T., Radovanović, Z., Pavlović, Z., 1980. Tumač za Osnovnu geološku kartu SFRJ 1:100000, list Kragujevac L 34-138, Savezni geološki zavod, Beograd, 80 pp.
- Čanović, M. i Kemenci, R., 1988. Mezozoik podine Panonskog basena u Vojvodini - stratigrafija i facije, magmatizam, paleogeografija. Matica Srpska, Novi Sad, 337 pp.

- Dimitrijević, M.D., 1995. Geologija Jugoslavije, Geoinstitut, Bares, 205 str., Beograd.
- Dimitrijević M. & Dimitrijević M., 2009: The Lower Cretaceous Paraflysch of the Vardar Zone: composition and fabric. *Geološki anali Balkanskog poluostrva* knj. 60, Beograd.
- Filipović, I. i Rodin. V., 1980. Tumač za Osnovnu geološku kartu SFRJ 1:100000, list Obrenovac L 34-125, Savezni geološki zavod, Beograd, 64 pp.
- Filipović, I., Rodin. V., Pavlović, Z., Marković, B., Milićević, M. i Atin, B., 1979. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Obrenovac L 34-125, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Ivković, A., Vuković, A., Nikolić, J., Kovačević, D., Palavestrić, Lj., Petrović, V., Jovanović, Lj., Trifunović, R. i Sibinović, Lj., 1971. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Pančevo L 33-125, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Ivković, A., 1975. Tumač za Osnovnu geološku kartu SFRJ 1:100000, list Pančevo L 33-125, Savezni geološki zavod, Beograd, 48 pp.
- Karamata S., Knežević V., Cvetković V., Srećković D., and Marcenko T., 1999: Upper Cretaceous trachydacites south of Belgrade -a contribution for the knowledge of the andesitic volcanism in the northern part of the Vardar zone composite terrane. *Acta Mineralogica-Petrographica*, XL, Szeged.
- Karamata, S., Krstić, B., Dimitrijević, M.D, Filipović, I., Dimitrijević M.N., Knežević, V., 1994: Terranes between the Adriatic and the Carpatho-Balkan arc. *Buletin CVIII de l'Acad. Serbe des Sciences et des Arts, Classe des Sciences mathem. et naturelles*, 34, Beograd.
- Karamata S. and Krstić B., 1996: Terranes of Serbia and neighbouring areas., *Terranes of Serbia*, Eds: Knežević v. & Krstić B., Belgrade.

- Marinović, Đ. and Rundić, Lj., 2020. Depth geological relations of the wider area of Belgrade - based on the wells and geophysical data. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 81(2), Belgrade.
- Marković, B., Veselinović, M., Obradinović, Z., Anđelković, J., Atin, B. i Kostadinov, D., 1985a. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Beograd K 34-113, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Marković, B., Veselinović, M., Anđelković, J., Stevanović, P., Roglič, Č. i Obradinović, Z., 1985b. Tumač za Osnovnu geološku kartu SFRJ 1:100000, list Beograd K 34-113, Savezni geološki zavod, Beograd, 52 pp.
- Marović, M., 2001. *Geologija Jugoslavije*. Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 230 pp.
- Marović, M., Toljić, M., Rundić, Lj., and Milivojević, J., 2007. *Neoalpine Tectonics of Serbia*. Serbian Geological Society, Ser. Monographies, Belgrade. 87 p. and map.
- Matenco, L., Radivojević, D., 2012. On the formation and evolution of the Pannonian Basin: Constraints derived from the structure of the junction area between the Carpathians and Dinarides. *Tectonics* 31, TC6007.
- Pamić, J., 2002. The Sava-Vardar Zone of the Dinarides and Hellenides versus the Vardar Ocean. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 95 (1), 99–113.
- Pavlović, Z., 1980. Tumač za Osnovnu geološku kartu SFRJ 1:100000, list Smederevo L 34-126, Savezni geološki zavod, Beograd, 52 pp.
- Pavlović, Z., Marković, B., Atin, B., Dolić, D., Gagić, N., Marković, O., Dimitrijević, M.N. i Vuković, M., 1979. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Smederevo L 34-126, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Schmid, M.S., Bernoulli, D., Fugenschuh B., Matenco, L., Schefer, S., Schuster, R., Tischler, M. & Ustaszewski, K. 2008: *The Alpine-Carpathian-Dinaridic*

orogenic system: correlation and evolution of tectonic units. *Swiss Journal of Geosciences*, 101 (1): 139–183.

Schmid, S.M., Fügenschuh, B., Georgiev, N., Kounov, A., Mañenco, L., Nievergelt, P., Oberhänsli, R., Pleuger, J., Schefer, S., Schuster, R., Tomljenovic, B., Ustaszewski, K. and van Hinsbergen, D.J.J., 2020. Tectonic units of the Alpine collision zone between Eastern Alps and western Turkey. *Gondwana Research*, 78, 308-374. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2019.07.005>

Sokol, K., Prelević, D., Romer, R.L., Božović, M., van den Bogaard, P., Stefanova, E., Kostić, B. and Čokulov, N. 2020: Cretaceous ultrapotassic magmatism from the Sava–Vardar Zone of the Balkans. *Lithos* 354–355, 105268, <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2019.105268>

Stevanović, P., 1977. Miocen Beograda, beogradskog dunavskog ključa i Posavine, u Petković, K. (ur.) *Geologija Srbije, 2/3 Kenozoik*, Zavod za regionalnu geologiju i paleontologiju, RGF, Beograd.

Stevanović P., 1982: *Istorijska geologija – Kenozoik*. Zavod za regionalnu geologiju i paleontologiju, Beograd.

Toljić M., 2006: *Geološka građa centralne vardarske zone između Avale i Kosmaja*. Doktorska disertacija, manuskript, RGF, Beograd.

Toljić, M., Matenco, L., Stojadinović, U., Willingshofer, E., Ljubović-Obradović, D., 2018. Understanding fossil fore-arc basins: Inferences from the Cretaceous Adria-Europe convergence in the NE Dinarides, *Global and Planetary Change*, Volume 171, doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.01.018., pp. 167-184. Elsevier, Amsterdam.

Toljić, M., Stojadinović, U. and Krstekanić, N., 2019. Vardar Zone: New insights into the tectono-depositional subdivision. *Proceedings of the II Congress of Geologists of Bosnia and Herzegovina*, October 2-4, Laktaši, Bosnia and Herzegovina, 60-73.

Toljić, M., Glavaš-Trbić, B., Stojadinović, U., Krstekanić, N., and Srećković-Batoćanin, D., 2020. Geodynamic interpretation of the Late Cretaceous syn-depositional magmatism in central Serbia: Inferences from biostratigraphic and petrographical investigations. *Geologica Carpathica*, 71, 6, 526-538. <https://doi.org/10.31577/GeolCarp.71.6.4>

Vasković, N., Matović, N., 1996. Tercijarne vulkanske stene Avale. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, knj. LX, Beograd.

Znanje.org. URL: <https://www.znanje.org/i/i29/09iv01/09iv0115/Polozaj.htm>
(13.09.2023.)

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ ЗАВРШНОГ РАДА

Име и презиме студента Душан Новаковић

Број индекса Г632/18

Изјављујем

да је завршни рад под насловом

Неоалпска тектоника северне Шумадије

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да завршни рад у целини ни у деловима није био предложен за стицање друге дипломе на студијским програмима Рударско-геолошког факултета или других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, септембар 2023.

Потпис студента

ИЗЈАВА
О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ
ЗАВРШНОГ РАДА

Име (име родитеља) и презиме студента Душан (Јасмина) Новковић

Број индекса Г632/18

Студијски програм геологија

Наслов рада Неоалпске тектонике северне Шумедије

Ментор Маришко Толић

Изјављујем да је штампана верзија мог завршног рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради одлагања у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити у електронском каталогу и у публикацијама Рударско-геолошког факултета.

У Београду, септембар 2023

Потпис студента

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ ЗАВРШНОГ РАДА

Овлашћујем библиотеку Рударско-геолошког факултета да у Дигитални репозиторијум унесе мој завршни рад под насловом:

Неоркапска тектоника северне Шумадије

који је моје ауторско дело.

Завршни рад са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Мој завршни рад одложен у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета је (заокружити једну од две опције):

- I. редуковано доступан кроз наслов завршног рада и резиме рада са кључним речима;
- II. јавно доступан у отвореном приступу, тако да га могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се уз сагласност ментора одлучио/ла.
 1. Ауторство (CC BY)
 2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
 3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
 4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
 5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
 6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве.)

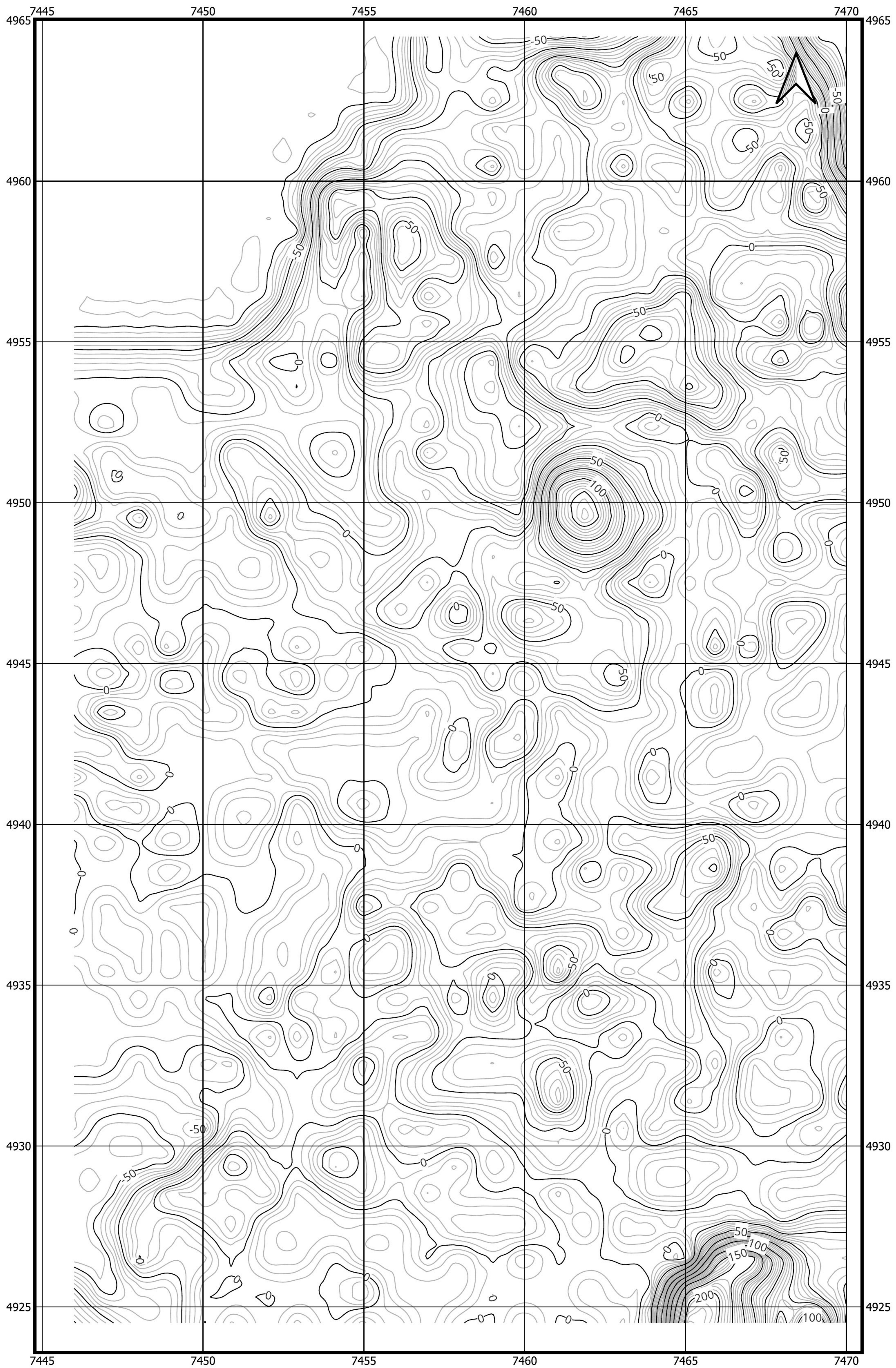
У Београду, септембар 2023.

Потпис ментора

Потпис студента

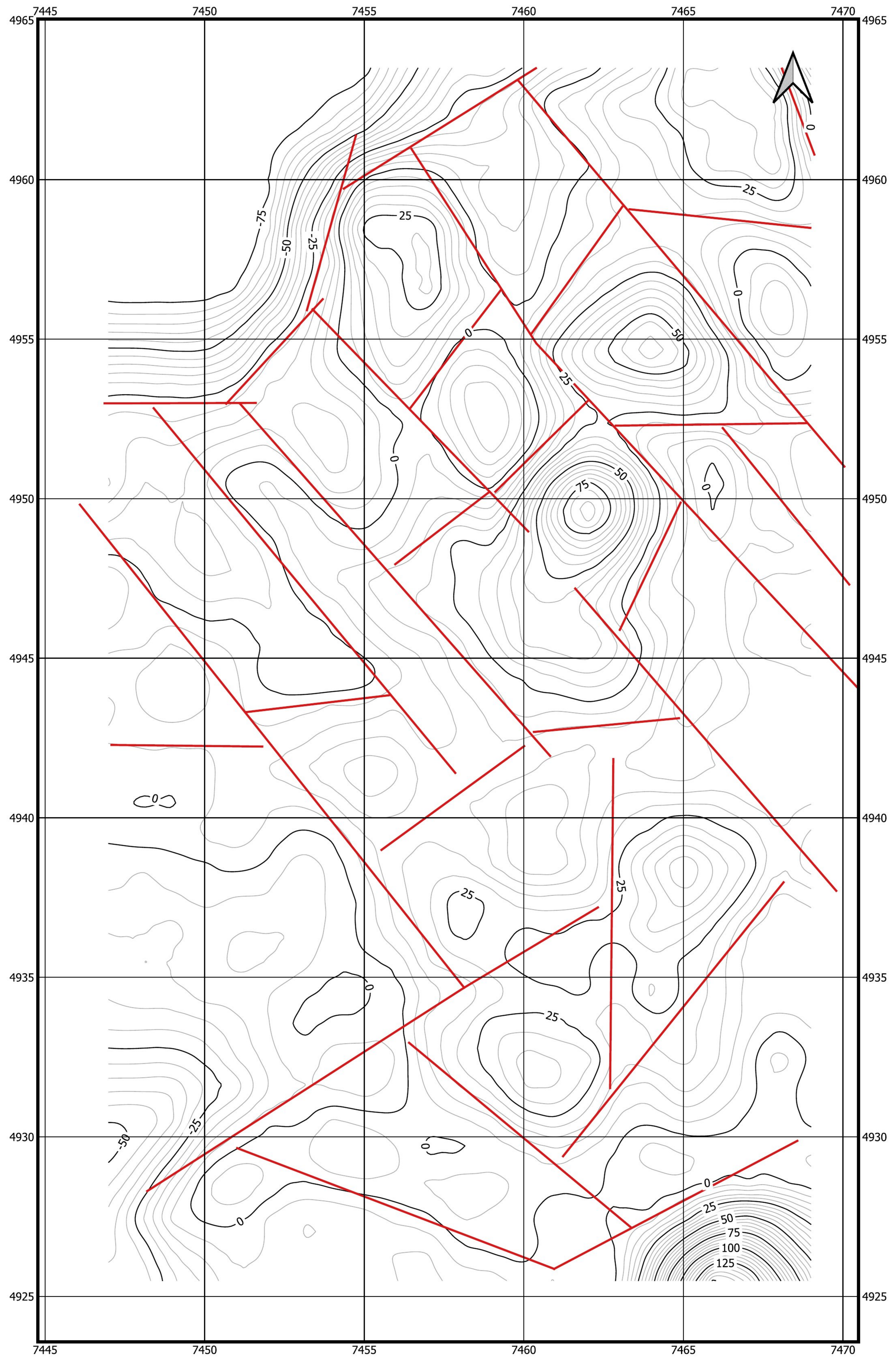
Prilog 1: Karta energije reljefa - Beograd i okolina

1:100.000



Prilog 2: Karta neotektonski aktivnih raseda detektovanih na osnovu prvog trenda energije reljefa - Beograd i okolina

1:100.000

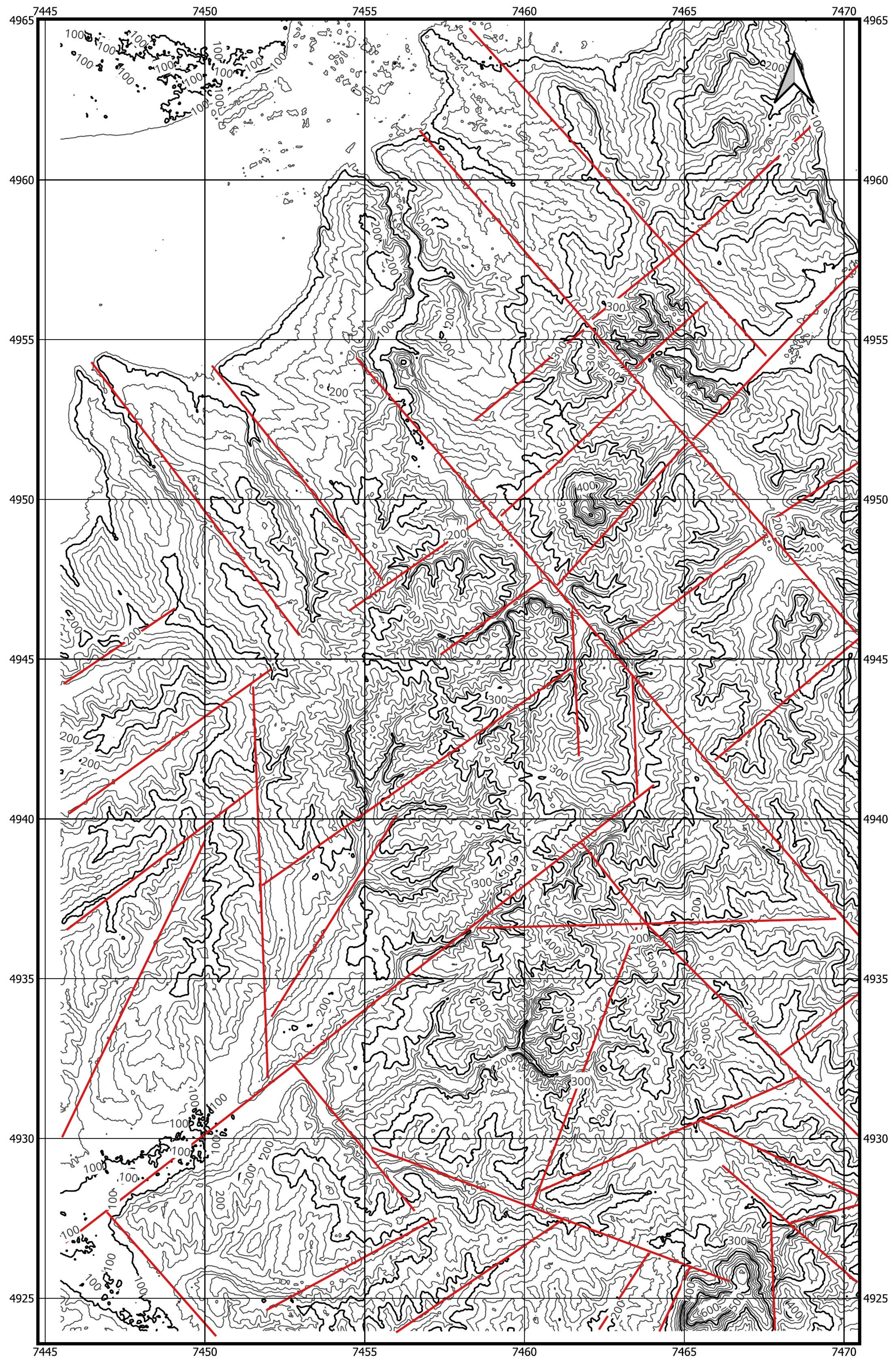


Legenda

— Neotektonski aktivan rased

Prilog 3: Karta neotektonski aktivnih raseda detektovanih na osnovu morfoznakova neotektonske aktivnosti - Beograd i okolina

1:100.000

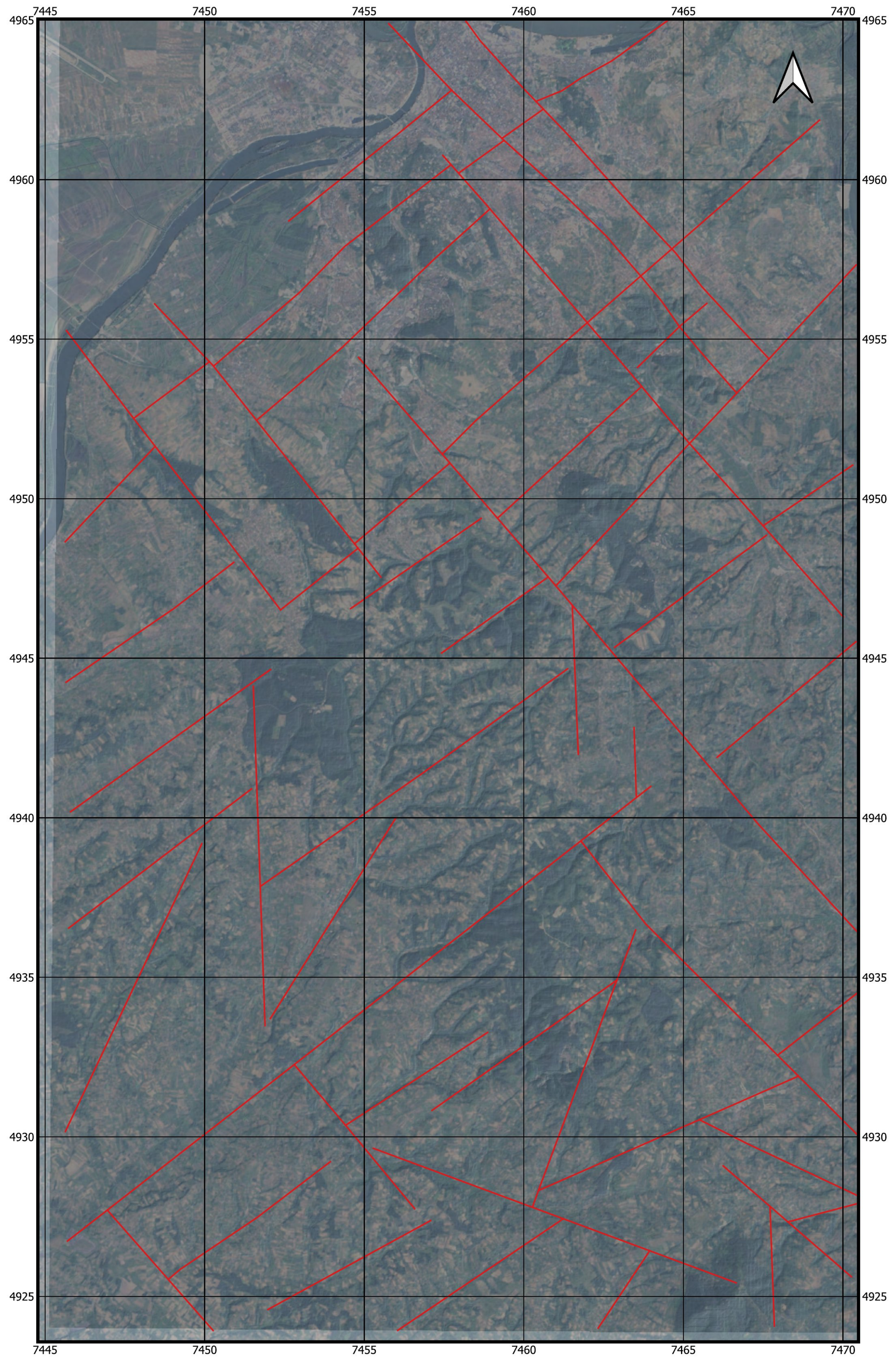


Legenda

— Neotektonski aktivan rased

Prilog 4: Karta neotektonski aktivnih raseda detektovanih na osnovu satelitskog snimka - Beograd i okolina

1:100.000



Legenda

— Neotektonski aktivan rased