

HIDROMORFOLOŠKE ZNAČAJKE ZAGREBAČKE OKOLICE*

Josip Riđanović

Uvod. Vode i reljef su dva značajna elementa prirodne osnove u zagrebačkoj regiji. U posebnim radovima¹ temeljito su obrađene osobine i glavne karakteristike ovih izuzetno važnih elemenata koji u mnogome određuju prostornu sliku i na odgovarajući način utječu na značenje izdvojenog prostora.

Citirani radovi predstavljaju svaki za sebe, dakle pojedinačno, odgovarajuću problematiku kao određenu cjelinu. Tako su vode obrađene s hidrološkog aspekta, reljef opravdano tretiran kao najmarkantniji i najdinamičniji dio prostornog kompleksa, a sastav i građa kao geološka osnova.

Svrha ovog rada je da međusobno objedini te različite komponente prostornog kompleksa i uskladi ih s najnovijim rezultatima hidrogeoloških istraživanja,² kao i to da istakne praktične zaključke.

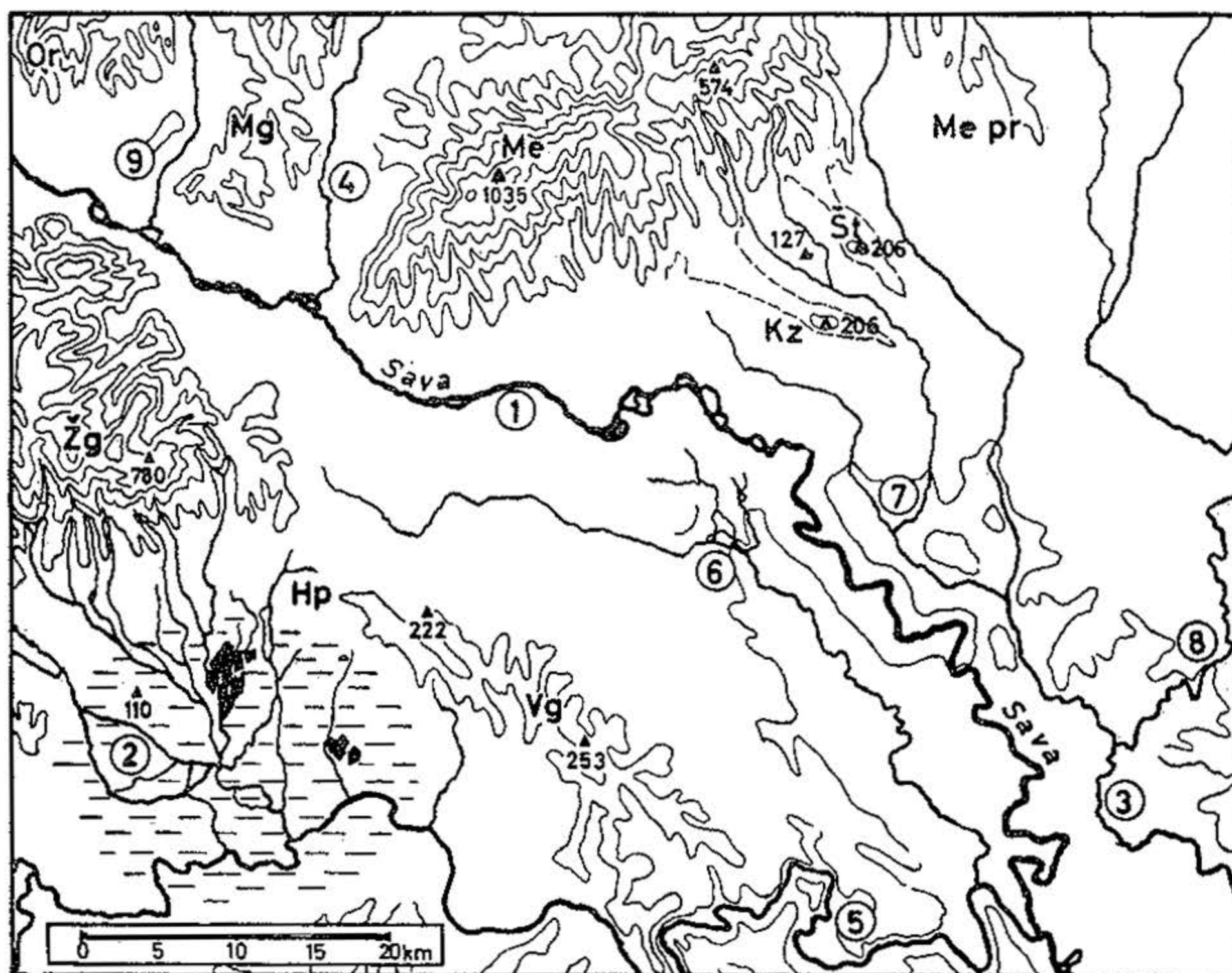
Ostvarenje tih zamisli omogućeno je komparativnim istraživanjima, tj. uporednim promatranjem glavnih tekućica i osnovnog reljefa u užoj okolini grada Zagreba. Zatim su detaljnijom sistemati-

*) Rad je izvod iz opsežnije problematike koju je autor pod naslovom »Vode i reljef u regiji Zagreba« priredio za Geografski institut PMF-a 1965. g, zapravo za Skupštinu grada Zagreba u okviru idejne studije regionalnog urbanističkog plana, osvježen naknadnim istraživanjima, koja su samo djelomice objavljena, a pretežno su hidrogeološkog karaktera.

1) a) M. Friganović: Vode zagrebačke regije. Geografski institut PMF-a, 1964. g. b) J. Roglić: Elementi i dinamika reljefa zagrebačke regije, Geografski institut PMF-a, 1963. i c) M. Herak, D. Nedela-Devide: Geologija zagrebačke regije, Geografski institut PMF-a, 1963.

2) a) Raznovrsna hidrogeološka dokumentacija. Institut za geološka istraživanja. Zagreb tokom 1965—67. b) P. Miletić i D. Borčić: Prilog poznavanju podzemnih voda na području Zagreba, Geološki vjesnik 20, Zagreb, 1967. str. 285—190, c) N. Nowinska, P. Miletić, D. Borčić i D. Tufekčić: Prilog poznavanju aluvijalnog vodonosnog horizonta na užem području Zagreba, Geološki vjesnik 20, Zagreb, 1967. str. 293—300, d) P. Miletić: Hidrogeološka studija sjeverne Hrvatske. Doktorska disertacija na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu u Zagrebu 1968.

zacijom analitičkih ispitivanja razlučeni najvažniji elementi reljefa i voda u neposrednoj okolini Zagreba od ostalih tekućica i reljefnih detalja. Posebno su izdvojeni ključni dijelovi reljefa i tekućica, a umjesto uobičajenog rezimea na kraju, izvedeni praktični zaključci. Na taj način i uz pomoć priloženog crteža, pokušao sam cjelovitije i pobliže okarakterizirati hidromorfološku situaciju grada Zagreba i njegove okolice.



Sl. 1. Odnos voda i reljefa u okolini Zagreba

Fig. 1. Hydrography and the relief in the area of Zagreb

- | | |
|------------------|---|
| 1. Sava | Me — Medvednica |
| 2. Crna Mlaka | Žg — Žumberačka gora |
| 3. Lonja | Vg — Vukomeričke gorice |
| 4. Krapina | Mg — Marija goričko pobrđe |
| 5. Kupa | Me-pr — Medvedničko prigorje
(Zelinski sektor) |
| 6. Odra | Or — Orlica |
| 7. Črnc — Zelina | Št — Štakorovec |
| 8. Glogovnica | Kz — Kozinščak |
| 9. Sutla | Hp — Horvatski prag |

Odnos voda i reljefa u užoj okolini Zagreba. Prostorni pojam uže okolice s glavnim elementima voda i reljefa prikazan je na sl. 1. Od voda su uzete u razmatranje slijedeće tekućice: Sava (1), Lonja (3), Krapina (4), Kupa (5), Odra—Lomnica

(6), Črnc—Zelina (7), Glogovnica (8) i Sutla (9), a brojem 2 označen je u cjelini nadromorfološki kompleks Crne Mlake, koji se zapravo sastoji od vodostajnog bazena, susjednih močvarišta i koncentričnog pritjecanja tekućica. U prostoru uže okolice Zagreba reljefno se ističu slijedeći elementi: gore — kao što su Medvednica (Me) i Žumberak (Žg), zatim pobrđa — Vukomeričke gorice (Vg), Marija-goričko pobrđe (Mg), Medvedničko prigorje (Me pr) i Orlića (Or). Posebno su interesantni i mladi morfološki detalji koji se manifestiraju u obliku gredeca, a to su: Štakorovec (Št) i Kozinšćak (Kz) ili blage poviše poput Horvatskog praga (Hp).

Osnovna karakteristika uže okolice Zagreba sastoji se u bogatstvu voda, tj. u velikoj gustoći tekućica i složenom reljefu, koji dolazi do izražaja u prostranim ravninama, pa preko atraktivnih pobrđa, posebno pitomih prigorja, do izdvojenih gora.

Iz međusobnih odnosa dominantnih tekućica i prevladavajućih crta reljefa očito je apsolutno neslaganje, i to ne samo između pojedinih detalja već i u cjelini između voda i reljefa. (v. sl. 1). Izgleda da je ovo opća pojava koja prati predjele mlađeg, alpskog orogena.

Da bi se dobio što bolji i potpuniji uvid u pojedinačne odnose između voda i reljefa, nužno je odgovarajuće elemente razvrstati prema nekim kriterijima. Kriteriji mogu biti veoma različiti, ali čini se, da je elemente najsvrsishodnije lučiti prema važnosti.

Najvažniji elementi voda i reljefa u neposrednoj okolici Zagreba. Sava je nadasve najvažnija rijeka u zagrebačkoj regiji, makar je Zagreb sve donedavna bio grad u prigorju, tačnije pokraj Save. Tek u najnovije vrijeme, i to zahvaljujući tehničkom napretku, grad se počeo širiti prema jugu. Izgradnjom Zagrebackog velesajma i nekoliko novih naselja, počev od Februarskih žrnava (kod ranijeg sela Remetinec) preko Savskog Gaja, Truskog i Sigeta do Zapruđa na južnoj obali Save, grad je prešao rijeku, i suočio se s brojnim nedacama, jer su ravnicaarski predjeli uz Savu gotovo stalno izloženi potencijalnoj opasnosti od visokih savskih voda, još više podzemnih voda o kojima se, nažalost, još uvijek nedovoljno zna.

U hidrološkom smislu od jugoslavenskih rijeka Sava je glavna tekućica s najvećim porječjem, oko 95 000 km², preko kojega se odvodnjavaju ogromna prostranstva, čak 37% ukupnog teritorija SFRJ.³ I cjelokupna regija Zagreba odvodnjava se preko Save. Na taj način Sava je svojevrsna erozijska baza za gotovo sve ostale tekućice, te joj i s tog razloga pripada primarna uloga u zagrebačkoj regiji. Na ukupnoj dužini od 940 km Sava pored većih ili manjih skretanja, prouzrokovanih lokalnim reljefnim prilikama ili sastavom podloge, uglavnom zadržava dolinski smjer, i to od sjevero-

3) D. Dukić: Sava — potamološka studija, Srpska akademija nauka, Beograd, 1957.

zapada prema jugoistoku. Iz ovoga se može zaključiti da je inicijalni reljef imao odlučujuću ulogu na njeno usmjeravanje. Međutim, uzdužni profil Save je veoma složen, a u pojedinim dijelovima i osjetno različit. Osobito je značajan prijelaz kod Krškog, gdje Sava napušta brdoviti kraj i počinje poprimati značaj nizinske rijeke. U Krško-brežičkoj zavali, koja se uglavnom pruža od zapada prema istoku, Sava ima transverzalni smjer prema građi posavskih gora. Nizvodno od Brežica prema Podsusedu transverzalni smjer Save prema okolnom reljefu postaje sve očigledniji.

Na mjestu susedgradskog suženja, to jest tamo gdje Sava gotovo pod pravim kutom udara u greben Medvednice, sigurno je najizrazitije neslaganje između tekućica i okolnog reljefa. Na tom mjestu Sava je sasvim transverzalna prema reljefno najmarktantnijem i najtipičnijem žumberačko-medvedničkom nizu u regiji Zagreba (v. sl.)

Poslije naglog suženja između Medvednice i Žumberačke gore, koje se pružaju od jugozapada prema sjeveroistoku, Sava nastavlja teći otvorenim nizinama srednje Hrvatske, gdje ponovno vijuga, ali, zanemarujući detalje, u cjelini slijedi dinarski smjer, tj. sjeverozapad—jugoistok, koji se može zamijetiti i u blagim povijama antiklinalne građe Vukomeričkih gorica.

Između Vukomeričkih gorica, Žumberačkih planina, odnosno Plešivičkog prigorja, nalazi se zavala Crne Mlake. (v. sl.) Najvažnija hidrološka karakteristika Crne Mlake je koncentrično pritjecanje i kompletna dezorganizacija tekućica s velikim vodostajnim bazenom u centru duž kojega se opaža veoma mlado konstantno spuštavanje zemljišta. Subsidiencija u središnjem porječju Kupčine osnovni je razlog koji uvjetuje to koncentrično pritjecanje tekućica u zavali. Značajno je, s jedne strane, da se centralni dijelovi subsekventno spuštaju, dok su, s druge strane, u rubnim predjelima prema Kupi (uglavnom vlastitim nanosima) i Plešivičkom prigorju duž Draganičkog brijega (230 m) konstatirana najmlađa izdizanja zemljišta.⁴

Zavala Crne Mlake veoma je složena i hidromorfološki neobično zanimljiva pojava, koja u regiji Zagreba ima posebno, a za odgovarajuće dijelove i odlučujuće značenje. Ova je problematika detaljnije razrađena u podnaslovu »Ključni dijelovi reljefa i tekućica«.

Na ovaj način su prikazani najvažniji elementi voda i reljefa u neposrednoj okolici Zagreba. Međutim, interesantno je promotriti ostale tekućice, pogotovo u kombinaciji s pomlađenim reljefnim detaljima.

Ostale tekućice i reljefni detalji. Apstrahira li se rijeka Sava i hidrološki bazen Crne Mlake, može se bolje uočiti međusobni odnos tekućica, osobito u poređenju s pomlađenim deta-

4) J. Roglić: Elementi ... op. cit. str. 76.

ljima prostornog kompleksa i glavnim elementima reljefa uže okolice Zagreba.

Prva se značajka očituje u naglašenoj asimetričnosti savskih pritoka. Apsolutna većina pritječe iz sjeveroistočnog (Lonja (3), Česma s Glogovnicom i Kamešnicom (8), Črnc—Zelina (7), odnosno sjeverozapadnog sektora (Krapina (4) i Sutla (9)), dok ih s južne strane uopće nema osim zaobilazne Kupe (5) i uporedne Odre—Lomnice (6). Ovakav način otjecanja uzrokovan je reljefnim, preciznije rečeno topografskim osobinama, koje su u skladu s klimatskim prilikama, odnosno sastavom i prirodom stijena podloge.

Druga se karakteristična očituje u neobičnom usmjeravanju tekućica obzirom na današnje reljefne odnose i topografske prilike. Ta pojava se može promatrati na nekoliko tekućica u regiji Zagreba, npr. duž Kupe, Krapine, Odre—Lomnice, Črnc—Zeline i dr.

Donja Kupa je sigurno slikovit primjer takvih odnosa. Upravo je neshvatljivo kako Kupa naglo mijenja smjer otjecanja iz pravca sjever—jug u pravac zapad—istok duž zapadno—jugozapadne i južne granice zavale Crne Mlake. Dno zavale Crne Mlake, prema topografskoj karti, niže je za 11 m od ruba kojim nastavlja teći Kupa da bi se usjekla u više Vukomeričke gorice (248), a visina bližeg Horvatskog praga (Hp) — blage povije između Vukomeričkih gorica i Žumberačke gore prema Savskoj ravnici — znatno je niža (165 m). Ta situacija osobito jasno dolazi do izražaja na slici, odakle se lako može zaključiti da je korito rijeke Kupe stvarano u drugačijim prilikama koje ne odgovaraju današnjim visinskim odnosima.⁵ Iz međusobnog odnosa donje Kupe i okolnog reljefa mogu se izvesti dva važna zaključka: (1) Probojnica donje Kupe još je jedan dragocjen dokaz za recentna gibanja zemljišta u regiji Zagreba kao i (2) pojava spuštanja zemljišta u zavali Crne Mlake, odnosno izdizanja na rubovima oko Draganić-brijega. Dakle, na kratkim odstojanjima utvrđena su mlađa gibanja zemljišta, ali sa suprotnim učinkom.

U zagrebačkoj regiji, čak i užoj okolici, može se naći još sličnih primjera. Tako je, npr., ustanovljeno da su uzvisine od pleistocenskih ilovina između Lonje i Zeline — Štakorovec (Št) — zatim između Zeline i Črneca — Kozinščak (Kz) — najviše na svom najistaknutijem dijelu, zapravo tamo gdje bi morale biti najniže.⁶ To je očita anomalija za današnje reljefne odnose, ali ipak se može objasniti zahvaljujući rijetkim ali važnim nalazima nevezanog šljunka. Priroda i položaj pomenutih šljunaka upućuju da su to savski nanosi ili taložine njenih brdskih pritoka. Ako se uzme u obzir da

5. J. Roglić: op. cit. str. 60.

6) J. Roglić: op. cit. str. 65.

su dunavski šljunci kod Beča⁷ pouzdano determinirani kao dio mindelske terase, onda se analogijom može zaključiti da su izolirani nalazi necementiranog šljunka u zagrebačkoj regiji također mindelske starosti. Obzirom da su nevezani šljunci utvrđeni na različitim visinama u odgovarajućim dijelovima zagrebačke regije, logično je takav njihov položaj dovesti u vezu s mlađim izdizanjem zemljišta.

Sličnih pojava ima i u Marija-goričkom pobrđu. Marija-goričko pobrđe prostorno je na svojevrsan način izdvojeno Sutlom sa zapada, Krapinom s istoka i Savom s juga. Pruža se od jugozapada prema sjeveroistoku, a najvažnija tekućica Pušća ne slijedi glavne reljefne crte, jer teče uglavnom od sjevera prema jugu gdje se uliva u Savu.

To je još jedan primjer neslaganja između glavne tekućice i reljefa koji prevladava.

Iako je u geološkoj osnovi ovog pobrđa utvrđen najstariji stratigrafski član⁸ zagrebačke regije, njegovo asimetrično površje karakteriziraju veoma svježi procesi koji su uzrokovani recentnim gibanjima zemljišta, što potvrđuje i visoki položaj riječnih šljunaka.⁹

I to je još jedan primjer neslaganja između voda i reljefa, koji ukazuje na značenje mlađih gibanja i njihovih posljedica.

Posebno je zanimljiv dio savske doline između Marija-goričkog pobrđa i Žumberačke gore, osobito nizvodnije duž transverzalnog profila Kozjak—Susedgrad ili na mjestu sutoka Krapine u Savu. Na taj način došlo se do odlučujućih reljefnih detalja i najkarakterističnijih dijelova tekućica u regiji Zagreba. Za razumijevanje daljnje problematike ti elementi imaju ključno značenje.

Ključni dijelovi reljefa i tekućica. Reljefna istraživanja su pokazala da je suženje doline Save između Medvednice i ogranka Žumberačke gore (Kozjaka) od izvanredne važnosti.¹⁰ S pravom se može smatrati jednim od najznačajnijih hidromorfoloških detalja u zagrebačkoj regiji, posebno karakterističnim za užu okolicu Zagreba. Suženi dio savske nizine na relaciji Kozjak—Susedgrad složen je transverzalni profil sa značajnim hidromorfološkim detaljima. To su na lijevoj obali sutok Krapine u Savu i stalno potkopavanje padine Severnjaka. Na desnoj strani toka reljefno se ističe izdvojeni greben Kozjaka s izrazitom naplavnom terasom, koja je najtipičnija kod Rakitja. Važno je konstatirati da su kozjačko uzvišenje i rakitska terasa izduženi od jugozapada prema sjeveroistoku. Međutim, krajnji sjeverni dio Žumberačke gore pruža se od

7) a) H. Küpper: Neue Daten zur jüngsten Geschichte des Wiener Beckens, Mitt. der Geogr. Gesell. 44, Wien, 1952. (b) H. Küpper: Ausblick auf das Pleistozän des Raumes von Wien, Verhandl. Geolog. B. A, Wien, 1955.

8) M. Herak i D. Nedelja—Devide, Geologija zagrebačke regije s kartom u mjerilu 1 : 50 000, Geografski institut PMF-a, Zagreb, 1963.

9) J. Roglić: Elementi ... op. cit. str. 92.

10) J. Roglić: „ ... op. cit. str. 20, 45, 46. i 50.

sjeverozapada prema jugoistoku, a taj pravac s neznatnim odstupanjima slijedi i rijeka Sava.

Očito je da se pojedini elementi voda i reljefa međusobno ne slažu, dakle, još jedan primjer koji bi se mogao dovesti u vezu s recentnim gibanjima zemljišta.

Na sutoku Krapine u Savu logično bi bilo očekivati da će Krapina pomjeriti savski tok ili uzrokovati bar povećanu akumulaciju na tom mjestu. Naprotiv, činjenica je da Sava zajedno s Krapinom vrši pojačanu eroziju duž padina Severnjaka, tj. intenzivno usjecanje koje se jedino može objasniti mlađim gibanjem podloge. Ovo je u skladu s izbijanjem krednih naslaga u podnožju Kozjaka, odnosno tercijskih sedimenata u osnovi rakitske terase, kako je to utvrdio i precizirao profesor J. Roglić.¹¹ Na sličan način je objašnjeno i specifično porijeklo rakitske terase koja nije isključivo reliktni klimatsko-morfoloških procesa već je primarno očuvana zahvaljujući spomenutim mlađim dislokacijama terena.

Nenormalni odnosi istaknutih elemenata voda i reljefa upućuju na gibanja osnove duž transverzalnog profila Kozjak—Severnjak, ističući pri tome mladost pokreta i njihovo odlučujuće značenje za razumijevanje današnje slike kraja, osobito u nizvodnom dijelu.

Detaljnija istraživanja voda i reljefa u neposrednoj okolici Zagreba ukazala su da je hidromorfološka problematika zavale Crne Mlake odlučujuća za razumijevanje reljefnih osobina neobičnog, zapravo zaobilaznog i vijugavog donjeg toka rijeke Kupe, pa čak i sadašnjeg položaja savskog korita nizvodno od transverzalnog suženja na liniji Kozjak—Susedgrad. Ranije je već istaknuto da se donja Kupa nenormalno za današnje reljefne prilike epigenetski usijeca u dalji i za otprilike 80 m viši pliocenski reljef između Banijskog pobrđa i Vukomeričkih gorica, a zaobilazi i niži i bliži Horvatski prag prema savskom koritu. Obzirom na starost, međusobni položaj i poremećenost osnovnih stijena, utvrđeno je da su Vukomeričke gorice nastale vlaškom orogenezom, tj. gibanjem zemljišta na prijelazu pliocena u pleistocen.¹² Na temelju svega toga moglo bi se kompletirati raniji zaključak s konstatacijom da je donja dolina Kupe i antecedentna, što znači da se postojeći krivudavi meandarski tok uspio održati jer se paralelno usijecao s mlađim izdizanjem zemljišta. Na taj način nastao je uglavnom ovako složen, današnji izgled doline Kupe između Vukomeričkih gorica i Banijskog pobrđa.

Za razumijevanje sadašnjeg položaja savskog korita prema zavali Crne Mlake od najveće važnosti su recentna i sinhrona gibanja zemljišta, ali sa suprotnim učinkom, tj. u centralnim dijelovima zavale subsekventno spuštanje, a po rubovima mlado izdizanje.

11) J. Roglić: „ ... op. cit. str. 53.
12) J. Roglić: „ ... op. cit. str. 70.

Zanimljivo je da reljefno jedva primjetna blaga uzvisina Horvatskog praga nesumnjivo ima ključno značenje.

Promotri li se položaj i reljefni odnos Horvatskog praga u sklopu Galgovsko-horvatskog pobrđa, a između Savske nizine i zavale Crne Mlake, lako je uočiti naglašenu asimetričnost u reljefnom i hidrografskom smislu. Galgovsko-horvatsko pobrđe prema Crnoj Mlaci znatno je raščlanjeno i spušta se relativno položitim padinama. Međutim, prema savskom koritu veoma je strmo (Kozjak) i dosta naglo završava u naplavnu ravan rijeke Save. To se odražava i u hidrološkoj slici. Većina tokova orijentirana je prema jugu, dakle prema centralnom dijelu zavale Crne Mlake, dok prema Savi otječu samo Molvica i Rakov potok. Značajno je istaknuti i razlike koje se mogu zamijetiti kod spomenutih tokova. Dolina Okićnice, a slična je situacija i kod ostalih pritoka koji gravitiraju Crnoj Mlaci, znatno je izdužena, veoma je široka i s priličnim naplavinama, dok su doline Molvičkog i Rakova potoka mnogo kraće, osjetno uže i neuporedivo strmije. Za savsku stranu, su prema tome, karakteristični veći nagibi i jača erozijska snaga kraćih potoka, dok, u zavali Crne Mlake dominiraju procesi usporenog otjecanja, u skladu sa slabije izraženim reljefom i učestalim pojavama mlađih akumulacija.

Na temelju svega izloženog slijede ovi zaključci:

1. Vodostajni bazen Crna Mlaka, duž kojega se vrše stalna spušavanja zemljišta, u hidromorfološkom pogledu značajna je lokalna erozijska baza; to se očituje u koncentričnom pritjecanju tekućica, činjenici koja ima višestruki utjecaj na izgled, odnosno na značenje neposrednih krajeva;

2. na savskoj strani zavale Crne Mlake očita su mlađa izdizanja zemljišta, što potvrđuju i nalazi necementiranog šljunka na blagoj poviji Horvatskog praga;¹³

3. mlađe izdizanje Horvatskog praga od presudnog je značenja za današnji savski tok, jer prema iznosu pleistocenskog zatrpavanja vrlo je lako moglo doći do skretanja Save u zavalu Crne Mlake. To bi radikalno izmijenilo današnju hidrološku situaciju i uvjetovalo neslućene posljedice.

Nizvodno od Zagreba Sava nastavlja vijugati širokom ravnicom dna velike i prostrane zavale srednje Hrvatske. Sistematska istraživanja reljefa¹⁴ i detaljna hidrološka opažanja¹⁵ došla su do jedinog zaključka da zavala srednje Hrvatske u cjelini i detaljima predstavlja prostor subsekventnog spuštavanja zemljišta i koncentracije tekućica. S hidromorfološkog aspekta na tom potezu mogu se lučiti tri dijela. To su Turopolje, dio Posavlja prema Ivanić-Gradu i karakteristični dijelovi, tj. prije skretanja potoka Črnec i Zeline

13) J. Roglić: „ ... op. cit. str. 72.

14) J. Roglić: „ ... op. cit. str. 22.

15) M. Friganović: Vode ... op. cit. str. 28.

između mlađih uzvisina Štakorovec i Kozinščak, te savskih meandara. Prostorni pojam Turopolja hidrološki dobro izdvaja porječje Odre, odnosno Lomnice, a Posavlja prema Ivaniću, donji dijelovi potoka Črnec—Zelina i srednja Lonja. Između njih dominira s visinom i položajem korita dolina glavne tekućice. Sava je tokom pleistocena i kasnije izdigla svoje korito vlastitim nanosima u koje se i danas ponovno usijeca. Potiskuje ostale pritoke da teku usporo s njom, čak i po nekoliko kilometara. U cjelini nagibi su veoma blagi i reljefno tek u manjim razmjerima dolaze do izražaja, bilo kao sekundarne udubine u odgovarajućim dijelovima tekućica ili neznatna uzvišenja između tokova.

Osnovna hidromorfološka značajka užeg i šireg prostora zavale srednje Hrvatske je neodređenost tekućica.

Poslije obilnijih kiša ili naglog otapanja snijega na slovenskim planinama veoma brzo, gotovo trenutačno, poraste vodostaj, dolazi do razlijevanja i tako nastupaju kritična razdoblja čestih poplava. Navedeni predjeli Turopolja i Posavlja prema Ivanić-Gradu, upravo zbog istaknutih osobina, poznata su poplavna područja u regiji Zagreba. Sjeveroistočni sektor karakteriziraju izduženi dijelovi tekućica Lonje, Kamešnice i Glogovnice (v. sl.), i to od sjevera prema jugu, između kojih se ističu odvojena rebra sa slikovitim i rijetko pravilnim dolinama.

Najvažnija tekućica ovog dijela zagrebačke regije nesumnjivo je Lonja, koja uz manja odstupanja uglavnom zbog lokalnih razloga, bilo reljefne, tektonske ili litološke prirode, zadržava meridijanski smjer otjecanja. Ova, moglo bi se reći, međašna rijeka uže okolice Zagreba sa svojim pritocima, osobito s desne strane, odražava pojedinosti od kojih najjače dolaze do izražaja skretanja njihovih donjih tokova prema najnižim dijelovima okolnog terena. Osim pojava spuštanja zemljišta duž Lonje, odnosno prema centralnim dijelovima zavale srednje Hrvatske, karakteristična su i mlađa izdizanja zemljišta koja se mogu vidjeti u reljefnim uzvisinama između Lonje i dijela Save.

U sjeverozapadnom dijelu uže zagrebačke okolice hidromorfološka situacija je drugačija. Tako je npr. savski tok uzvodno od poprečnog profila Kozjak—Susedgrad prema zavali Krškog transverzalan u odnosu na okolno gorje i pokazuje niz specifičnosti.

Prva od njih je sigurno nenormalan položaj korita rijeke Save neposredno uz Žumberačku goru, odakle Sava prima pritoke Breganu i Gradnu. Reljefnim istraživanjem je utvrđeno da je spomenuta anomalija uvjetovana mladom tektonskom linijom.¹⁶

Slična situacija je i na sutoku Krapine u Savu, samo s tom razlikom što su za ovaj dio bila odlučujuća rodanska, gornjopliocen-

16) J. Reglić: Elementi ... op. cit. str. 44.

ska gibanja zemljišta kojima je uglavnom nastala Medvednica.¹⁷ Poslije tih pokreta riječna mreža u ovom dijelu zagrebačke regije, dobila je približno današnji izgled. Za daljnju morfološku evoluciju donje Krapine i Save od posebnog značenja su gotovo stalna gibanja duž sjeverozapadnog ruba Medvednice.¹⁸

Osim erozijskih procesa koji su na pojedinim mjestima ojačali zbog mlađih gibanja zemljišta, značajne su i novije pojave osjetnih akumulacija, pretežno šljunkovitih naslaga. Aluvijalna ravnica u dolini Save primarno je nataložena grubljim šljuncima uz neposredno korito i finijim naplavinama na ušćima pritoka koje dotječu iz nižih pobrđa i osamljenih gorskih masiva.

Zaključak

1. Komparativnim promatranjem voda i reljefa došlo se do zaključka, da u široj i užoj regiji grada Zagreba postoji apsolutno neslaganje između ta dva dominirajuća elementa prostornog kompleksa i to u cjelini i detaljima.

2. Iz međusobnih odnosa voda i reljefa (v. sl.), te njihova utjecaja na fizionomiju današnje prostorne slike, konstatirana su značajna mlađa gibanja zemljišta i to različitog učinka, kao npr. subsekventna spuštanja tla u zavalama, odnosno svježja izdizanja po rubovima. Ova pojava je potvrđena i hidrogeološkim istraživanjima.¹⁹ Hidrogeološkim mjerenjima ustanovljeno je, da se debljina vodonosnog horizonta mijenja od zapada prema istoku. Tako npr. kod Podsuseda iznosi cca 5 m, na potezu između Podsuseda i Mosta Slobode kreće se između 5 i 10 m, a na potezu između Mosta Slobode i Petruševca zadebljanje se naglo povećava i iznosi 35 m!

Primjenom seizmičke metode utvrđeno je zatim nekoliko rasjeda, koji su pokriveni najmlađim sedimentima, što također ide u prilog tvrdnji o mlađim gibanjima zemljišta.

3. Utvrđena gibanja zemljišta su karaktera dislokacija, najčešće manjih razmjera, dakle, lokalne prirode, ali su za reljef odnosno vode neobično važna.

4. Posljedice ovih gibanja su ipak izrazite. Ponegdje se manifestiraju kao neobični, manji oblici, bilo kao slikovite uzvisine ili neznatna udubljenja u odgovarajućim dijelovima regije Zagreba.

17) D. Gorjanović-Kramberger: Der Bruchrand des Zagreber Gebirges zwischen Podsused und Zagreb und seine Bedeutung zur Herausbildung der Zagreber Terasse, Glasnik Prirodoslovnog društva br. 34, Zagreb, 1922.

18) J. Roglić: Elementi ... op. cit. str. 34.

19) N. Nowinska, P. Miletić, D. Borčić, D. Tufekčić: Prilog ... op. cit. str. 299.

Njihov položaj u savskoj ravnici osobito je značajan, jer i minimalne visinske razlike mogu imati sudbonosan ishod, kako je to uvjerljivo pokazala katastrofalna poplava u jesen 1964. g, kada su odlučivali čak i decimetri. Ovo je tim prije potrebno naglasiti, jer se širenjem Zagreba prema jugu izgradilo nekoliko veoma značajnih gospodarskih objekata u neposrednoj blizini savskog korita, pa su na taj način gotovo stalno izloženi potencijalnoj opasnosti, bilo od visokih savskih voda ili njenih pritoka, štaviše, još uvijek nedovoljno poznatih podzemnih voda. To su npr. Međunarodni Zagrebački Velesajam, koji se nalazi na srednjoj koti 113,5 m dok visoke vode Save dosižu visinu čak preko 116,5 m i to na udaljenosti svega 250 m! Dakle, visoki val vode se može naći i 3 m iznad Velesajma, koji je branjen samo zemljanim nasipom za kojega građevinski stručnjaci tvrde da ima minimalan profil. Slična je situacija s civilnom i vojnom zračnom lukom u Plesu, oko 1 km južnije od Mićevca. Zatim na sjevernoj obali Save tako je izložen čitav niz vodećih zagrebačkih industrija, kao npr. Toplana, OKI, Kemijski kombinat i tako dalje.

I ova hidromorfološka sinteza u smislu kompleksnog prikaza voda i reljefa imperativno nameće potrebu što cjelovitije i svrsishodnije regulacije neobuzdanog toka rijeke Save i njenih uzvodnih i nizvodnih pritoka, jer se jedino na taj način mogu osigurati nezaštićeni ili nedovoljno branjeni, a u saveznim okvirima, važni industrijski objekti.

5. Pored solidno započelih, potrebno je detaljnije proučiti i sistematizirati dobivene rezultate o režimu podzemnih voda, koje zbog odgovarajućeg litološkog sastava savske ravnice imaju veliko značenje.

S U M M A R Y

1. By a comparative study of waters and land configuration a conclusion has been drawn that both in the central and the peripheral region of the city of Zagreb there is an absolute discrepancy between the two dominant elements of the space complex both as a whole and in details.

2. Having studied the relationship of waters and land configuration (see illustration) and their influence on the physiognomy of the present space pattern, there have been found significant rather recent movements of land with various effects such as a subsequent sagging-in of soil in depressions and recent raisings along edges. This phenomenon was confirmed by hydrogeological researches too (19). By hydrogeological measurements it was found that the thickness of water-table varies from west to east. Thus, for instance, at Podsused it is approximately 5 meters and on the stretch from Podsused to the Freedom Bridge between 5 and 10 meters, while on the stretch from the Freedom Bridge to Petruševac it suddenly gets thicker and reaches as much as 35 meters!

3. These revealed movements of soil are by their character dislocations, mostly on a smaller scale, i.e. local in nature but, nevertheless, exceptionally important for land configuration and waters, respectively.

4. Consequences of these movements are, however, distinct. They are manifested in some places as unusual, small formations either as picturesque elevations or small depressions in corresponding parts of the Zagreb region. Their position in the river Sava plain is particularly significant since even minimal height differences may lead to crucial outcome as was very convincingly proved by the disastrous flood in autumn 1964 when sheer centimeters could have turned the scale. This should be emphasized as a matter of ultimate significance because by having expanded Zagreb southward several very important economical projects were constructed close by the Sava bed and have been, therefore, almost constantly exposed to the latent danger of either high Sava water or its tributaries or, to make it worse, by still insufficiently known subterranean waters. Among them, for example, are the International Zagreb Fair situated at the medium elevation of 113.5 meters while Sava high waters reach the height of as much as 116.5 meters at the distance of not more than 250 meters! It means that a high wave may rise 3 meters above the Fair structures protected by an earth embankment only asserted by building construction experts to have a minimal profile.

A similar situation is with the civil & military airport at Pleso about 1 km to the south of Mičevac. Then, at the northern bank of Sava, a series of leading Zagreb industrial plants such as Toplana (steam heating plant) OKI (chemical works) etc. are also endangered.

This hydromorphological synthesis also, in the sense of a complex survey of waters and land configuration, makes mandatory an as encompassing and purposeful a control of the uncurbed flow of the river Sava and its upstream and downstream tributaries as feasible since thus, and thus only, may be protected unprotected or poorly protected industrial plants being of federal importance.

5. In addition to already soundly started studies, it is necessary to study in greater detail and systematize the results obtained on the regime of subterranean waters which, because of the lithological composition of the Sava plain, are very significant indeed.