

IZOHIJETNI I EVAPOTRANSPIRACIJSKI ELEMENTI U REŽIMU UNE

Aida Korjenić

Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet Odsjek za geografiju,

Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

aidaik@yahoo.com

Fizičkogeografske karakteristike sliva imaju veoma značajnu ulogu kod proučavanja režima rijeka, posebno kod onih kod kojih, ne postoji kontinuirani monitorin hidroklimatskih parametara na osnovu kojih se utvrđuje vodni režim. Proučavanje režima rijeke Une je limitirano potamološkim faktorima, a doticaj je upravo jedan od najvažnijih. Polazeći od vodnog bilansa, koji predstavlja razliku između doticanja i isparavanja, to onda proizilazi da su padavine jedan od ključnih faktora riječnog režima.

Analiza doticaja sa sliva Une koji proizilazi iz ukupne količine padavina, koja je prostorno neravnomjerno raspoređena, stvarne evapotranspiracije i infiltriranja padavina kroz podlogu, objekat je istraživanja ovoga rada. Korištenjem konkretnih naučnih metoda, a u zavisnosti od fizičkogeografskih determinanti u slivu Une, kao što su klimatske (padavine i temperatura), pedogeografske i vegetacijske došlo se, između ostalog, i do zaključka o ukupnoj količini efektivne kiše ili višku padavina koji otiče, te količini vode koja se gubi putem stvarne evapotranspiracije.

Ključne riječi: *sliv Une, fizičkogeografske karakteristike, evapotranspiracija, infiltracija, doticaj*

ISOHYETS AND EVAPOTRANSPIRATIONS ELEMENTS IN THE REGIME OF THE RIVER UNA

Aida Korjenić

University of Sarajevo, Faculty of Science, Department of Geography,

Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosnia et Herzegovina

Physicalgeographical characteristics of the river basin have a very important role in the study of water regime, especially in those where there are no continuous monitoring hydro-climatic parameters, in order to determine the water regime. The studying of the regime of the river Una is limited potamological factors, and runoff is just one of the most important. Starting from the water balance, which is the difference between runoff and evaporation, then it follows that the precipitations one of the key factors of the river regime.

Analysis of runoff with the Una River basin, which is derived from the total amount of rainfall, which is spatially distributed unevenly, actual evapotranspiration and infiltration of rainfall through the surface, is the object of this paper. Using concrete scientific methods, depending on physicalgeographic determinants of the Una, such as climate (precipitation and temperature), characteristics of soils and vegetation there is, to the conclusion of the total amount of effective rainfall or excess of rainfall that rains, and water quantity that is lost through actual evapotranspiration.

Keywords: *The River Una basin, physicalgeographical characteristics, evapotranspiration, infiltration, runoff.*

UVODNA RAZMATRANJA INTRODUCTIONS

Pokatazelji riječnog režima često se pogrešno interpretiraju ili donose pogrešni zaključci, ukoliko se pri izučavanju režima u obzir ne uzmu fizičkogeografske karakteristike, bez kojih je, gotovo je nemoguće proučavanje riječnih režima. U radu je poseban osvrt dat na doticaj u slivu Une.

Polazeći od univerzalne definicije doticaja, koji predstavlja količinu padavinskih voda koja dotiče do vodotoka u određenom vremenskom periodu, odmah se nameće pitanje uvjeta pod kojim se to obavlja, od kojih su najznačajniji: padavine, geološka građa, energija reljefa i morfometrijske karakteristike sliva. Padavine utiču na napajanje vodotoka i promjeni njihovih stanja, tlo transformiše meteorološke pojave i procese u hidrološke pa je na taj način posrednik između klimatskog i hidroloških režima, pad vodotoka i riječnog sliva utiču na bržu koncentraciju velikih voda i produkciju nanosa u riječnom koritu i sl.

Potamološka analiza klimatskih parametara, prije svega temperature zraka i padavina, analiza hidrogeoloških uvjeta, pedološke i fitogeografske prospekcije omogućit će, procjenu i ocjenu bilansa doticaja sa sliva u riječni sistem Une. U radu će biti korištene i osnovne naučnoistraživačke metode od kojih posebno: analiza i sinteza, morfografske i morfometrijske, kartografske, pluviometrijske i statističke metode. Pored ovih, rad će biti obogaćen i metodama koje se odnose na proračune evapotranspiracije Thornthwait-a (PET), metoda Turc-a (ET), i modifikovana metoda Langbein-a (ET) te metoda za određivanje efektivne kiše SCS. Proračuni i analize ovim metodama, dio su opširnijeg naučnog rada, autorove doktorske disertacije, i time predstavljaju sasvim nove i originalne podatke u okviru potamoloških istraživanja. Za ocjenu režima doticaja u slivu rijeke Une, tretiran je monitoring sa ukupno 21 vodomjera za hidrološki period 1961-1990. godine. Izbor dužine ovog perioda kompatibilan je sa klimatološkim standardima u ocjeni režima Une.

Potamološki elementi sliva Une **Potamological elements of the Una River basin**

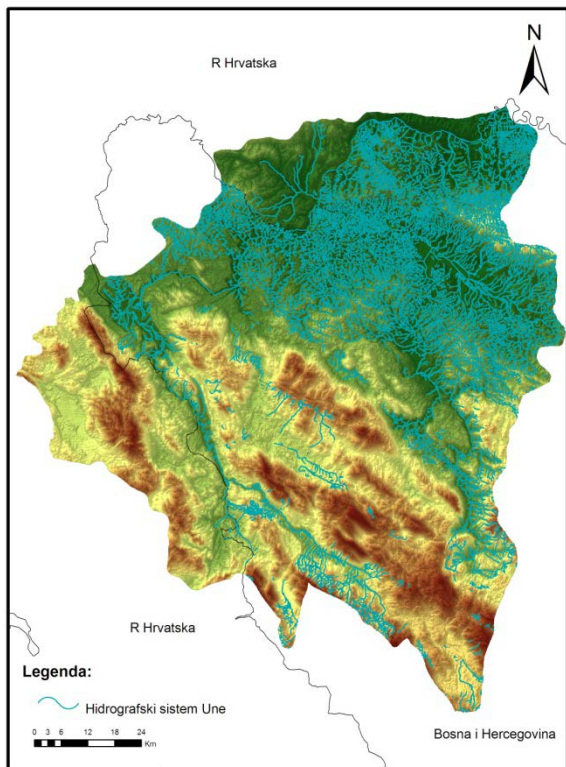
Sliv Une, čini pogranični sjeverozapadni dio Bosne i Hercegovine. Manji dio sliva pripada susjednoj R. Hrvatskoj i odnosi se na morfostrukture Male Kapele, Plješevice i Zrinjske gore. Riječni sistem Une drenira vode sa sliva koji vododjelnički obuhvata teritorij između slivova: Kupe i Save, na sjeveru, Korane na sjeverozapadu, Zrmanje i Krke, na jugu i jugozapadu, Vrbasa na istoku i manjih savinih pritoka, na sjeveroistoku.

Una izvire iz jakog krškog voklijskog vrela kod Donje Suvaje (375,85 m) na istočnim padinama Čemernice, a uliva se u Savu kod Jasenovca (94 m). Ona površinski i podzemno drenira, iz gornjeg i srednjeg sliva, višu zonu visokog krša, a u donjem dijelu najprije, zonu mezozojskih krečnjaka i dolomomita, potom centralnu paleozojsku i ofiolitsku zonu, dok pri ušću u Savu, sliv joj se nalazi u unutrašnjoj flišnoj zoni.

Ovakav morfostrukturni plan sliva predodredio je vrlo složen geološki sastav. Gornji i srednji sliv grade karstifikovani karbonatni, sa ograničenim površinskim i izraženijim podzemnim doticanjem. Središnji dio sliva pripada sedimentno-metamorfnom kompleksu sa pretežnim površinskim doticanjem, dok njegovi krajnji sjeverni dijelovi ulaze u sastav molasnog kompleksa sa ograničenim kapacitetom podzemnog doticanja. Sliv rijeke Une velikim dijelom pripada Unsko-koranskoj zaravni, koja se vezuje za orografske padine Grmeča i Plješevice. Unsko-koranska zaravan nastala je na krednim i trijaskim karbonatima

djelovanjem intenzivnih korozivnih i erozivnih procesa, tokom mirnog i dosta humidnog pliocena. Svoje evoluciono razviće dosta je dobro očuvala u srednjem toku čiji su morfostrukturni izrazi Bihaćko-Krupska kotlina i Grabeško-Ostrožacka zaravan. Ove morfostrukture su recipijenti padavinskim vodama koje učestvuju u komponenti stabilnog proticaja (M. Spahić, 1991).

U naučnoj i stručnoj hidrološkoj literaturi susreću se različiti podaci o površini koju obuhvata sliv Une. Podaci se kreću od 9640 km²¹ i odnose se cijeli sliv Une, do 9368 km² na području Bosne i Hercegovine, od čega na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine otpada 5020 km²^{2,3}.



Sl. 1. Sliv rijeke Une

Fig.1. The River Una Basin

8.014,8 km², a R. Hrvatskoj 1.964,7 km². Hidrografski, sliv se može podijeliti na tri velike cjeline, od kojih svaka ima svoje specifične potamološke karakteristike. Najniži ali po veličini najveći, je neposredni sliv Une, koji obuhvata uglavnom lijevu stranu sliva, te

Većina podataka vezuje se za orografsko razvođe koje, zbog preovlađujućih terena s vodonosnicima pukotinsko – kaverozne poroznosti, ne čini i stvarnu vododjelnicu između susjednih slivova i sliva Une, pa ih treba uzeti sa rezervom. Konkretnu i tačnu vododjelnicu, pa tako i površinu sliva, teško je odrediti bez neposrednih direktnih hidrogeoloških istraživanja na području cijelog sliva. U novije vrijeme, ovakva istraživanja vođena su na području zapadnog i jugozapadnog dijela vododjelnice. Kao osnova za ovaj rad, korištena je hidrogeološka karta prostora bivše Jugoslavije, listovi Zagreb, Sarajevo i Dubrovnik, razmjera 1:500 000, uz određene izmjene koje su uvjetovane novijim istraživanjima⁴.

Hidrogeološke karte krupnije razmjere za sliv rijeke Une nisu rađene. Osnovni i dopunjeni kartografski podaci dozvolili su morfometrikanje sliva Une u programu ArcGIS 9 (ArcMap) kojim je određena površina od 9.979,5 km², od čega Bosni i Hercegovini pripada

¹ Spahić, M. (1991): Rijeka Una – potamološka razmatranja, Zbornik referata i rezimea Naučnog skupa „Valorizacija prirodnih i društvenih vrijednosti sliva rijeke Une“, Bihać – Sarajevo

² Žigić, I., Skopljak, F., Hrvatović, H., Pašić – Škripić, D. (2010): Hidrogeološka rejonizacija terena u slivu rijeke Une na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine, Zbornik radova RGGF-a Univerziteta u Tuzli, Tuzla

³ Strategija upravljanja vodama Federacije Bosne i Hercegovine 2010-2022, Sarajevo 2012

⁴ Tijela podzemnih voda podsliva Une, knj. I, Zavod za vodoprivredu d.d. Sarajevo, Sarajevo 2009.

izvorišni i dio sliva pri ušću. Ovaj morfološki najniži dio sliva sa prosječnom nadmorskom visinom od 546,03 m zahvata površinu od 4.719,4 km² što je 47,3 % sliva. Druge dvije, po veličini značajne cjeline sliva rijeke Une, su slivovi Sane i Unca. Sliv Sane na prosječnom hipsometrijskom nivou od 587,1 m ima površinu od 4.356,3 km², i vodom je izdašniji od sliva Unca, koji obuhvata 903,8 km² površine na prosječnoj nadmorskoj visini od 933,5 m. Pored površinskih tokova, posebno na potezu, od ušća Unca do Bihaća, Unu vodom bogate brojni krški izvori i vrela koji se javljaju po dnu riječnog korita.

REZULTATI I DISKUSIJA RESULTS AND DISCUSSION

Izohijetni elementi režima Une Isohyet's elements of the Una regime

Padavine, jedan od klimatski elementa, imaju posebnu ulogu u formiranju režima doticaja u Unu i njene pritoke. Pod pojmom vodnog bilansa podrazumijeva se razlika između doticanja i isparavanja, pa iz definicije proizilazi da padavine nemaju samo posebnu ulogu već su i najznačajniji faktor riječnog režima. Prema M. Spahić (2013), raspored i struktura padavina su bitne pretpostavke riječnog režima. Pri istoj godišnjoj visni padavina rijekama protiče više vode u onoj godini u kojoj se izluči više padavina tokom hladnijeg perioda godine, isparavanje je tada manje pa je i doticanje iz sliva veće.

Na dinamiku pluviometrijskog režima veliki uticaj ima intenzitet djelovanja i frekvencija barometarskih stanja visokog i niskog zračnog pritiska velikih i srednjih razmjera. Njihovo djelovanje neposredno se odražava na odlike termičkog režima, relativnu vlaženost, oblačnost i vjetrovitost, a svi skupno direktno djeluju na padavine. Sliv Une Une, s obzirom na fizičkogeografski položaj i veličinu, dobiva i različitu količinu padavina. Veza padavina i nadmorske visine u slivu može se utvrditi linearnom korelacijom. Ovim postupkom je uočeno da se godišnja količina padavina u slivu Une, povećava na svakih 100 metara za 47,7 mm, što je više u odnosu na prosjek za druga sliva područja u Bosni i Hercegovinu, koji iznosi 23,0 mm/100 m.

Tab. 1. Prosječni godišnji tok padavina u mm na području sliva Une za preiod 1961-1990.god.
Table 1. The average annual flow of precipitation in area of the Una River basin 1961st-1990th year (mm)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnja suma
Sliv Une	83	79	84	98	102	105	90	93	89	95	120	109	1147

Izvor: FHMZ, Sarajevo

Bez obzira na tvrdnje prethodnih istraživanja od strane raznih autora, kako se padavine sa visinom kontinuirano povećavaju, najnovija istraživanja ih koriguju i napominju da ova povećanja nisu ujednačena i ravnomjerana. Na navedene padavinske odnose dominantno utiče položaj meteorološke stanice, ciklonske aktivnosti i stepen kontinentalnosti područja gdje se vrši mjerenje ovog klimatskog elementa. Pored toga, mjerenje padavina na meteorološkim stanicama, ne donosi dovoljno informacija o padavinama koje se izluče na sliv, a koje su osnovni faktor u procesu doticaja.

Prosječna godišnja količina padavina je različita po slivu i kreće se od 875 mm u donjem poriječju, oko ušća Une u Savu, do preko 1800 mm na najvišim planinskim vrhovima. Najveći dio sliva nalazi se unutar izohijete od 1125 mm i obuhvata područje koje grade doline, kotline i pobrđa u slivu Une i njene, najznačajnije, pritoke Sane. Morfostrukture preko 500 m n.v. imaju i veću količinu padavina, u prosjeku preko 1300 mm, dok područja iznad 1000 m n.v. primaju prosječno godišnje iznad 1600 mm padavina.

Evapotranspiracijski elementi režima Une Evapotranspiration's elements of the Una regime

Isparavanje predstavlja bitan dio hidrološkog ciklusa, a u okviru hidroloških istraživanja, ima veoma važnu ulogu u određivanju bilansa proticaja. Količina isparavanja, pod ostalim istim meteorološko-klimatskim parametrima, zavisi još i od fizičkogeografskih osobina podloge sa kojih se vrši isparavanje od kojih su najbitniji: vodene površine, reljef, podloga isparavanja, vegetacija i sl. Evaporacija ili fizičko isparavanje odvojeno se razmatra od transpiracije ili biološkog isparavanja, koja skupno čine ukupno isparavanje ili evapotranspiraciju.

U prirodi, ne može ispariti veća količina vode od one koja stoji na raspolaganju. U tom kontekstu razlikuje se sposobnost isparavanja i naziva se potencijalnom evapotranspiracijom, prema stvarnom isparavanju. Postoji veliki broj metoda i pristupa za određivanje evapotranspiracije ili pojedinih njenih komponenti, ali ni jedna od njih nije konačna jer zavisi od niza uslova pod kojim se odvija. Za potrebe ovoga rada prezentirat će se evapotranspiracija za sliv Une metodama: Thornthwait-a (PET), Turc-a (ET) i modifikovanom Langbein-a (ET) metodom.

Metoda Thornthwait-a zasniva se na eksponencijalnoj vezi između prosječne mjesečne temperature t_m i prosječne mjesečne potencijalne evapotranspiracije PET_m u obliku: $PET_m = 16,2 R_f \left(\frac{10 t_m}{t_g} \right)^a$ (mm) (H. Hrelja, 2007). Ovom metodom dobijeni su podaci godišnje prosječne potencijalne evapotranspiracije po mjesecima za 17 analiziranih meteoroloških stanica na području sliva Une. Prosječna godišnja evapotranspiracija na slivu Une na pojedinim stanicama se kreće u rasponu od 396,38 mm u Driniću do 484,93 mm u Saničanima, gdje je isparavanje najveće. Prema tabelarnim pokazateljima, (vidi tab.2.), prosječna godišnja količina potencijalne evapotranspiracije iznosi 450 litara vode po jednom m^2 .

Tab. 2. Prosječna potencijalna evapotranspiracija, PET, sa sliva Une za period 1961 – 1990. prema metodi Thornthwait-a

Tab. 2. The average potential evapotranspiration, PET, with the Una River Basin for period 1961st-1990th by the Thornthwait method

PET (mm)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	PET _g
Sliv Une	0,5	3,5	16,2	35,4	54,7	69,3	77,7	74,8	59,2	38,5	19,0	1,8	450,2

Za razliku od prethodnog metoda, Turc je svoju metodu o stvarnoj evapotranspiraciji (ET) razradio dovođenjem u korelaciju padavina sa temperaturom zraka iz odnosa:

$$ET = \frac{P}{\sqrt{0,9 + (P/CT)^2}} \text{ (mm/godinu) (H. Hrelja, 2007).}$$

Koristeći se metodom Turc-a, dobivena je vrijednost stvarne evapotranspiracije, ET, za sliv Une.

Tab. 3. Stvarna evapotranspiracija, ET, prema metodi Turc-a, na području sliva Une tokom perioda 1961. – 1990. (mm/godinu)

Tab. 3. The real evapotranspiration, ET, according to the Turc's method, on the Una River Basin, during the period 1961st to 1990th (mm/year)

Meteorološka stanica	T (°C)	C _T	P (mm)	ET (mm/godinu)	%
Sliv Une	9,7	443,1	1147	415,6	36,2

Stvarna evapotranspiracija manja je od potencijalne, kako na pojedinim stanicama tako i na cjelokupnom slivu Une. Od ukupne količine padavina koja se izluči tokom godine na sliv, 415,6 mm, evapotranspiriše, dok preostala količina vode neposredno učestvuje u režimu Une.

Najčešće korištena metoda za proračun stvarne evapotranspiracije je modifikovana metoda Langbein-a, koja se sastoji u određivanju odnosa prosječnog godišnjeg oticanja (Q) i temperaturnog faktora (C_t) i odnosa prosječnih godišnjih padavina (P) i temperaturnog faktora (C_t):

$Q / C_t = f(P / C_t)$ (H. Hrelja, 2007). Ova metoda predstavlja uprošćenu jednačinu vodnog bilansa za višegodišnji period, iz koje slijedi da je stvarna evapotranspiracija razlika između padavina i visine oticanja: $ET = P - Y$

Raspored oticanja na slivnom području Une, uslovljen je količinom i rasporedom padavina ali i isparavanjem koje je, zbog visokih temperatura zraka, značajno pa su i proticaji i pored manje količine padavinama u proljeće viši, u odnosu na povećanu količinu padavina, koja se izluči tokom prve polovine ljetne sezone. Najveći proticaji su u aprilu i martu, dok je sekundarni maksimum u decembru. Na veliku količinu vode u proljetnoj sezoni utiče niz faktora od kojih su najbitniji: povećana količina padavina, sniježna retenzija iz viših slivnih površina i prezasićenost tla vlagom. Najmanji proticaji javljaju su u avgustu i septembru. Kada se analizira srednja protočna količina vode sa prezentiranih vodomjera, onda se uočene razlike mogu dovesti u sklad neprekidnog nizvodnog povećanja slivne površine. Nizvodno povećanje prosječnih godišnjih proticaja evidentno je i na pritokama Unca i Sane, što najbolje ilustruje tabela 4.

Prosječna godišnja visina oticanja sa sliva Une iznosi 249 mm, pa s tim u vezi, stvarna evapotranspiracija prema modifikovanoj metodi Langbein-a, iznosi 898 mm. Isparavanje sa slivne površine u pojedinim periodima godine je različito, a posebno tokom vegetacionog perioda. S obzirom da povećano isparavanje zavisi od vegetacijskog pokrova, pojedini autori koriste proračun potencijalne evapotranspiracije za biljne kulture tokom vegetacionog perioda. Pri tome, koeficijent evapotranspiracije zavisi od vrste biljaka. Tako tokom vegetacijskog perioda sa srednjoevropskih šuma ispari prosječno 370 – 450 mm, a sa mješovitih 300 – 400 mm padavina (Spahić, 2002). Isti autor navodi da u vrijeme punog vegetacijskog perioda sa tla površine 1 ha zasijanog pšenicom isparava oko 201 mm padavina, a sa ogoljelog tla svega 121 mm. Ovakvi proračuni imaju široku primjenu prilikom analize količina voda potrebnih za navodnjavanje. Kako to u ovom radu nije slučaj, pri

analizi učešća padavinske vode u riječnom režimu, analizirani su rezultati za stvarnu evapotranspiraciju i analize efektivne kiše putem SCS metode.

Tab. 4. Prosječni godišnji proticaji na vodomjerima u slivu Une (m³/s)

Tab. 4. The average annual runoff to water meters in the Una River Basin (m³/s)

VS	Sliv	Qsr.g.	VS	Sliv	Qsr.g.	VS	Sliv	Qsr.g.
Martin Brod -uzv.	Una	20,4	Donja Pecka	Sana	9,26	Drvar	Unac	5,43
Martin Brod -nizv.	Una	51,6	Ključ	Sana	33,2	Rmanj Manastir	Unac	30,5
Kulen Vakuf	Una	53,2	Vrhpolje	Sana	42,1			
Štrbački Buk	Una	65	Sanski Most	Sana	66,7			
Kralje (Bihać)	Una	97,6	Prijedor	Sana	81,4			
B.Krupa	Una	113	B.Novi	Sana	86,6			
B.Novi - uzv.	Una	133						
B.Novi - nizv.	Una	218						
B.Dubica	Una	238						

Izvor podataka: FHMZ, Sarajevo

Efektivna kiša ili višak padavina, Pe (neto kiša), predstavlja dio ukupnih padavina P (bruto kiše) koji otiče. Razlika P – Pe naziva se „gubitkom“ vode. Ovaj gubitak vode najznačajniji je zbog infiltracije u periodu intenzivnih, pluskovitih padavina. Gubici zavise, prije svega, od karakteristika sliva kao što su: namjena površina, vegetacije, pedoloških i geoloških karakteristika, reljefa, intenziteta padavina, nivoa podzemnih voda i dr.

Jedna od najpoznatijih metoda za određivanje efektivne kiše je metoda SCS (Soil Conservation Service Hydrologic Method). Kod ove metode uzimaju se u obzir slijedeći elementi: prethodna vlažnost zemljišta, tipovi zemljišta s obzirom na kapacitet infiltracije, način korištenja zemljišta, tipa biljnog pokrivača i stanje površine. Prema ovom metodu, efektivna kiša (Pe) se određuje prema izrazu:

$Pe = \frac{(P-0,2d)^2}{(P+0,8d)}$, (Petrović, J. 2001). Umjesto kapaciteta zemljišta d , uvodi se tzv. broj krive CN kao parametar u gornjoj jednačini. CN predstavlja koeficijent oticanja koji obuhvata djelovanje infiltracije, akumulacije i trajanja padavina. Broj CN je bez dimenzije, a njegova veza sa d proizilazi iz odnosa:

$d = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$. Brojevi CN se određuju prema tipu zemljišta, namjeni površina i klasifikaciji koju je dao SCS. Ako se radi o slivu velike površine i ako su na njemu prisutni različiti uslovi oticanja, onda se određuje tzv. složeni CN. Kako bi se dobili podaci o kompleksnim hidrološkim, CN brojevima, bilo je potrebno prethodno analizirati pedogeografske i fitogeografske osobnosti sliva.

Vlažnost tla i fizičke karakteristike slivne površine dovedene su u vezu koje su dale 4 hidrološke grupe tala. Tla se klasifikuju na osnovu apsorbovanja vode na kraju dugotrajne kiše, opažene nakon određene prethodne vlažnosti tla i mogućnosti njegovog bubrenja. Na osnovu analize pedogeografskih karakteristika i namjene slivnih površina, dobiveni su CN brojevi za sliv Une predstavljeni u tabeli 5. Da bi se dobio tzv. složeni ili kompleksni CN broj, pristupilo se ponderisanju pojedinačnih CN-ova proporcionalno pojedinačnom učešću površina hidroloških grupa tala prema namjeni korištenja zemljišta na

području sliva. Za nepropusne i vodene površine CN je 100, dok je za prirodne površine CN<100. Kompleksni hidrološki broj dobijen je upotrebom težinskih koeficijenata, i za sliv Une on iznosi 69.

Tab. 5. Učešće pojedinih hidroloških grupa tala prema namjeni korištenja prostora (%)
Tab. 5. Participation of individual hydrologic soil groups according to purpose of land use (%)

Kategorija	A	B	C	D
Cestovna i željeznička mreža	0	30,97	69,03	0
Četinarska šumska vegetacija	11,92	48,41	38,97	0,7
Gole stijene	0	100	0	0
Gradilišta	0	7,36	92,64	0
Grupe obradivih parcela	4,91	56,7	15,47	22,48
Industrijska i/ili trgovačka područja	55,9	15,7	17,4	11
Kopnene močvare	13,35	31,43	27,52	27,7
Listopadna šumska vegetacija	8,64	66,42	20,42	4,51
Mjesta iskorištavanja mineralnih sirovina	12,53	46,95	30,04	10,48
Mješovita listopadna i četinarska vegetacija	9,63	51,6	38,16	0,61
Nenavodnjavane oranice	8,23	37,37	30,74	23,66
Nepovezana gradska područja	4,86	49,54	12,8	32,8
Pašnjaci	10,97	64,9	22,37	1,76
Područja sa oskudnim biljnim pokrovom	42,44	25,85	31,71	0
Poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirode	6,4	62,87	16,42	14,24
Prirodni travnjaci	14,76	30,53	54,64	0,07
Sukcesija šumske vegetacije	14,89	50,69	31,02	3,4
Visokoplaninska vegetacija i vrištine	76,83	0	23,17	0
Voćnjaci i plantaže zrnastog voća	0	29,74	0	70,26

Prema dobijenim podacima, proračunati maksimalni kapacitet zemljišta u pogledu upijanja (*d*) ili potencijano maksimalno zadržavanje padavina na području sliva Une iznosi 114,1 mm. Uvrštavanjem ove vrijednosti u izraz kojim se određuje količina efektivne kiše, proizilazi da godišnje od ukupne količine padavina 1.147 mm, na slivnoj površini otekne sloj vode od 1.020,6 mm.

Razlika P–Pe ili gubitak vode od 126,4 mm, nastaje uglavnom infiltracijom. Dobivene podatke gubitka vode infiltracijom treba uzeti sa rezervom, posebno kada je riječ o većim slivovima. Naime, veća površina obuhvata više tipova tala i njihovih namjena koji u konačnici utiču, na složeni CN broj. Pored toga složeni CN broj podrazumijeva konstantan intenzitet kiše na cijeloj slivnoj površini, što na velikim slivovima, kao što je Unin, nije moguće. Bez obzira na izneseni stav, dobiveni podaci mogu pomoći u sagledavanju općeg bilansa, posebno količine vode raspoređene po slivu i one koja neposredno dotiče u Unu.

Tab. 6. Pojedinačni i kompleksni hidrološki, CN, brojevi u zavisnosti od tla i namjene korištenja prostora**Tab. 6. Single and complex hydrological, CN, numbers, depending on the soil and purpose of land use**

Kategorija	CN	%	Kompleksni broj
Cestovna i željeznička mreža	88	0,01	0,88
Četinarska šumska vegetacija	57	2,51	143,07
Gole stijene	98	0,01	0,98
Gradilišta	90	0,01	0,9
Grupe obradivih parcela	73	14,60	1065,8
Industrijska i/ili trgovačka područja	92	0,04	3,68
Kopnene močvare	100	0,03	3
Listopadna šumska vegetacija	67	36,55	2448,85
Mjesta iskorištavanja mineralnih sirovina	85	0,28	23,8
Mješovita listopadna i četinarska vegetacija	62	11,05	685,1
Nenavodnjavane oranice	83	1,13	93,79
Nepovezana gradska područja	70	0,59	41,3
Pašnjaci	80	10,86	868,8
Područja sa oskudnim biljnim pokrovom	58	0,07	4,06
Poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirode	70	12,44	870,8
Prirodni travnjaci	59	3,96	233,64
Sukcesija šumske vegetacije	68	5,36	364,48
Visokoplaninska vegetacija i vrištine	98	0,01	0,98
Voćnjaci i plantaže zrnastog voća	83	0,02	1,66
Vodna tijela	100	0,16	16
Vodotoci	100	0,30	30
Ukupno		100	6901,57

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Detaljna istraživanja izohijetnih i evapotranspiracijskih elemenata koriguju dosadašnje pokazatelje koji su primjenjivani u analizama riječnog režima i bilansa voda u slivu rijeke Une. Prosječna godišnja visina padavina koje se izluči na sliv Une iznosi 1.147 mm. Potencijalna evapotranspiracija u istom slivu iznosi 450,22 mm. Ukoliko bi uporedili potencijalnu evapotranspiraciju sa mjesečnom količinom padavina, onda tokom svakog

mjeseca u godini se izluči dovoljna količina padavina kojom se vrši maksimalna ili potencijalna evapotranspiracija po svakom m² slivne površine. Međutim, kako je u obzir uzet višegodišnji prosjek padavina, može se desiti da u određenim periodima padne i manja količina padavina kojom se povećava evaporacija, pa time i smanjuje doticaj vode u riječni sistem Une.

Stvarna evapotranspiracija uvijek je manja ili jednaka potencijalnoj evapotranspiraciji. Od ukupne količine padavina koja se izluči tokom godine na područje sliva, ispari 415,6 mm ili oko 36 %, dok preostala količina vode dotiče u vodene tokove što predstavlja pozitivnu komponentu režima Une. Definisanjem količine efektivne kiše dobiva se podatak da od ukupne godišnje količine padavina koja iznosi 1.147 mm u slivu, površinski dotiče u Unu sloj vode od 1.020,6 mm. Gubitak padavina od 126,4 mm, nestaje, uglavnom, infiltracijom. Ukoliko se ovoj količini infiltrirane vode doda sloj od 415,6 mm, koji se gubi stvarnom evapotranspiracijom, dobije se ukupna količina vode od 541,0 mm ili 47,2 % od ukupne količine padavina u slivu koja ne učestvuje u proticaju Unom.

Veći gubici vode u slivu koji iznose 898 mm, dobivaju se najčešće korištenjem, modifikovane metode Langbein-a, koja predstavlja odnos padavina i visine oćicanja. Razlika od gotovo 350 mm gubitaka vode, može se objasniti antropogenim uticajima. Najznačajniji uticaji ćovjeka na oćicanje padavina i vodostanje potiću od agrotehnićkih mjera koje se primjenjuju na velikim površinama. Pored toga, velike kolićine vode koriste se i za potrebe vodosnabdijevanja stanovnićstva, poljoprivrede i industrije.

Literatura References

- Dukić, D. 1984: Hidrologija kopna, Naućna knjiga, Beograd
- Hrelja, H. 2007: Inženjerska hidrologija, Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo
- Petrović, J. 2001: Uvod u hidrologiju, Građevinski fakultet u Beogradu, Odsjek za planiranje i građenje naselja, Beograd
- Resulović, H., Ćustović, H., Ćengić, I. 2008: Sistematika tla/zemljićšta, Nastanak, svojstva, i plodnost, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo
- Spahić, M. 1991: Rijeka Una – potamoloćka razmatranja, Zbornik referata i rezimea Naućnog skupa „Valorizacija prirodnih i drućstvenih vrijednosti sliva rijeke Une“, Bihać – Sarajevo
- Spahić, M. I. 2002: Opća klimatologija, Harfo-graf, Sarajevo
- Spahić, M. I. 2013: Hidrologija kopna, Sarajevo Publishing, Sarajevo
- Strategija upravljanja vodama Federacije Bosne i Hercegovine 2010-2022, Sarajevo 2012
- Tijela podzemnih voda podsliva Une, knj. I, Zavod za vodoprivredu d.d. Sarajevo, Sarajevo 2009
- Žigić, I., Skopljak, F., Hrvatović, H., Paćić – Škripić, D. 2010: Hidrogeoloćka rejonizacija terena u slivu rijeke Une na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine, Zbornik radova RGGF-a Univerziteta u Tuzli, Tuzla

SUMMARY

ISOHYETS AND EVAPOTRANSPIRATIONS ELEMENTS IN THE REGIME OF THE RIVER UNA**Aida Korjenić**University of Sarajevo, Faculty of Science, Department of Geography,
Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosna et Hercegovina

Detailed research isohyets and evapotranspiration elements correcting the previous indicators that were applied in the analysis of river regime and water balance in the basin of the River Una. The average annual height of precipitation that is excreted the basin of Una is 1147 mm.

Potential evapotranspiration, which represents the maximum intensity of evapotranspiration, which would be achieved under the assumption that the available amount of water for evapotranspiration is not limited, in the same basin amounts to 450.22 mm. If we compare the potential evapotranspiration with monthly precipitation, then we noticed that during every month of the year is excreted sufficient amount of rainfall which is done maximum or potential evapotranspiration for each m² catchment areas. However, in order to take into consideration long term average rainfall, it may be that in certain periods fall and less amount of rainfall, which increases evaporation and reduces runoff water in the river system of Una.

The real evapotranspiration is always less than or equal to the potential evapotranspiration. Of the total amount of rainfall that is excreted during the year in the area of the basin, evaporated 415.6 mm, or about 36%, while the remaining amount of water enters the waterflows which is a positive component of the regime Una River.

By defining an effective amount of rain comes to the conclusion that from the annual of precipitation (1147 mm), which is excreted in the basin, surface drains in the Una River layer of water of 1020.6 mm. Loss of 126.4 mm, formed mainly by infiltration. If this amount of infiltrated water added layer of 415.6 mm, which is losing real evapotranspiration, to give the overall amount of water from 541.0 mm or 47.2% from the total amount of rainfall in the basin which does not participate in flow of Una.

Larger losses of water in the basin, which amounts to 898 mm, are obtained by using the most common, a modified method of Langbein's, which represents the ratio of the amount of rainfall and runoff. The difference of almost 350 mm of water loss can be explained by anthropogenic impacts. Significant impacts of human are runoff of rainfall and water level originate from agricultural measures applied to large areas. Also, large amounts of water are used for water supply of population, agriculture and industry.

Author**Aida Korjenić**

Master of geographical sciences, senior assistant at the Faculty of Science, University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. Performs exercises, in among other things, from Hydrography, Ocenography, Climatology, Meteorology and Climat and Water in the regional and spatial planning. Author of various scientific papers from the scientific domain physical geography and landscape planning. Currently performs doctoral studies at the Faculty of Science in Sarajevo, in the field of Hydrology.