

Љубомир Летић
Ратко Ристић
Бранислава Михајловић

UDK: 556.38
Оригинални научни рад

ПРИНОС КОРИСНИХ ВОДА ИЗ БУКОВИХ ШУМА СРБИЈЕ

Извод: У раду су приказани резултати истраживања отицања и приноса корисних вода из букових шума источне Србије. Истраживања се односе на слив реке Пек, односно на делове слива у којим доминира карактеристична заједница букве - *Fagetum moesiacaе typicum*, и указују на водни потенцијал тих састојина. Букова станишта, која иначе доминирају у централном делу Србије, слове за природне резервоаре корисних вода високог квалитета.

Кључне речи: корисне воде, принос, отицање

YIELD OF USEFUL WATER FROM BEECH FORESTS IN SERBIA

Abstract: In this paper are presented the results of investigation of runoff and water yield from beech stands in East Serbia. Investigations are related to the catchment area of river Pek, more exactly, to the parts of catchment where dominates characteristic association *Fagetum moesiacaе typicum*. Beech stands dominate in central parts of Serbia, and they are natural reseviors of high quality water.

Key words: useful water, yield, runoff

1. УВОД

Урбане средине, индустрија и савремена пољопривреда имају озбиљне тешкоће у обезбеђивању потребних количина воде, што се посебно односи на пијаћу воду. Укупно расположиве воде на подручју Србије износе $5671,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ од чега су 91% транзитне, а свега 9% аутохтоне или сопствене воде. Аутохтоне воде које се формирају на територији Србије са специфичним отицањем од $5,7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ обезбеђују само 50% потребних количина по становнику годишње. Сматра се, да неко подручје има довољно воде ако може да обезбеди 3000 m^3 по становнику годишње

др Љубомир Летић, ред. професор, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
др Ратко Ристић, доцент, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
дигл. инж. Бранислава Михајловић, асистент приправник, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд

од чега је приближно половина за потрошњу а друга половина за еколошки минимум у хидрографској мрежи (Ђорђевић, 1994). Према расположивим количинама аутохтоне воде Република Србија спада међу сиромашније земље Европе. Постојећи тренд климатских промена погоршава актуелну ситуацију водоснабдевања, поготову ако се узме у обзир просторни и временски распоред сопствених вода за чије коришћење је потребно изградити већи број вишенаменских акумулација за годишња или вишегодишња изравнања. Коришћење транзитних вода није препоручљиво због њиховог, углавном, лошег квалитета на који се не може утицати.

Познато је да шумска подручја са својом просторном, хидролошком и противерозионом улогом имају пресудан утицај на количину и квалитет вода. Шуме заузимају велики део брдско-планинског простора Републике Србије, а то је истовремено и област са највећом количином падавина. Шуме својим покривачем пружају најбољу заштиту од водне ерозије, а шумско земљиште ретенционим карактеристикама обезбеђује повољан режим отицања уз задовољавајући квалитет отеклих вода. Према томе, неопходно је утврдити односе између падавина, вегетације и отицања у брдско-планинском подручју Републике Србије од којих се очекује највећи принос корисних вода високог квалитета. У том делу Републике преовлађујући тип шумске вегетације су букове састојине чија станишта повољно утичу на режим отицања, односно представљају природне фабрике воде високог квалитета.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

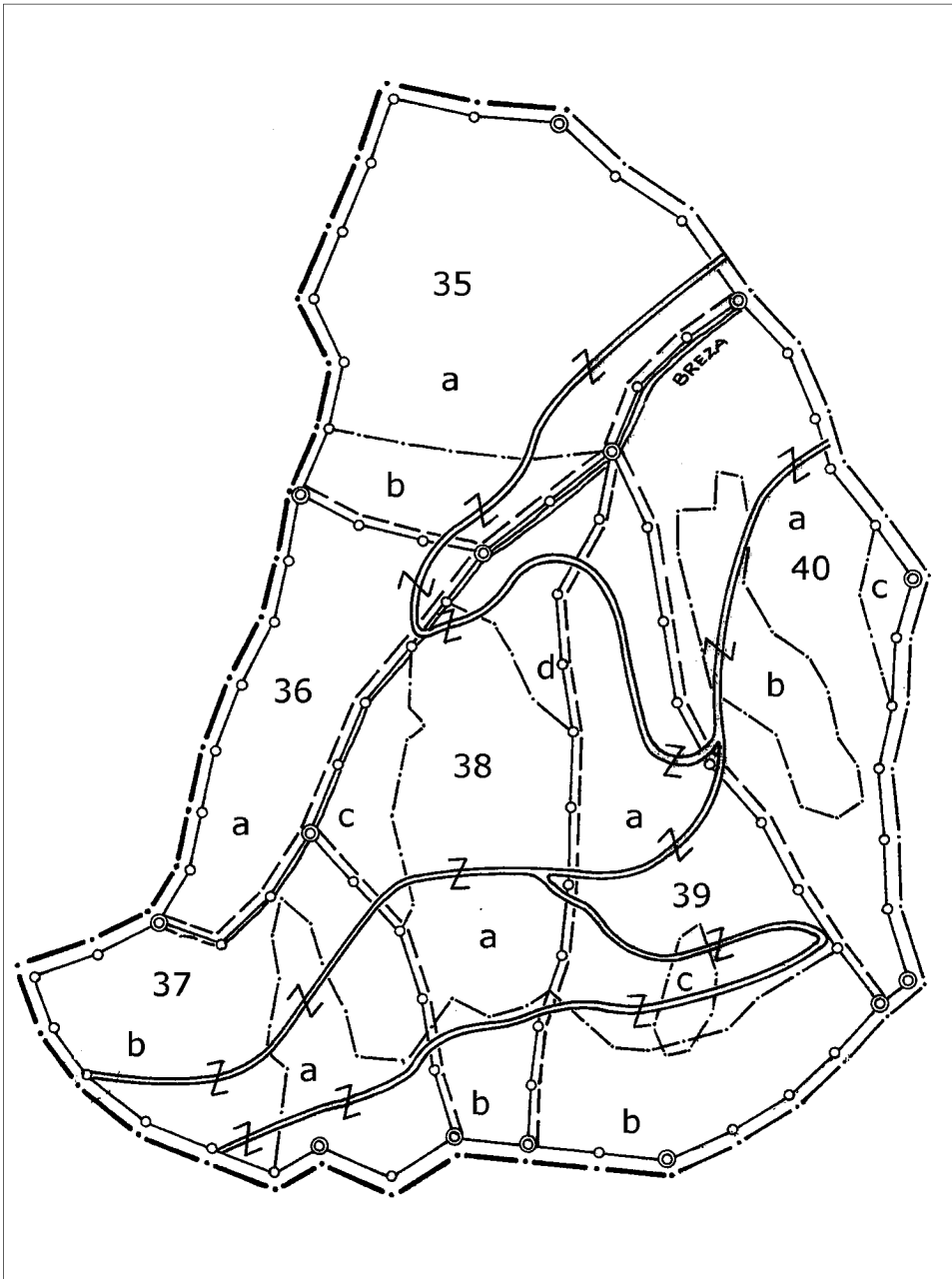
Истраживање сложених односа између атмосферског талога који доспе на неки слив под шумском вегетацијом и воде која отиче са њега захтева веома сложен поступак. Имајући то у виду за наведено истраживање усвојен је „метод микросливова“. На мањим сливним површинама истражују се релевантни фактори који утичу на отицање у функцији падавина и шумског покривача, покровности, старости, типа станишта и др. За потребе утврђивања величине отицања воде у функцији типа вегетације користи се метод регионалне анализе где се анализирају резултати рада лимниграфских станица за поједине области Србије. Поред тога, користи се и директна детерминација отицаја методом „површина-брзина“ (мерење брзине је обављено хидрометријским крилом марке „ОТ“).

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

За истраживање отицања из букових састојина издвојен је слив потока Бреза који се налази у источном делу привредне јединице Црна Река-Велики Пек, Наставна база Дебели Луг. Овај поток претставља део хидрографске мреже Црне Реке, која се улива у Велики Пек. Слив потока Бреза обухвата површину од 95,99 *ha* која је подељена у шест одељења (озн. од 35-40) различитих величина и карактеристика (табела 1, слика 1).

Табела 1. Основне карактеристике подлоге и вегетације у сливу Брезанског потока
Table 1. Main characteristics of base rock, soil and vegetation in catchment area of Breza stream

Од. Part	Одс. Sect.	Повр. Area	Геолошка подлога Base rock	Педолошка подлога Soil type	Тип састојине Stand type	Нап. Note
		ha				
35	a	16,36	Кристаласти шкриљци /филит/	Кисела смеђа земљишта	<i>Fagetum moesiacaе montanum typicum</i>	Pl.Bk.
	b	3,51				Pl.Bk-Gr
	1	0,29				Put
36	a	8,68	Кристаласти шкриљци /филит/	Кисела смеђа земљишта	<i>Fagetum moesiacaе montanum typicum</i>	Pl.Bk-Gr
	1	0,15				Put
37	a	3,65	Кристаласти шкриљци /филит/, кречњак	Кисела смеђа земљишта, смеђа земљишта на кречњаку	<i>Fagetum moesiacaе submontanum-dentarietosum bulbiferae</i>	Bk.
	b	9,03				<i>Fagetum moesiacaе montanum typicum</i>
	1	0,17			Put	
38	a	10,58	Кристаласти шкриљци /филит/, кречњак	Кисела смеђа земљишта, смеђа земљишта на кречњаку	<i>Fagetum moesiacaе montanum typicum</i>	Pl.Bk.
	b	1,86	Кречњак	Смеђа земљишта на кречњаку	<i>Fagetum moesiacaе submontanum-dentarietosum bulbiferae</i>	Bk-Gr
	c	2,35	Кристаласти шкриљци /филит/	Кисела смеђа земљишта	<i>Luzulo-Fagetum moesiacaе montanum</i>	
	d	1,47		Јако кисела смеђа земљишта	<i>Musco-Fagetum</i>	
	1	0,30				Пут
	2	0,05				Поток
39	a	12,81	Кристаласти шкриљци /филит/, кречњак	Кисела смеђа земљишта, смеђа земљишта на кречњаку	<i>Fagetum moesiacaе montanum typicum</i>	Pl.Bk.
	b	4,92	Кречњак, кристаласти шкриљци /филит/	Смеђа земљишта на кречњаку, кисела смеђа земљишта	<i>Fagetum moesiacaе submontanum-dentarietosum bulbiferae</i>	Bk.
	c	0,70	Кристаласти шкриљци /филит/	Кисела смеђа земљишта	<i>Fagetum moesiacaе montanum typicum</i>	Култура
	1	0,55				П
40	a	13,93	Кристаласти шкриљци /филит/	Кисела смеђа земљишта	<i>Fagetum moesiacaе montanum typicum</i>	Pl.Bk.
	b	3,73				Култура
	c	0,58				
	1	0,27				Пут
	2	0,05				Поток



Слика 1. Слив потока Бреза

Figure 1. Catchment area of Breza stream

Основни параметри слива потока Бреза су:

- површина слива $A=95,99 \text{ ha}$;
- обим слива $O=4160 \text{ m}$;
- кота изворишта $K_i=675 \text{ m}$;
- кота ушћа $K_u=454 \text{ m}$;
- висинска разлика у сливу $\Delta H=221 \text{ m}$;
- дужина главног тока слива $L_s=1200 \text{ m}$;
- релативни пад тока $I=18,42\%$.

Релјеф - Терен слива потока Бреза је врло стрм (нагиб 25-35°), а затим и стрм (15-25°), са странама падине уједначеног или изломљеног нагиба. Највиша надморска висина у сливу је 800 *m*, а најнижа 454 *m*. Генерални правац пружања главног тока је југозапад-северисток.

Клима - У климатском погледу ово подручје карактерише влажна (хумидна), континентална клима са хладним зимама, и прохладним и влажним летима. Средње месечне температуре ваздуха крећу се у интервалу од $-2,4^\circ\text{C}$ у месецу јануару (*min* темп.), до 19°C у месецу јулу (*max* темп.), док је средња годишња вредност $8,9^\circ\text{C}$. Средња вредност температуре ваздуха у пролеће (од марта до маја) је $8,6^\circ\text{C}$, а у јесен (од септембра до новембра) је $9,8^\circ\text{C}$. Касни пролетњи мраз се јавља крајем априла, а јесењи почетком октобра.

Средње месечне вредности релативне влаге ваздуха крећу се у интервалу од 72% у месецу априлу, до 88% у месецу децембру, док је средња годишња вредност 80%.

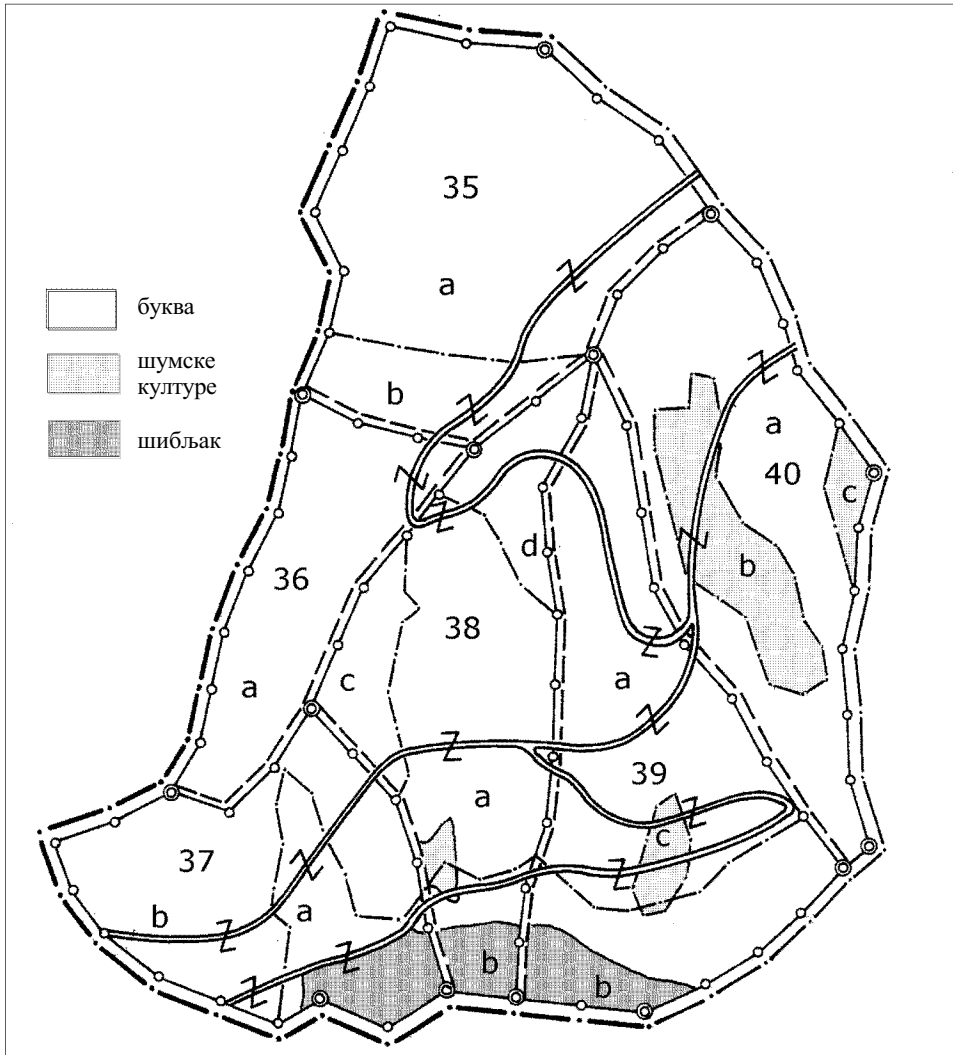
Просечна годишња сума падавина износи 786 *mm*. Највише атмосферског талога излучи се у мају месецу 96 *mm*, а најмање у септембру 43 *mm*. Током вегетационог периода (од априла до септембра) падне 412 *mm*, што чини 52% од укупне годишње суме падавина.

На овом подручју је око 38% времена током године тихо и без ветра, док се у осталом делу године јавља северозападни (NW) и југоисточни (SE) ветар као најучесталији, чија је брзина релативно мала и не прелази $3,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Геолошка подлога - На највећем делу сливног подручја Брезански поток (74,18%) преовлађују кристаласти шкриљци ниског ступња метаморфизма (хлорит-актинолитски шкриљци, актинолитски шкриљци, филит и серицитско-хлоритски шкриљци), док се на мањој површини слива (25,82%) јавља кречњак (табела 1).

Педолошке карактеристике - У сливу Брезанског потока преовлађују кисела, понекад и јако кисела, смеђа земљишта (74,18%), док остало чине смеђа земљишта на кречњаку. То су углавном дубока и врло дубока земљишта, тежег механичког састава, (високе пластичности, па тиме и слабе дренажности) (табела 1).

Вегетација - Слив Брезанског потока карактеришу, пре свега, букове шуме, и то по учесталости:



Слика 2. Карта вегетације слива потока Бреза
Figure 2. Vegetation map of the catchment area of Breza stream

- шуме планинске букве (*Fagetum moesiacaе montanum typicum*) на дубоким киселим смеђим земљиштима;
- шуме брдске букве (*Fagetum moesiacaе submontanum-dentarietosum bulbiferae*) на дубоким и врло дубоким смеђим земљиштима на кречњаку;
- ацидофилне шуме букве на врло киселим земљиштима, где доминирају шуме букве са бекицом (*Luzulo-Fagetum moesiacaе montanum*) и шуме букве са

маховином (*Musco-Fagetum*) на екстремно киселим земљиштима (табела 1, слика 2). У сливу доминирају чисте букове шуме 74,87%, (слика 2), ретко (0,5) или евентуално густог склопа (0,8-0,9), са ретком до средње густом приземном вегетацијом и средње густим до ретким жбуњем. Шумски покривач је слабо присутан, а хумификација је повољна. Са мањим уделом (13,56%) су у сливу заступљене мешовите састојине, углавном букве са грабом, белим јасеном, и понегде примешаном смрчком (углавном око потокамразна јама). Мешовите састојине карактерише врло густ склоп (1,0), без приземне вегетације и са густим жбуњем. Око 5,66% слива чине културе, углавном црног бора и циновске јеле, врло густог склопа (1,0), са густим жбуњем и средње густом приземном вегетацијом. Шумска простирка је заступљена, а хумификација је неповољна. На самом врху слива, тј. на гробену, где су осулине од кречњачких стена, постоји шибљак, који заузима 4% од укупне површине слива.

На водотоку Брезански поток извршена су мерења (септембар 2003. год.) минималних протицаја. На мерном профилу одређена је површина попречног пресека корита, тако да је методом „површина-брзина“ одређен укупан протицај у водотоку. Мерни профил контролише површину слива од $A=0,9599 \text{ km}^2$, а измерен је протицај од $Q=2,50 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ или, изражено као специфичан протицај, $q_s=2,60 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$.

Утврђена вредност је упоређена са вредностима које су добијене коришћењем других метода: анализа рада лимниграфских станица за територију Србије показује просечну вредност од $q_s=5,7 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$ (Ђорђевић, 1994), према релацијама Keller-а и Сребренића (Сребренић, 1986) $q_{sp}=11,08 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$, односно $q_{sp}=7,51 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$, према истраживањима Манојловића и Живковића (Живковић, 1995) $q_{sp}=10,0 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$, односно $q_{sp}=9,63 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$, а анализа рада хидрометријске станице Кучево на реци Пек, за период од 1991-2001. године, показује износ од $q_{sp}=5,98 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$.

Очигледно је да према свим изложеним методама специфичан протицај добијен на основу директних мерења ($q_s=2,60 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$) показује изузетно малу вредност, што је последица вишемесечне суше током периода пролеће-лето 2003. године. Локалне издани формиране у кристалистим шкриљцима и филитима имају малу запремину, која је доспела до минимума током периода без падавина, тако да је регистровани протицај директна последица.

4. ЗАКЉУЧЦИ

На основу претходно изложених резултата истраживања и анализе података може се констатовати следеће:

- станиште букових шума поседује најпогодније услове за регулисање режима отицања вода. Крошње стабала и шушањ спречавају штетно површинско

- отицање киша јаког интензитета, а дубоко земљиште повољних инфилтрационих карактеристика прихвата и спроводи значајне количине воде до геолошке подлоге;
- потенцијални капацитет истраживаног станишта зависи од капацитета геолошке подлоге да формира подземне издани, као и од приспелих падавина;
 - директним мерењем на хидрометријском профилу у сливу утврђен је минимални протицај од $Q=2,50 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ чије су вредности далеко мање од вредности протицаја добијених регионалном анализом протицаја;
 - мала вредност специфичног отицаја $q_s=2,60 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$ измерена у септембру 2003. године је директна последица смањења нивоа воде у подземним резервоарима услед вишемесечне суше.
 - одговарајућим мерама узгоја потребно је ове састојине довести у стање да задрже што веће количине падавина, са акцентом на побољшању водно-ваздушног капацитета земљишта и његових ретенционих својстава.

ЛИТЕРАТУРА

- Велашевић В., Ђоровић М., Летић Љ., (2002): *Еколошки аспекти очувања уређења и заштите вода у шумским сливовима*, монографија, УБНДЈ ЈДПЗ Подкомисија за конзервацију земљишта и вода, Београд
- Ђорђевић Б. (1994): *Водопривредни развој Србије и њенова даља стипањешка одређења*, Водопривреда 141-146, Београд
- Живковић Н., (1995): *Утицај физичко-географских фактора на висину отицаја у Србији*, Географски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Летић Љ., Ђоровић М. (1995): *Потенцијали шума и шумских подручја и њихов значај за развој Србије*, монографија, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Манојловић П. (1989): *Експериментална истраживања интензитета корозије у крашу Источне Србије*, докторска дисертација у рукопису, Географски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Сребреновић Д. (1986): *Примењена хидрологија*, Техничка књига, Загреб

Ljubomir Letić
Ratko Ristić
Branislava Mihajlović

YIELD OF USEFUL WATER FROM BEECH FORESTS IN SERBIA

Summary

In this paper are presented the results of investigation of runoff and water yield from beech stands in East Serbia. Investigations are related to the micro catchment area of Breza stream where dominates characteristic association *Fagetum-moesiacaе typicum*. Specific runoff was recorded by method „surface-velocity“ ($q_s=2,60 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$). It is small value in comparisan with results of regional analysis and known equations. Recorded runoff is direct concequense of few months drought and emptying of underground reservoirs.