

Ана Милановић*

АНАЛИЗА РЕЧНОГ РЕЖИМА И ВОДНОГ БИЛАНСА У СЛИВУ ЛЕПЕНИЦЕ

Абстракт: Речни режим Лепенице у овом раду анализиран је на основу тридесетогодишњег низа података о водостају и протицају 1975–2006, док су за анализу водног биланса коришћени подаци из периода 1961–1990 г, због дисконтинуитета у мерењу падавина на кишомерним станицама у овом сливу. Коришћено је метод Љвовича за анализу водног биланса на основу којих је изведено више закључака. Резултати анализе водног биланса за слив Лепенице указују на неповољан режим храњења реке подземном водом. С обзиром да се ВС Баточина налази се на 7,3 km од ушћа, мишљење је и да би значајно било поставити водомерну станицу и у изворишном делу реке, као и на већим притокама (Драчи, Угљешници, Грошничкој реци, Ждраљици), јер оне имају велики утицај на водни режим Лепенице. У раду је дато и више предлога за побољшање речног режима и водног биланса у сливу Лепенице.

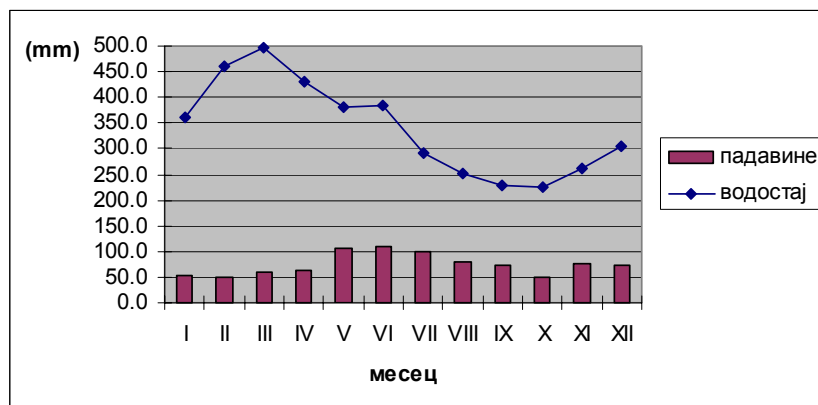
Кључне речи: речни режим, водостај, протицај, специфични отицај, водни биланс

Водостај и водостање

Хидролошка осматрања на реци Лепеници започета су 1925. г, оснивањем водомерну станицу (ВС) Рогот, недалеко од ушћа у Велику Мораву. Од 1974. г. станица је измештена узводније и мерења се врше код Баточине. На Угљешници је код Горњих Грбца вршено експериментално осматрање водостаја и протицаја са прекидима у периоду 1983-1989 г.

У периоду 1975–2006. г. средњи месечни водостај Лепенице је износио 34 cm, највиши је био у марту (50 cm), а најнижи у септембру и октобру (22 cm). Поређењем средњих месечних падавина и средњих месечних водостаја (скица 1.) запажа се да је у септембру и октобру најмање падавина и најнижи водостај. Међутим, максимум падавина је у мају, а водостаја у марту, када се отапа снег у изворишном делу слива Лепенице.

* Мр Ана Милановић, истраживач сарадник, Географски институт „Јован Цвијић”, САНУ, Београд. У раду су презентовани резултати истраживања у оквиру Пројекта „Модалитети валоризације геопотенцијала неразвијених подручја Србије”, који финансира Министарство за науку Републике Србије.



Скица 1. Однос средњих месечних падавина за слив Лепенице и средњих месечних водостаја код Баточине

Посматрајући по годишњим добима, највиши водостај се региструје у пролеће и почетком лета (због делимичног отапања снега у марту и максималних количина падавина у јуну), али и крајем зиме (због отапања снега у фебруару и смањеног испаравања). Најнижи водостај је у јесен, када се излучи најмање падавина (таб. 1). У току лета настају краткотрајни високи водостаји због падавина, које се најчешће јављају у облику пљускова у поподневним часовима.

Табела. 1. Средњемесечне и средњагодишња вредност водостаја (cm) Лепенице код Баточине (1975-2006)

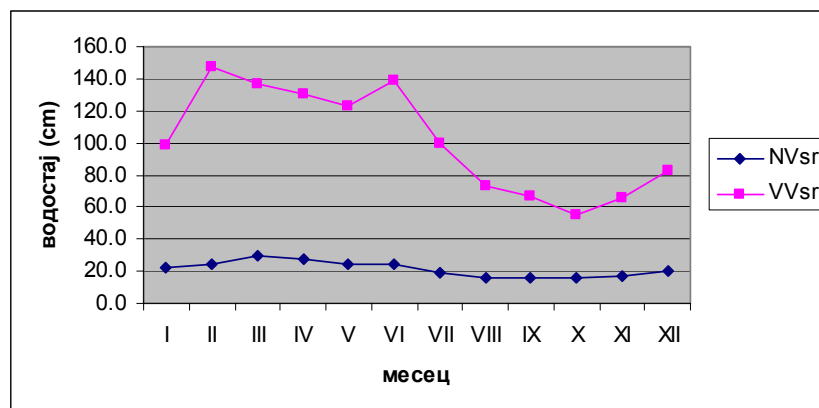
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
36	46	50	43	38	39	29	25	23	22	26	31	34

Годишња вредност средњег ниског водостаја Лепенице у осматраном периоду износила је 21 cm, а средњег високог 101 cm, па је просечна амплитуда 80 cm (скица 2). На основу података из табеле 2. уочава се да се најмања вредност средњег ниског водостаја у току године бележи крајем лета и током јесени (у августу, септембру и октобру) и износи 16 cm, а највеће вредности средњег високог водостаја су у фебруару (147 cm) и јуну (139 cm). На овакав годишњи распоред водостаја утицале су, пре свега количине падавина и отапање снега.

Табела 2. Средњи ниски и високи месечни водостаји (cm) Лепенице код Баточине (1975-2006)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
SNV	23	25	30	28	24	24	19	16	16	16	17	20	21
SVV	98	147	137	130	123	139	100	73	67	55	65	83	101

Значајан хидролошки показатељ за детаљније анализирање режима водних токова и прогнозе појава великих и малих вода представљају екстремни водостаји. Апсолутни максимални водостај у периоду 1975–2006. г, од 545 cm забележен је 10. VII 1999. г, а апсолутни минимални водостај, од свега 1 cm био је 27. VII и 2. VIII 1981. г, па амплитуда екстремних водостаја износи 544 cm (таб. 3). Највећа амплитуда водостаја у току једне године забележена је 1999. г. од 405 cm, а најмања 1990. г. од 69 cm.



Скица 2. Нивограми средњих ниских и високих месечних водостаја за Лепеницу код Баточине (1975-2006)

Од 1975 до 2006. г. запажено је велико осцилирање водостаја, односно месечних периода са ниским и високим водостајима. Посебно ниски водостаји забележени су: 1979. г. (август–октобар), 1981. г. (јул–новембар), 1983. г. (фебруар–јун), 1985. г. (јун–новембар), 1990. г. (јул–децембар), 1998. г. (јул–октобар), 2000. г. (мај–септембар), 2001. г. (април–октобар), 2002. г. (мај–август). Високе вредности водостаја на Лепеници регистроване су: 1975. г. (јануар–јун), 1976. г. (јануар–април), 1977. г. (фебруар–мај), 1986. г. (март–јун), 1996. г. (март–мај), 1999. г. (јун–јул) (РХМЗ).

Табела 3. Апсолутно минимални и максимални водостаји (cm) по месецима на Лепеници код Баточине (1975-2006)

	минимални	датум	максимални	датум
I	8	24. I 2005.	235	26. I 1980.
II	5	11. II 2005.	491	19. II 1986.
III	10	13. III 1983.	285	20. III 1981.
IV	9	26. IV 1983.	242	18. IV 2005.
V	6	1. V 1983.	342	25. V 1980.
VI	5	5. VI 1983.	322	7. VI 1976.
VII	1	27. VII 1981.	545	10. VII 1999.
VIII	1	2. VIII 1981.	349	27. VIII 1975.
IX	4	2. IX 1981.	215	19. IX 2005.
X	5	1. X 1981.	132	24. X 1975.
XI	6	1. IX 1981.	176	30. XI 1975.
XII	10	25. XII 1982.	337	23. XII 1980.
Апсолутни	1	27.VII. 1981.	545	10. VII 1999.

Водостаји осталих река у сливу имају углавном исти годишњи ток водостаја као и Лепеница. Посебно високе водостаје у периоду летњих пљускова, за време дуготрајних киша и у периоду отапања снега имају: Угљешница, Драча, Грошничка река, Ждралџица и Јабучка река.

Протицај

Протицај представља најважнији елемент речног режима. Као и у случају водостаја и за протицај је, осим познавања просечних вредности, веома значајно анализирати екстремне вредности, односно мале и велике воде.

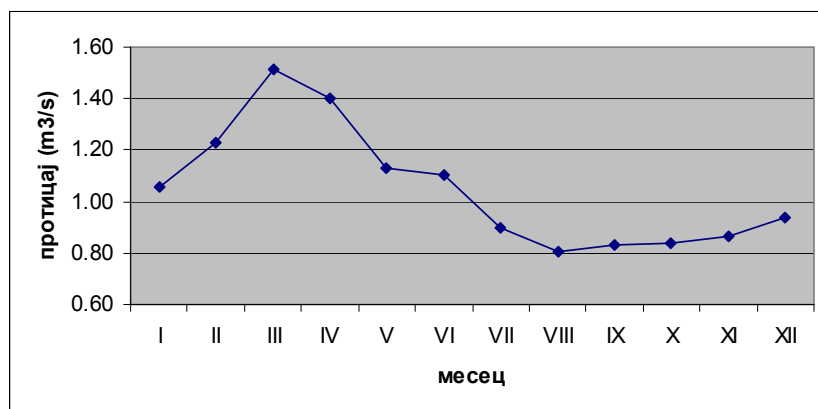
Мале воде

Према подацима ВС Баточина у осматраном периоду 1975–2006. г. средњегодишње мале воде су износиле 1,05 m³/s (таб. 4).

Табела 4. Средњемесечне и средњагодишња вредност мале воде (m³/s) Лепенице код Баточине (1975-2006)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
1,06	1,23	1,52	1,40	1,13	1,11	0,90	0,81	0,83	0,84	0,86	0,94	1,05

Режим малих вода Лепенице карактеришу највеће средњемесечне вредности у марту, 1,52 m³/s, а најмање у августу, 0,81 m³/s (скица 3). Однос између највећих и најмањих средњемесечних малих вода представљен је као 1:1,9, па се стиче утисак да је Лепеница на профилу код Баточине равничарски ток.



Скица 3. Хидрограм просечних малих вода Лепенице код Баточине (1975-2006)

У периоду 1975–2006 г. запажа се веома правилно појављивање најмањих протицаја на профилу код ВС Баточина. На основу анализе података закључује се да су у 88% случајева најмање воде регистроване крајем лета и током јесени – у августу (40% случајева), септембру (24% случајева) и октобру (24% случајева). Највеће вредности малих вода регистроване су крајем зиме и почетком пролећа (око 73,3% од укупног броја случајева), и то у фебруару (30%), марту (23,3%) и јануару (20%). Овакав годишњи распоред протицаја условљен је распоредом падавина и топљењем снежног покривача.

Просечне вредности дају у већој или мањој мери искривљену слику о режиму протицаја, па је зато за детаљнију анализу значајно проучити и екстремне вредности. Апсолутно минимални протицај у осматраном тридесетогодишњем периоду забележен је 31. XII 1991. г. и износио је 0,036 m³/s, док је апсолутно највећа вредност малих вода од 2,98 m³/s регистрована 6. II 1977. г. Апсолутна амплитуда малих вода је 2,944 m³/s (таб. 5).

Однос између најмањег и највећег минималног месечног протицаја је 1:82,8, што даје сасвим другачију слику о режиму малих вода Лепенице, а пре свега указује на неуједначеност режима. Због неповољног режима малих вода потребно је обратити већу пажњу њиховом изравњавању, како би се те воде могле адекватније искористити.

Табела 5. Апсолутно минималне и максималне мале воде (m^3/s) по месецима на Лепеници код Баточине (1975-2006)

	минимални	датум	максимални	датум
I	0,46	15. I 1994.	1,7	25. I 1975.
II	0,45	13. II 1994.	2,98	6. II 1977.
III	0,486	11. III 1994.	5,25	23. III 1984.
IV	0,52	2. IV 1994.	2,34	10. IV 1977.
V	0,46	23. V 1983.	2,15	26. V 1977.
VI	0,42	5. VI 1983.	1,89	24. VI 2004.
VII	0,47	12. VII 1988.	1,42	30. VII 1992.
VIII	0,17	23. VIII 1993.	1,94	25. VIII 1991.
IX	0,43	17. IX 1994.	1,58	29. IX 1991.
X	0,42	1. X 1980.	1,52	6. X 1991.
XI	0,37	21. XI 1977.	1,52	30. XI 1991.
XII	0,036	31. XII 1991.	1,54	6. XII 1981.
Апсолутни	0,036	31. XII 1991.	2,98	6. II 1977.

Велике воде

Просечне средњегодишње велике воде за период осматрања 1975–2006. г. на Лепеници код Баточине износе 11,19 m^3/s (таб. 6). Амплитуда између просечних малих и великих вода износи 10,14 m^3/s , односно њихов однос је 1:10,1. Овакав однос указује на прилично неуједначен режим протицаја Лепенице.

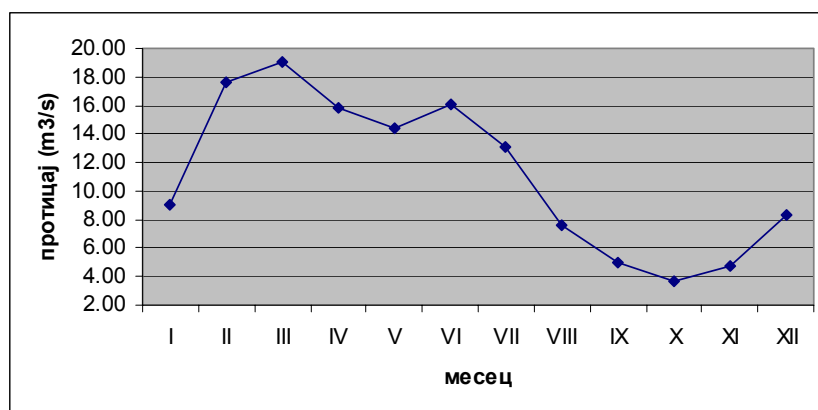
Табела 6. Средњемесечне и средњагодишња вредност велике воде (m^3/s) Лепенице код Баточине (1975-2006)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
9,02	17,61	19,07	15,84	14,36	16,07	13,09	7,64	4,97	3,65	4,75	8,27	11,19

Режим великих вода се мало разликује од режима малих вода. И у овом случају, највеће средњемесечне вредности се јављају у марту, 19,07 m^3/s , а најниже у октобру, 3,65 m^3/s (за мале воде најниже вредности су у септембру). Однос најмање и највеће велике воде је 1:5,2, што указује да је

у просеку варирање великих вода веће од варирање малих вода. Велике воде потичу од падавина и јављају се у таласима, а због тога и више варирају у односу на мале воде, које зависе од подземног притоцања.

Хидрограм средњемесечних великих вода Лепенице показује постојање 2 максимума и 2 минимума, што указује на корелацију великих вода и падавина у сливу (скица 4).



Скица 4. Хидрограм просечних великих вода Лепенице код Баточине (1975-2006)

На основу анализе података из Хидролошких годишњака може се закључити да само донекле постоји правилност у појављивању максималних и минималних великих вода. Наиме, минималне вредности великих вода су у осматраном тридесетогодишњем периоду регистроване углавном у летњем и јесењем периоду (укупно 80% од свих случајева), и то у септембру и октобру (по 16,6% од укупног броја појављивања) и у јулу, августу и новембру (по 13,3%). Максималне велике воде су углавном забележене крајем пролећа и почетком лета (76,7% од укупног броја појављивања), и то нешто више у јуну (23,3%) и мају (16,6%) и подједнако у фебруару, априлу и јулу (13,3%). Током осматраног периода максималне велике воде нису ниједном забележене у августу, октобру, новембру и децембру.

У периоду 1975–2006. г. апсолутни максимум великих вода забележен је 10. VII 1999. г. и износио је 193 m³/s. Апсолутни минимум великих вода од

само 0,61 m³/s регистрован је 1. X 1995. г, па апсолутна амплитуда великих вода износи 192,39 m³/s.

Табела 7. Апсолутно минималне и максималне велике воде (m³/s) по месецима на Лепеници код Баточине (1975-2006)

	минимални	датум	максимални	датум
I	0,73	8. I 1992.	36,3	26. I 1980.
II	0,91	26. II 1994.	58,3	19. II 1986.
III	1,32	2. III 1983.	66,8	13. III 2006.
IV	1,19	9. IV 2004.	78,1	19. IV 2006.
V	1,29	20. V 2002.	61,7	25. V 1980.
VI	1,60	2. VI 2000.	59,1	13. VI 1986.
VII	0,97	2. VII 1985.	193,0	10. VII 1999.
VIII	1,11	7. VIII 2000.	61,2	27. VIII 1975.
IX	1,12	30. IX 1986.	25,8	27. IX 2001.
X	0,61	1. X 1995.	12,9	15. X 1997.
XI	0,70	13. XI 1994.	29,1	30. XI 1975.
XII	0,82	11. XII 1994.	67,6	23. XII 1980.
Апсолутни	0,61	1. X 1995.	193,0	10. VII 1999.

Однос између најмање и највеће вредности максималног месечног протицаја је 1:316,4, што указује на неуједначеност режима великих вода и на изразити бујичарски карактер Лепенице (таб. 7). Томе у прилог говори и чињеница да амплитуда апсолутног максимума и минимума протицаја за период 1975–2006. г. износи 192,4 m³/s (однос је 1:5361,1). Због неповољног режима великих вода потребно је предузети одговарајуће биолошке и хидротехничке радове за изједначавање протицаја у сливу.

Средње воде

Просечни протицаји су статистички добијене средње вредности, које се најчешће користе у пракси приликом анализа и израда студија за потребе привреде. Међутим, ови подаци ће у раду бити обрађени у циљу добијања целовитије слике о режиму Лепенице, заједно са екстремним протицајима који су већ приказани.

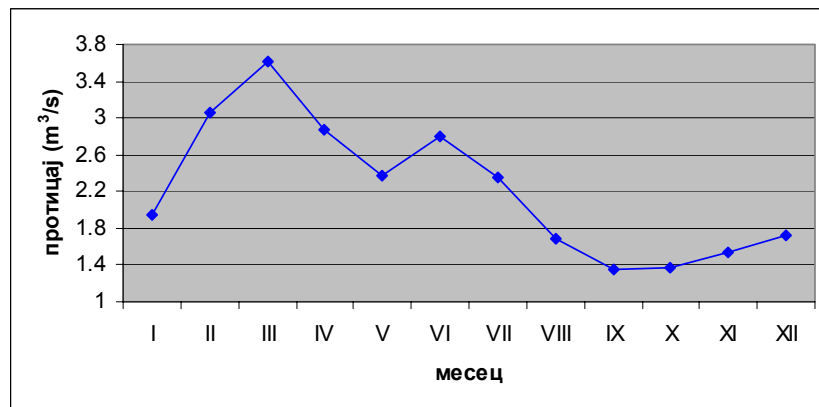
Просечни средњегодишњи протицај Лепенице код Баточине за период осматрања 1975–2006. г. износи износи 2,22 m³/s (таб. 8) и већи је од просечних малих вода 2,1 пута, док је у односу на просечне велике воде мањи 5 пута. Овакав однос великих вода према средњим, резултат је краткотрајних поплавних таласа после пљусковитих летњих киша.

**Табела 8. Средњемесечне и средњагодишња вредност протицаја (m³/s)
Лепенице код Баточине (1975–2006)**

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
1,95	3,05	3,61	2,87	2,37	2,80	2,35	1,68	1,35	1,38	1,53	1,73	2,22

Годишњи ход просечних протицаја, приказан на скици 5. сличан је годишњем ходу средњемесечних малих и великих вода. Наиме, и у овом случају максимални средњемесечни протицај је забележен у марту (3,61 m³/s), а минимални у септембру (1,35 m³/s). Њихов однос је 1:2,7. Коефицијент варијације годишњих протицаја износи 0,40, па се Лепеница убраја у реке са неповољним водним режимом.

Максимални просечни протицај у марту резултат је отапања снега у вишим деловима слива Лепенице. Након тога, бележи се опадање просечних протицаја до јуна, када се региструју повећане вредности просечног протицаја, услед пљусковитих киша (Оцокољић, 1993). Од јуна вредности просечног протицаја константно опадају до септембра, када достиже минималну вредност. Након тога просечни протицај се константно повећава до марта.



**Скица 5. Хидрограм средњемесечних протицаја
Лепенице код Баточине (1975–2006)**

У пролећним месецима отекне 31,6% укупног годишњег протицаја, односно скоро трећина укупне количине воде која протекне Лепеницом.

Током лета и зиме отекне скоро иста количина воде, 26,5%, односно 25,6%, а у јесењим месецима само 16,3% од укупног годишњег протицаја (због мале количине падавина и повећаног испаравања).

Као резултат овакве анализе, а према класификацији речних режима (Илешич, 1947) може се закључити да река Лепеница припада умерено-континенталној варијанти плувио-нивалног режима, са највећим отицајем у марту, који настаје као резултат топљења снега, велике влаге у земљишту и честих киша, и најмањим отицајем у септембру, услед високе евапотранспирације и мањих падавина.

Специфични отицај и режим отицања падавина

На основу података из табеле 9. констатује се да су вредности специфичног отицаја мале. Знатно повећање специфичног отицаја бележи се почетком фебруара, а максимум се јавља у марту, као резултат пораста висине падавина у целом сливу, док су истовремено температуре ваздуха још увек ниске, па је испаравање мало. Након лаганог опадања специфичног отицаја до маја, у јуну се поново региструје пораст вредности (као резултат повећане количине падавина), а затим нагло опада до краја септембра. Разлог томе су минималне количине падавина и повишене температуре ваздуха, које условљавају велико испаравање. Од октобра се поново уочава тренд пораста специфичног отицаја.

Табела 9. Средњемесечне и средњогодишња вредност специфичног отицаја (l/s/km²) Лепенице (1975-2006)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
3,34	5,22	6,18	4,92	4,07	4,80	4,02	2,87	2,31	2,37	2,62	2,91	3,80

Општи закључак је да су мале вредности специфичног отицаја у сливу Лепенице узроковане климатским условима (велико испаравање), малом енергијом рељефа и антропогеним утицајем (Степановић, 1974.). Осим средњемесечних и средњогодишњих вредности значајно је анализирати и средње и апсолутне минималне и максималне вредности. И у случају средњих минималних и максималних специфичних отицаја уочава се исти годишњи ход као и код просечних вредности, са максимумом у марту и минимумом у септембру (за минималне вредности) и у октобру (за максималне вредности).

Однос између средње годишње вредности минималног и максималног специфичног отицаја је 1:10,7 (таб. 10), што указује на велике осцилације у протицају овог тока.

Табела 10. Средње максималне и минималне месечне и годишње вредности специфичног отицаја (l/s/km²) Лепенице (1975-2006)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
sq _{min}	1,81	2,11	2,60	2,40	1,94	1,89	1,53	1,38	1,43	1,43	1,48	1,60	1,80
sq _{max}	15,44	30,15	32,65	27,13	24,59	27,52	22,42	13,09	8,51	6,25	8,14	14,16	19,17

Вредности апсолутно минималних и максималних специфичних отицаја бележе још већа одступања од средњегодишњих вредности (таб. 11).

Табела 11. Апсолутно максимални и минимални специфични отицаји (l/s/km²) Лепенице (1975-2006)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Q _{min}	0,46	0,45	0,486	0,52	0,46	0,42	0,47	0,17	0,43	0,42	0,37	0,036
q _{min}	0,79	0,77	0,83	0,89	0,79	0,72	0,80	0,29	0,74	0,72	0,63	0,06
Q _{max}	36,3	58,3	66,8	78,1	61,7	59,1	193,0	61,2	25,8	12,9	29,1	67,6
q _{max}	62,16	99,83	114,4	133,7	105,7	101,2	330,5	104,8	44,18	22,09	49,83	115,8
Однос												
q _{min} : q _{max}	78,7	129,7	137,8	150,2	133,8	140,6	413,1	361,4	59,7	30,7	79,1	1930

Велике вредности добијене за однос минималних и максималних специфичних отицаја су још један податак који указује на бујичарски карактер реке Лепенице (Ристић, 2000). На основу података о специфичном отицају може се израчунати висина отицаја у сливу, као и коефицијент отицања.

Табела 12. Средње месечне и годишње падавине (у mm), висине отицаја (у mm) и коефицијенти отицаја за Лепеницу (1961-1990.)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
X	51,24	45,89	52,63	54,39	82,4	89,97	64,38	54,34	49,49	42,44	57,04	57,98	702,14
Y	10,14	21,53	23,03	14,05	14,02	12,72	6,71	6,44	4,25	4,8	5,73	7,36	130,78
C	0,19	0,45	0,43	0,24	0,16	0,14	0,10	0,11	0,08	0,11	0,10	0,12	0,19

Коефицијент отицања падавина (таб. 12) има највећу вредност у фебруару (0,45) и марту (0,43), а најмању у септембру (0,08). Овакав годишњи ход идентичан је годишњем ходу падавина, протицаја и специфичног отицаја.

Водни биланс

Проучавања водног биланса, односно водних резерви на одређеној територији су све актуелнија и осим научног имају и велики практични значај (за потребе привреде, водоснабдевање и др.) Компоненте водног биланса у овом раду одређене су коришћењем комплексног метода Љвовича (Љвович, 1971). Од хидролошких параметара постоје подаци за падавине на више кишомерних станица (табела 13.) и подаци за протицај код Баточине. На основу ових елемената одређене су основне компоненте водног биланса за слив Лепенице, које су представљене у табели 14.

Средњегодишња висина падавина у сливу Лепенице за период 1961-1990 г. износи 702,1 mm и она је добро распоређена током године. Највише се излучи у летњем периоду 208,7 mm (29,8%), незнатно мање током пролећа, 189,4 mm (27%), у јесен 149 mm (21,2%), а током зиме само 155,1 mm (22%).

Таб. 13. Средње месечне и средње годишње вредности падавина (mm) у сливу Лепенице (1961-1990.)

Станице	н.в. (m)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
Бадњевац	165	49,6	46,5	47,6	50,9	79,8	69,6	50,9	46,2	42,2	40,9	54,6	58,0	637,2
Ботуње	178	52,8	44,8	51,8	52,9	77,5	90,9	67,2	54,4	48,8	41,7	55,7	57	695,5
Крагујевац	190	41,1	38,7	44,4	50,0	73,7	84,9	67,7	53,3	44,8	38,2	48,2	47,6	632,4
Грошница	280	50,6	43,1	53,2	55,9	84,6	89,7	68,3	53,8	51,9	44,3	61,5	55	711,9
Вучковица	335	46,5	44,2	46,9	46,8	74,4	90,9	63,8	53,8	51,9	40,3	49,8	57,2	666,0
Чумић	363	47,0	44,3	53,6	56,6	87,4	102,0	70,6	58,4	51,6	44,0	53,7	53,1	722,3
Д. Грбице	380	46,0	40	45,5	45,0	75,5	80,8	50,4	46,8	45,3	41,8	50,4	49,5	616,8
Букоровац	390	63,5	54,9	66,8	66,4	91,7	97,6	70,7	59,1	53,6	44,2	69,8	73,1	811,4
Ацине Ливаде	580	64,1	56,5	63,9	65,0	97,0	103,3	69,8	63,3	55,3	46,6	69,7	71,3	825,8
		51,2	45,9	52,6	54,4	82,4	90,0	64,4	54,3	49,5	42,4	57,0	58,0	702,1

Од укупне количине падавина на слив Лепенице, у Велику Мораву отекне 18,6%, односно слој воде висине 130,78 mm (табела 14.). Отицање падавина је неравномерно распоређено током целе године, као и по годишњим добима. Нешто више од половине излучених падавина (51,1%) отекне током пролећног периода, и то највише у марту 23,03 mm (17,6%). Насупрот томе, у септембру отекне само 4,25 mm (3,3%), што представља око 5,5 пута мању вредност у односу на март.

Табела 14. Компоненте водног биланса слива Јеленице²

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год	п	л	ј	з
X(mm)	51,24	45,89	52,63	54,39	82,4	89,97	64,38	54,34	49,49	42,44	57,04	57,98	702,14	189,42	208,69	148,97	155,11
X (%)	7,30	6,54	7,50	7,75	11,74	12,81	9,17	7,74	7,04	6,05	8,11	8,25	100	26,98	29,72	21,22	22,08
Y(mm)	10,14	21,53	23,03	14,05	14,02	12,72	6,71	6,44	4,25	4,8	5,73	7,36	130,78	51,1	25,87	14,78	39,02
Y (%)	7,75	16,46	17,61	10,74	10,72	9,73	5,13	4,92	3,25	3,67	4,38	5,64	100	39,08	19,78	11,3	29,84
Cy	0,2	0,47	0,44	0,26	0,17	0,14	0,1	0,12	0,09	0,11	0,1	0,13	0,19	0,27	0,12	0,1	0,25
S(mm)	7,10	15,07	16,12	9,83	9,81	8,90	4,70	4,51	2,98	3,36	4,01	5,15	91,55	35,77	18,11	10,35	27,32
S (%)	7,75	16,46	17,61	10,74	10,72	9,73	5,13	4,92	3,26	3,67	4,38	5,63	100	39,08	19,77	11,30	29,85
U(mm)	3,04	6,46	6,91	4,22	4,21	3,82	2,01	1,93	1,27	1,44	1,72	2,21	39,23	15,33	7,76	4,43	11,71
U (%)	7,76	16,46	17,61	10,74	10,72	9,73	5,13	4,92	3,24	3,67	4,38	5,64	100	39,08	19,77	11,30	29,85
Z(mm)	41,1	24,36	29,6	40,34	68,38	77,25	57,67	47,9	45,24	37,64	51,31	50,62	571,36	138,32	182,82	134,19	116,08
Z (%)	7,19	4,26	5,18	7,06	11,97	13,52	10,09	8,38	7,92	6,59	8,98	8,86	100	24,21	32,00	23,48	20,31
Cz	0,80	0,53	0,56	0,74	0,83	0,86	0,90	0,88	0,91	0,89	0,90	0,87	0,81	0,73	0,88	0,90	0,75
W(mm)	44,15	30,82	36,51	44,56	72,59	81,06	59,68	49,84	46,51	39,08	53,03	52,83	610,6	153,65	190,58	138,62	127,79
W (%)	7,23	5,05	5,98	7,30	11,89	13,28	9,77	8,15	7,62	6,4	8,68	8,65	100	25,16	31,21	22,70	20,93
Ki	0,86	0,67	0,69	0,82	0,88	0,90	0,93	0,92	0,94	0,92	0,93	0,91	0,87	0,81	0,91	0,93	0,82
Ke	0,07	0,21	0,19	0,09	0,06	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,06	0,1	0,04	0,03	0,09

² X - падавине; Y - укупан отицај; S - површински отицај; U - подземни отицај; Z - укупно испаравање; W - укупна количина влаге у земљишту; C_y - коефицијент отицаја; S_z - коефицијент испаравања; K_i - коефицијент инфилтрације и K_e - коефицијент храњења реке подземном водом

На основу анализе односа површинског и подземног отицаја у сливу Лепенице закључује се да је учешће подземног у укупном отицају само 30%, као и да је коефицијент отицања мали, $C_u = 0,19$. Подземно отицање је, као и површинско, највеће у марту (6,91mm или 17,6%), а најмање у септембру (1,27 mm или 3,2%). Овакво стање је неповољно за привредне активности, па је неопходно предузимање мера за оплемењивање протицаја Лепенице, ради ефикаснијег коришћења водног богатства ове реке.

Резултати анализе водног биланса Лепенице су показали и да је испаравање у сливу велико, односно од укупне количине излучених падавина у сливу испари 571,36 mm или 81,4%. Од поменуте количине највише воде испари током лета, 182,82 mm, односно 32% (максимално испаравање је у јуну 77,25 mm или 13,5%).

Иако су вредности инфилтрационе воде у земљишту велике (610,6 mm) и правилно распоређене током године, а коефицијент инфилтрације износи 0,87, само 6% од наведене количине влаге из земљишта доспе у реку. Разлог томе је велико испаравања воде из земљишта (средњи годишњи коефицијент испаравања износи 0,81). Ово указује на неповољан режим храњења реке подземном водом.

Однос компонената водног биланса у сливу Лепенице није најповољнији и потребно је предузети одговарајуће мере на његовом побољшању. Једна од мере била би и пошумљавање доњег дела слива, јер је познато да терени под шумама имају већу инфилтрацију и повећане резерве подземних вода, али и мање испаравање са тла (Степановић, 1966.). Такође, потребно је предузети и различите хидротехничке мере у циљу изравњавања протицаја Лепенице и њених притока.

Закључак

Анализе водостаја за реку Лепеницу у периоду 1975-2006 г. показале су да се максималне вредности региструју у марту, као резултат топљења снега, велике влаге у земљишту и честих киша, а минималне у септембру, услед високе евапотранспирације и мањих падавина. Водостаји осталих река у сливу имају углавном исти годишњи ток као и Лепенице. Посебно високе водостаје у периоду летњих пљускова, за време дуготрајних киша и у периоду отапања снега имају: Угљешница, Драчка река, Грошничка река, Ждраљица и Јабучка река. На основу ових података, а према класификацији речних режима (Илешич, 1947) река Лепеница припада умерено континенталној варијанти плувио-нивалног режима.

На основу података о протицајима на Лепеници уочава се постојање 2 максимума и 2 минимума, што указује на корелацију протицаја и падавина у сливу. Амплитуда између просечних малих и великих вода за период 1975-2006. г. износи 10,14 m³/s, односно њихов однос је 1:10,1, док је амплитуда екстремних протицаја још израженија и за исти период износи 192,4 m³/s (однос је 1:5361,1). Ови подаци указују на неуједначеност режима протицаја и на изразити бујичарски карактер Лепенице, па је неопходно предузимање одговарајућих биотехничких и хидротехничких радова за његово изједначавање у сливу (Степановић, 1966).

Вредности специфичног отицаја за Лепеницу су мале и узроковане су климатским условима (велико испаравање), малом енергијом рељефа и антропогеним утицајем. Максималне вредности се јављају у марту, као резултат пораста висине падавина у целом сливу, док су истовремено температуре ваздуха још увек ниске, па је испаравање мало. Минимални специфични отицаји се региструју у септембру, услед минималне количине падавина и повишене температуре ваздуха, које условљавају велико испаравање

Резултати анализе водног биланса за слив Лепенице указују на неповољан режим храњења реке подземном водом. Наиме, од укупне количине падавина која се излучи на слив (702, 14 mm) отекне само 17,8% (130,78 mm), а испари 81,4% (571,36 mm). Иако коефицијент инфилтрације износи 0,87, само 6% од наведене количине влаге из земљишта доспе у реку. Однос компонената водног биланса у сливу Лепенице није најповољнији и потребно је предузети одговарајуће мере на његовом побољшању (пошумљавање доњег дела слива, хидротехничке мере и др).

Литература

Група аутора (2004 а): Локални еколошки акциони план за општину Крагујевац (радни материјал).

Група аутора (2004 б): Процена стања животне средине у општини Крагујевац (радни материјал).

Климатски годишњаци II (1961–90 г), Републички хидрометеоролошки завод, Београд.

Пешић С. (1947): Реčni реџим у Југославија. *Geografski vestnik*, sv.19, Ljubljana, p. 35-46.

Љвович М.И. (1971): Водни биланс света и метода његовог проучавања, АН СССР и Географички комитет, Москва.

Оцокољић М. (1993): Водни биланс притока Велике Мораве. *Гласник СГД*, св. LXXIII, бр. 2, Београд, стр. 27-34.

Ристић Р. (2000): Карактеристике бујичног реџима великих вода на главним притокама Велике Мораве. Зборник радова са научне конференције „Водни ресурси слива Велике Мораве и њихово коришћење“, СО Крушевац, Задужбина Андрејевић, Крушевац, стр. 190-195.

Степановић Ж. (1966): Крагујевачка котлина. *Географски годишњак* бр. 2, Подружница СГД-а у Крагујевцу, Крагујевац, стр. 35-47.

Степановић Ж. (1974): Хидролошке карактеристике Крагујевачке котлине са посебним освртом на снабдевање Крагујевца водом. Фонд за финансирање високошколских установа, научне и научно издавачке делатности Скупштине општине Крагујевац, Крагујевац.

Степановић Ж. (1977): Лепеница – хидролошка и водопривредна основа слива. *Географски годишњак* бр.13, Подружница СГД-а у Крагујевцу, Крагујевац, стр. 3-20.

Хидролошки годишњаци – Површинске воде, књ. 1 (1961–2006 г), Републички хидрометеоролошки завод, Београд.