

**ГЕОГРАФСКИ ИНСТИТУТ „ЈОВАН ЦВИЈИЋ“
СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ**

Ана Милановић

**ХИДРОГЕОГРАФСКА СТУДИЈА
РЕКЕ ЛЕПЕНИЦЕ**



Ана Милановић

ХИДРОГЕОГРАФСКА СТУДИЈА
РЕКЕ ЛЕПЕНИЦЕ

Београд
2007

**GEOGRAPHIC INSTITUTE "JOVAN CVIJIĆ"
SERBIAN ACADEMY OF SCIENCE AND ARTS**

**SPECIAL ISSUES
№ 70**

Ana Milanović

**HYDROGEOGRAPHICAL STUDY OF
LEPENICA RIVER**

**BELGRADE
2007**

**ГЕОГРАФСКИ ИНСТИТУТ „ЈОВАН ЦВИЈИЋ“
СРПСКЕ АКАДЕМИЈЕ НАУКА И УМЕТНОСТИ**

**ПОСЕБНА ИЗДАЊА
КЊИГА 70**

Ана Милановић

**ХИДРОГЕОГРАФСКА СТУДИЈА РЕКЕ
ЛЕПЕНИЦЕ**

**БЕОГРАД
2007**

С А Д Р Ж А Ј

УВОД	7
ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА	8
ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ И ГРАНИЦЕ СЛИВА	10
ПОЛОЖАЈ И КАРАКТЕРИСТИКЕ РАЗВОЂА.....	10
ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ СЛИВА.....	11
МОРФОМЕТРИЈСКИ ПАРАМЕТРИ СЛИВА.....	13
ХИПСОМЕТРИЈА СЛИВА.....	14
ФИЗИЧКОГЕОГРАФСКА СВОЈСТВА СЛИВА	17
ГЕОЛОШКА СВОЈСТВА СЛИВА.....	17
Налазишта и појава руда.....	21
ХИДРОГЕОЛОШКА СВОЈСТВА СЛИВА.....	22
МОРФОТЕКТОНСКА СВОЈСТВА СЛИВА.....	26
РЕЉЕФ СЛИВА.....	28
Морфогенетска својства.....	29
Тектонски облици рељефа.....	29
Флувијални облици рељефа.....	31
<i>Речне долине</i>	31
<i>Водопади и слапови</i>	33
<i>Флувијалне терасе</i>	33
<i>Флувијалне површи</i>	34
Крашки облици рељефа.....	34
Клизишта.....	35
КЛИМА СЛИВА.....	36
Температура ваздуха.....	36
Ваздушни притисак.....	39
Инсолација.....	39
Облачност.....	39
Влажност ваздуха.....	40
Ветар.....	40
Падавине.....	42
Снег.....	46
ПЕДОЛОШКИ САСТАВ СЛИВА.....	47
БИОГЕОГРАФСКА СВОЈСТВА СЛИВА.....	49
ХИДРОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СЛИВА	53
ОПИС ТОКА.....	53
Речни пад и уздужни профил.....	57

РЕЧНИ СИСТЕМ.....	59
Речна мрежа.....	63
РЕЧНИ РЕЖИМ.....	65
Водостај и водостање.....	65
Протицај.....	73
Мале воде.....	73
Велике воде.....	77
Средње воде.....	81
Специфични отицај и режим отицања падавина.....	82
ВОДНИ БИЛАНС.....	84
ВОДНЕ АКУМУЛАЦИЈЕ У СЛИВУ.....	87
ВОДОПРИВРЕДНИ ПРОБЛЕМИ У СЛИВУ.....	90
ЕРОЗИЈЕ И БУЈИЦЕ.....	90
Мере заштите од ерозије.....	93
ПОПЛАВЕ.....	94
Прогноза поплава.....	97
Заштита од поплава- регулација Лепенице и њених притока.....	98
ЗАГАЂЕЊЕ ВОДЕ.....	100
Квалитет воде.....	100
Загађење воде.....	102
Пречишћавање отпадних вода.....	104
Заштита вода.....	106
ВОДОСНАБДЕВАЊЕ.....	109
Систем за водоснабдевање Грошница.....	109
Систем за водоснабдевање Морава.....	109
Систем за водоснабдевање Груза.....	110
Технолошки процес прераде.....	111
Квалитет воде за пиће.....	111
Предложена решења за изградњу нових акумулација за водоснабдевање.....	112
ИЗРАДА ГИС-а ЗА СЛИВ.....	115
ЗАКЉУЧАК.....	118
ЛИТЕРАТУРА.....	121
SUMMARY.....	125
ПРИЛОГ.....	128

ПРЕДГОВОР

Вода је услов живота на Земљи, природни ресурс и процесни фактор. Заузима посебно место међу природним ресурсима, јер се користи у бројним људским активностима и делатностима. Вода је не само најважнији услов постојања биосфере, него и посредно утиче на њену егзистенцију. Она чини до 90% масе биљака, око 75% масе животиња и улази у састав човековог тела са око 65 %. Њена улога је веома значајна у метаболизму живих бића и преносу енергије и материје у организму.

О значају воде за живот сведочи и чињеница да су најстарије цивилизације настале у долинама великих река (Месопотамија, Египат...). Људи старог века су схватали вредност воде и њену моћ. Још је чувени антички филозоф Херодот записао: “Египат је дар Нила”. Међутим, несташица воде је била један од главних узрока пада неких старих цивилизација (Ур у Месопотамији, Мохењодаро у сливу Инда).

Водни ресурси данас не представљају само сировинску базу за производне процесе, већ и реципијент производних отпадака, па расте њихова загађеност. На тај начин се ограничавају могућности за коришћење ових ресурса. У вези са тим јавља се и потреба за улагањима не само у њихову експлоатацију, већ и у санацију деградираних водних резерви и њихову заштиту. Један од најзагађенијих водних ресурса у Србији је река Лепеница, која је била предмет истраживања у овој студији. С обзиром да Лепеница до сада није целовито била истраживана, аутор је овом хидрогеографском студијом покушао да представи овај ток у центру Шумадије.

При изради ове монографија аутор се посебно захваљује колегама из Географског института „Јован Цвијић“, САНУ, рецензентима и уреднику, Републичком Хидрометеоролошком заводу Србије, Скупштини општине Крагујевац, ЈКП „Водовод и канализација“, Крагујевац, родитељима и брату.

У В О Д

Река Лепеница је лева притока Велике Мораве и једна од већих река у Шумадији. Она је главна и највећа река у Крагујевачкој котлини. Од извора Студенца (380 m н.в.) у Голочелу на огранцима Гледићких планина до ушћа у Велику Мораву (99 m н.в.) недалеко од Лапова, често мења правац тока због нагиба терена и геолошког састава. После регулације корита и ушћа, дужина овог тока је 55,4 km, а површина слива на основу мерења софтвером MicroStation са ТК 1:50.000 износи око 638,9 km².

Територија слива реке Лепенице је постала осовина економског и урбаног развоја Шумадије. Међутим, услед неуређеног режима Лепенице и њених притока јавља се недостатак вода за пиће и за наводњавање обрадивих површина, док са друге стране ово подручје трпи велике штете од поплава и бујица (нарочито Крагујевачка котлина).

С обзиром на актуелне проблеме у сливу, као и на чињеницу да река Лепеница до сада није хидрографски целовито обрађивана, постоји потреба за комплексним истраживањем овог подручја. Сходно томе, у овој студији постављен је као основни задатак проучавање и систематизација физичко-географских карактеристика слива (са посебним акцентом на водни режим и водни биланс), као и приказ најважнијих водопривредних проблема у сливу и предлога за њихово решавање.

* * * * *

ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

Извесни подаци и белешке које се односе на простор слива Лепенице могу се наћи у делимично сачуваној архивској грађи. Област Лепеница се први пут спомиње између 1198. и 1199. г. у *Хрисовуљи*, у којој је записано да је Стефан Немања поклонио својој задужбини, манастиру Хиландару, уз остале жупе и Лепеницу, освојену од грчких земаља. Исти назив, који се односио не само на реку већ и на знатно већу област, забележен је у још неколико средњовековних списа: у списима између 1222-1228. г. у којима је записано да је Стефан Првовенчани поклонио својој задужбини, манастиру Жичи, Лепеницу; у списима Ђурђа Бранковића између 1428. и 1429. године и у *Крушевачком* и *Водичничком Поменику*, који су настали крајем XV века. Вук Караџић у *Даници* 1827. г. спомиње кнежевину Лепеницу, а у *Географском спису Србије* поменуто је река Лепеница.

Река Лепеница је картографски први пут представљена на Хомановој карти Угарске ратне позорнице у Србији и у Темишварском Банату, која је објављена почетком XVIII века. Први пут је као *Lepeniza Fl.* означена на Лангеровој карти, која је дата као прилог уз његов рад *Serbien unter der keiserlichen Regierung 1717-1739*. Под истим именом налази се и на Шимековој карти из 1788 г. Од српских картографа, ову реку је под именом Лепеница први учртао Сава Текелија на својој карти.

Прва истраживања који се односе на простор Лепенице извршио је А. Алексић по налогу кнеза Милоша Обреновића 1882. г. за потребе водоснабдевања Крагујевца и на основу њих написао рад *Прокоти Горњег Поморавља у Лепеницу*. Након тога, почетком XX века антропогеографска истраживања овог простора извршио је Т. Радивојевић и 1911. г. објавио рад под називом *Лепеница*, а 1930. г. публикацију *Насеља у Лепеници*. У истом периоду, истраживања на подручју Шумадије обавио је и Ј. Цвијић и у раду *Језерска пластика Шумадије* (1909. г.) дао детаљан опис језерске површи у долинама Груже и Лепенице. Геоморфолошка истраживања на неколико профила од Жежеља ка долини Лепенице вршио је и Б. Јовановић и у раду *Рељеф средњег и доњег дела Великоморавске удолине* (1969. г.) објавио да не постоје поуздани докази о постојању абразионих површи у доњој Лепеници.

Досадашња истраживања нису обухватала слив Лепенице у целини, већ су се углавном односила на истраживања њеног привредно најзначајнијег дела – Крагујевачке котлине. Различитих географских

података о овој реци има нарочито у бројним студијама о водоснабдевању Крагујевца, регулацији тока и уређењу бујица у сливу.

Од значајних публикованих радова, који се односе на ово подручје, важно је споменути: докторске дисертације Ж. Степановића *Хидролошке карактеристике Крагујевачке котлине са посебним освртом на снабдевање Крагујевца водом* и В. Вељковића *Вегетација у околини Крагујевца*, монографију Ж. Степановића и Д. Милановића *Крагујевац и околина*, радове М. Луковића *Хидролошке прилике у околини Крагујевца*, Ж. Степановића *Лепеница – хидролошка и водопривредна основа слива*, *Природно–географске одлике Крагујевачког Црног Врха и Језера у Шумадији*, као и више радова са насловом *Крагујевац* Ј. Митровића, Б. Дробњаковића, П. Срећковића, Д. Милановића.

На основу вишегодишњих истраживања група аутора из Института „Јарослав Черни“ објавила је 1955. г. значајну студију *Засипање Грошничког језера*. С обзиром на актуелност проблема водоснабдевања у сливу Лепенице, 70-тих година прошлог века обављено је више истраживања и публиковано неколико радова који се односе на ту тему, као што су радови *Снабдевање Крагујевца водом* Р. Лазаревића (1965. г.) и В. Јереминова (1972. г.). Од значаја је и студија групе аутора *Крагујевац у борби за воду – од извора до савременог водоводног система*, објављена 1976. г.

Последња истраживања на територији слива Лепенице вршена су 2003. и 2004. г. за потребе израде Локалног еколошког акционог плана Крагујевца. Као резултат ових истраживања, група аутора је урадила студију *Процена стања животне средине у општини Крагујевац*.

* * * * *

ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ И ГРАНИЦЕ СЛИВА

ПОЛОЖАЈ И КАРАКТЕРИСТИКЕ РАЗВОЂА

Развође слива Лепенице одређено је према ТК 1:50.000. Северна граница слива Лепенице ка сливу Јасенице простире се од Рамаћких висова (812 m) на Руднику, преко Јеленца (589 m), Вучјака (583 m) и Чумићког брда (448 m) до Светиње (459 m) у Чумићу, где се налази хидрографски чвор сливова Лепенице, Јасенице и Раче, а такође и географски центар Србије. Граница се даље наставља према сливу Раче преко коте 363 m, одакле развође скреће ка југоистоку и прати пут Чумић – Церовац, а затим ка североистоку дуж пута Церовац – В. Крчмаре, преко побрђа Кошућа (326 m) и Брдњака (219 m), као и кота 230 m, 219 m и Била (205 m) долази до Лапова. Од Лапова развође има северни правац и преко коте 102 m долази до ушћа Лепенице у Велику Мораву (99 m н.в.).

На западу слив Лепенице се граничи са сливом Груже, а граница иде од Божурове главице (723 m) на Руднику, где се налази хидрографски чвор сливова Лепенице, Јасенице и Груже, преко Таборишта и Шутог поља (442 m), а затим прати пут Баре – Кутлово. Од коте 411 m код Кутлова развође има југозападни правац и иде преко кота 471 m и 484 m, Пирамиде (460 m), коте 347 m, Липове главе (534 m) до коте 718 m на Гледићким планинама, где се налази хидрографски чвор сливова Лепенице, Груже и Чукојевачке реке.

Јужна граница слива Лепенице према Лугомиру иде од Дуленског Црног врха (897 m), на коме се налази хидрографски чвор сливова Лепенице, Чукојевачке реке и Лугомира, преко коте 719 m, Ситног камења (634 m), Гувништа (656 m) до Пчеличког брда (480 m) у Горњој Сабанти, где се налази хидрографски чвор сливова Лепенице, Белице и Лугомира.

Са истока слив Лепенице се граничи сливом Грабовика, од Брзана, преко коте 212 m и Шумњака (250 m), а одатле иде сливом Осанице од Стругара (430 m) у Доњим Комарицама до Јасика (470 m) у Горњој Сабанти, где је хидрографски чвор сливова Лепенице, Белице и Осанице. Даље према сливу Белице граница иде од Јасика до Пчеличког брда у Горњој Сабанти.

Укупна дужина вододелнице, која спаја највише тачке на развођу реке Лепенице, према мерењима извршеним на картама ТК 1:50.000 износи 145,5 km, од чега левој страни слива припада 80 km, а десној 65,5

km, док је коефицијент развитка вододелнице 1,62. Овакав коефицијент развитка нема велику вредност, што указује на брзу концентрацију воде у главном току, са наглим поводњима, који брзо пролазе проносећи велике количине воде. На сваки километар вододелнице долази 4,4 km² слива (4,3 km² његове леве и 4,5 km² десне стране). Средња висина развођа слива Лепенице износи 427,2 m, а највиши је јужни део развођа на Гледићким планинама (просечно око 670 m).

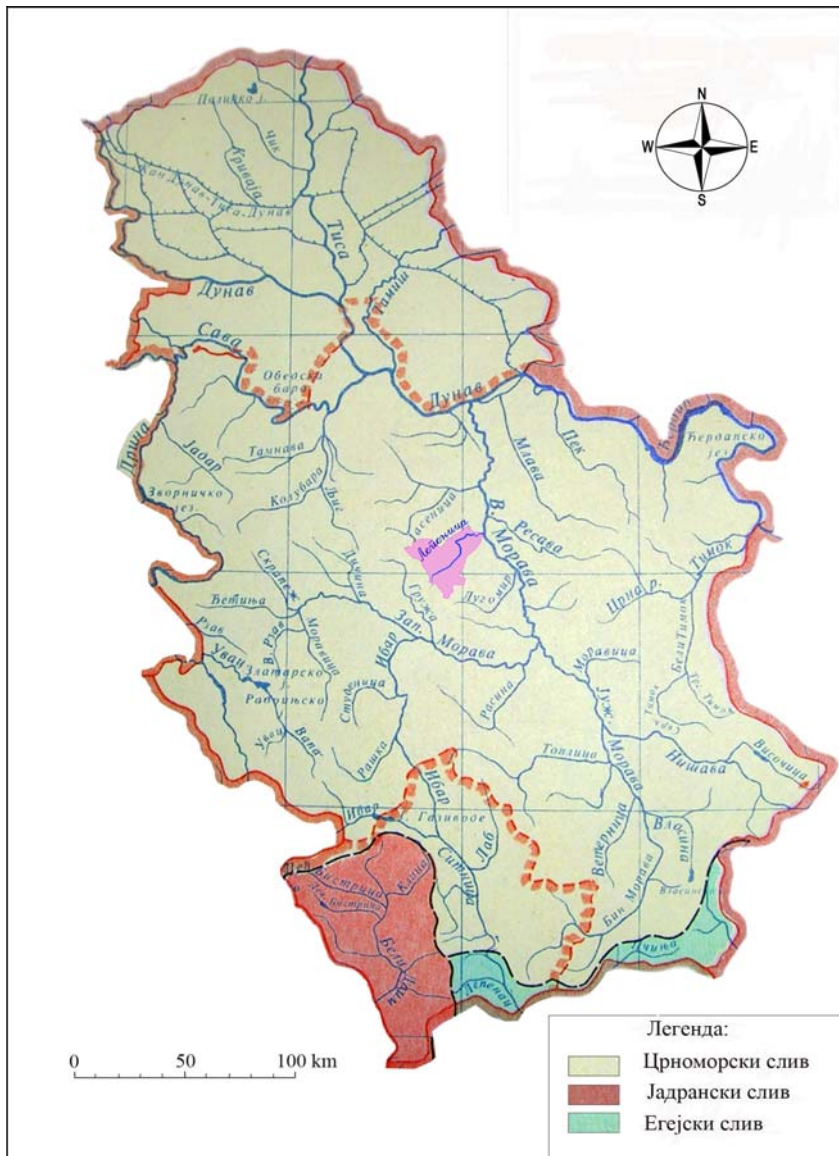
ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ СЛИВА

У источном делу централне Шумадије, на површини од 638,9 km² простире се слив реке Лепенице. Границе овог слива чине сливови више познатих шумадијских река: Јасенице и Раче на северу, Груже на западу, Лугомира и Белице на југу и Осанице и Грабовика на истоку. Јужну и западну границу слива Лепенице представљају Гледићке планине, односно Рудник, док се на северу и истоку простире до алувијалних равни Велике Мораве и њених притока (Јасенице и Раче). Изворишни део слива залази у планински масив Гледићких планина, а средњи и доњи део слива се налазе у Крагујевачкој и Бадњевачкој котлини*.

До 1897. г. слив Лепенице је захватао површину од 926 km². Међутим, за време пролећне поплаве 1897. г. Лепеница је скренула ток код Рогота према истоку-североистоку и скратила ток за 15 km. После регулације корита и ушћа, дужина Лепенице је 55,4 km. Овом променом правца тока Лепеница је изгубила најдужу притоку Рачу и смањила површину слива за 287,1 km².

Слив Лепенице налази се на територији општина Крагујевац, Баточина и Лапово и има повољан географски положај у односу на главне комуникације. Добру саобраћајну повезаност омогућава близина ауто пута Е-75, мрежа магистралних путева (магистрални пут 18 Крагујевац – Баточина и магистрални пут 23 Топола – Крагујевац – Мрчајевци), регионални путеви (регионални пут 102 Крагујевац – Јагодина и регионални пут 212 Крагујевац – Горњи Милановац), као и железничка пруга Лапово – Крагујевац – Краљево (*Арежина, 1987.*).

* www.sumadija.net, www.kragujevac.co.yu,



Сл. 1 – Географски положај слива Лепенице (основа: Геокарта, Београд, 2000.)

Fig. 1 – Geographical position of river Lepenica basin (base: Geokarta, Belgrade, 2000.)

Посматрајући растојања између најистуренијих тачака у сливу реке Лепенице стиче се утисак да слив има лепезаст облик. Најсевернија тачка у сливу налази се код Липарића, засеока села Црни Као, у близини пута Рача – Баточина, на 220 m н.в. са координатама 44° 11' 27" СГШ и 21° 02' 57" ИГД. Најјужнију тачку слива представља Дуленски Црни врх (897 m н.в.) на Гледићким планинама и има координате 43° 51' 40" СГШ и 20° 54' 37" ИГД. Најзападнија тачка слива је Божурова главица (723 m н.в.) на Руднику са координатама 44° 05' 58" СГШ и 20° 39' 08" ИГД. Најисточнију тачку слива представља ушће Лепенице у Велику Мораву на 99 m н.в. и има координате 44° 10' 41" СГШ и 21° 08' 36" ИГД. Највиша тачка у сливу је Дуленски Црни Врх са висином од 897 m н.в., док је најнижа тачка ушће Лепенице у Велику Мораву на висини од 99 m н.в.

МОРФОМЕТРИЈСКИ ПАРАМЕТРИ СЛИВА

Морфометријски параметри слива указују на битне карактеристике слива које се директно одражавају на речни режим и водни биланс

Површина слива реке Лепенице добијена са ТК 1:50.000 износи 638,9 km². Облик слива је лепезаст, на чијој се периферији налазе све највише тачке (723 – 897 m н.в.) на приближно истој удаљености од Крагујевца. На основу овога се може закључује да вода из горњег дела слива дотиче готово истовремено из различитих праваца до Крагујевца. Слив Лепенице је асиметричан, јер је лева страна нижа и пространија (340,3 km²), а десна страна виша и ужа (298,6 km²).

Дужина слива је значајан показатељ, јер указује на величину поводња и за слив Лепенице износи 36,6 km. С обзиром на малу дужину слива време дотицања падавина до одређеног профила на водотоку је кратко, па се нагло појављује поводањ. Ширина слива је такође показатељ који утиче на начин појављивања поводња. За слив Лепенице просечна ширина износи 16 km, па би поводањ требало да буде умеренији. Просечна ширина леве стране износи 9,1 km, а десне 6,9 km. Добијене вредности указују на знатну асиметричност слива, што доказује и коефицијент асиметрије, који износи 1,14.

Коефицијент пуноће за слив Лепенице износи 0,48 и указује на знатну развијеност слива, али и на веће поплавне таласе и наглу појаву поводња на реци. Просечан пад слива значајан је, пре свега, за брзину отицања падавина до сталних водотока и формирање поводња и за слив Лепенице износи 5,07 ‰.

Таб.1 – Слив Лепенице
 Tab.1 – Lepenica river basin

Лева страна слива	km ²	Десна страна слива	km ²
Ристовски поток	1,7	Безимени поток	0,3
Маринач поток	1,0	Безимени поток	0,4
Долине поток	1,2	Безимени поток	0,9
Миленковац	2,1	Бабушинац поток	3,2
Змајевац	6,0	Амбарина	1,0
Безимени поток	0,8	Вињиштански поток	4,0
Драчка река	35,8	Грошничка река	69,2
Дивостински поток	11,4	Ждралица	44,2
Ердоглијски поток	0,9	Бреснички поток	14,6
Алајбегов поток	3,2	Маршићки поток	2,7
Сушички поток	12,3	Јабучка река	16,5
Угљешница	153,8	Ботуњски поток	7,8
Бубањ поток	4,7	Безимени поток	11,8
Цветојевачки поток	27,2	Раљевац	7,3
Реснички поток	23,1	Безимени поток	6,1
Церовица поток	1,6	Кијевски поток	36,7
Шеварски поток	1,3		
Безимени поток	0,6		
Стублина	6,1		
Бадњевачки поток	5,5		
Безимени поток	4,3		
Непосредни слив Лепенице	35,7	Непосредни слив Лепенице	71,9
УКУПНО	340,3	УКУПНО	298,6

ХИПСОМЕТРИЈА СЛИВА

Подела рељефа према висинским зонама извршена је у три категорије, низије 0-200 m н.в, брдски простор 200-500 m н.в (ниско побрђе 200-300 m н.в и високо побрђе 300-500 m н.в) и планински простор > 500 m н.в (Поповић, 1956.).

Низијски простор у сливу Лепенице представља алувијална равна, која се простире на 160,4 km². Ова површина је заступљена на левој страни слива са 90,4 km², а на десној са 70 km². Највећи део слива покрива брдски простор, укупно у 444,1 km², и то ниско побрђе 230,5 km² и високо побрђе 213,6 km². Од ове површине левој страни слива припада 269,3 km² (142 km² ниског побрђа и 127,3 km² високог побрђа), а десној 174,8 km² (88,5 km² ниског побрђа и 86,3 km² високог побрђа). Планинском простору у сливу Лепенице припада 34,4 km² (на левој страни слива 8,7 km², а на десној 25,7 km²). Значајно је поменути да је реч о нископланинском подручју надморске висине 500-897 m, где простор између 500 –700 m н.в.

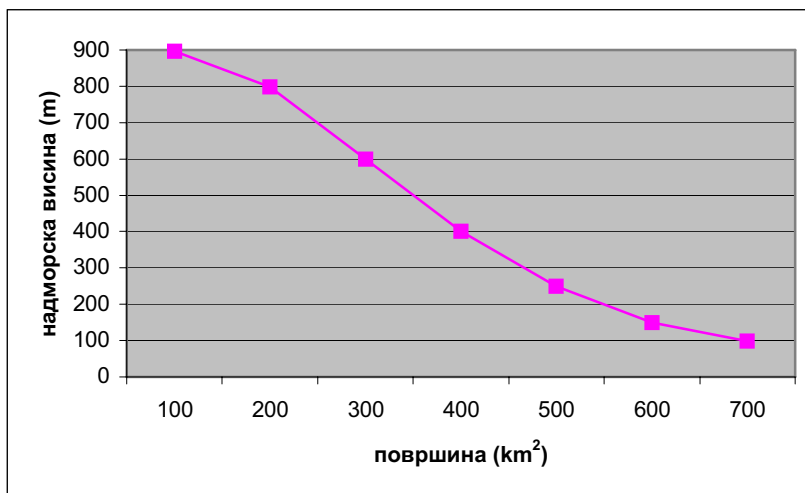
обухвата $32,4 \text{ km}^2$ ($8,4 \text{ km}^2$ на левој страни, а 24 km^2 на десној страни слива), док подручје од 700 до 897 m обухвата само 2 km^2 ($0,3 \text{ km}^2$ на левој и $1,7 \text{ km}^2$ на десној страни слива).

Планиметрисањем површине између појединих висинских појасева утврђено је да је средња висина слива Лепенице $314,2 \text{ m}$ (средња висина леве стране слива је $307,6 \text{ m}$, а средња висина десне стране слива $320,8 \text{ m}$).

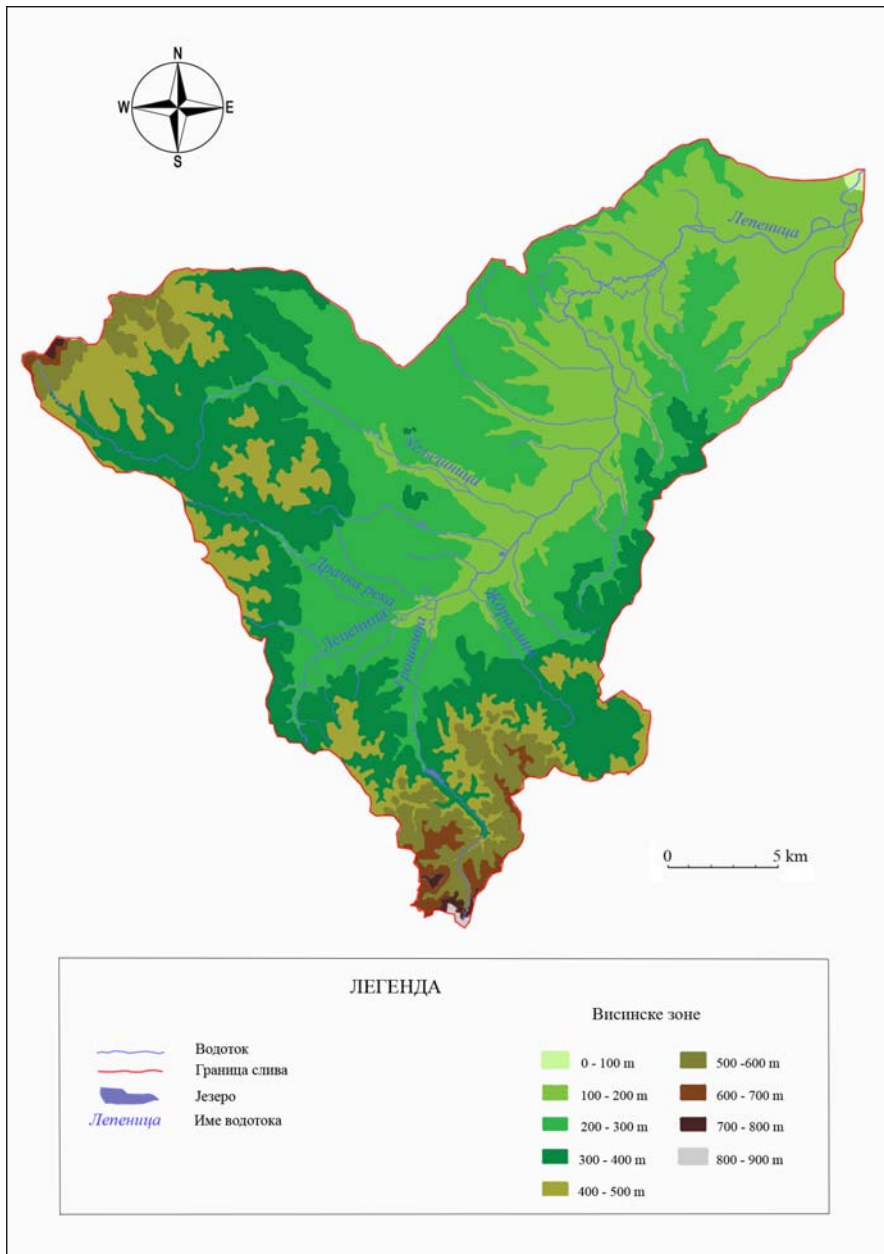
Таб. 2 – Хипсометрија слива реке Лепенице
Tab. 2 – Hypsometry of Lepenica river basin

Вис. појас (m)	F1 (km^2)	Fd (km^2)	F (km^2)	F1 (%)	Fd (%)	Fd (%)
99-200	90,4	70,0	160,4	24,5	25,9	25,9
200-300	142,0	88,5	230,5	38,5	32,7	32,7
300-500	127,3	86,3	213,6	34,6	31,9	31,9
500-700	8,4	24,0	32,4	2,3	8,9	8,9
700-897	0,3	1,7	2,0	0,1	0,6	0,6

На основу података из табеле може се конструисати хипсографска крива слива.



Сл. 2 – Хипсографска крива слива Лепенице
Fig. 2 – Hypsography curve of Lepenica river basin



Сл. 3 – Висинске зоне у сливу Лепенице
 Fig. 3 – Altitude zones in Lepenica river basin

ФИЗИЧКОГЕОГРАФСКА СВОЈСТВА СЛИВА

ГЕОЛОШКА СВОЈСТВА СЛИВА

Геолошки састав слива Лепенице је разноврстан и сложен, како стратиграфски тако и литолошки, јер су заступљене различите врсте стена по времену и начину постанка. Геолошких података има у бројним пројектима који су рађени у циљу обезбеђења Крагујевца водом или за извођење мелиорационих и антиерозивних радова.

Прекамбријска ера. Знатно пространство заузимају најстарије метаморфне стене, које се налазе на источном ободу слива. Кристаласти шкриљци прекамбријске старости (гнајс, микашист, амфиболитски шкриљци) пружају се од Жежеља у Доњој Сабанти, преко Трмбаса, Букоровца, Јабучја, Горњих и Доњих Комарица, Кормана, Ботуња, Прњавора, Никшића до Шупљаје између Ресника и Бадњевца, а затим на левој страни Лепенице од Ресника и Бадњевца до Војиновца. Кристаласти шкриљци су у облику две мање оазе заступљени и у пределу Гледићких планина – у Драгобраћи и на Липовој Главици.

Палеозојска ера. Метаморфне стене палеозојске старости (кристаласти шкриљци, доломитични мермер и филит) заступљене су у источном делу слива и чине грађу Жежеља. Кречњаци се пружају на западној и северној падини Жежеља између Доње Сабанте, Трмбаса и Ждраљице. Они су слојевити, плочасти и претежно поремећени.

Мезозојска ера. Најстарији мезозојски седименти у сливу Лепенице припадају горњој јури и представљени су сивим пешчарима, пешчарско-рожначком серијом и титон-валендијским флишом. Сиви пешчари се пружају од Угљешнице у Доњим Грбицама до Дивостина. Серпентинит јурске старости је заступљен у долини Угљешнице и Драчке реке. Угао Грошничке реке и Лепенице је изграђен од јурских седимената силикатног карактера (кречњачког лапорца, рожнаца, глинаца и глинених шкриљаца). Јужно од Крагујевца, Ждраљица је испод Жежеља пресекла малу масу серпентинита и дијабаза.

Пешчарско-рожначка серија има највеће распрострањење међу јурским седиментима. Јавља се на западном и јужном ободу слива и представљена је седиментним стенама (крупнозрним и ситнозрним мрким, жутиим и сивим пешчарима, шкриљастиим глинцима црне боје, плавим, сивим и црвеним рожнацима), а од еруптивних стена дијабазом. Ова серија заступљена је на Јеленцу, у потоку Асановац у Малом Шењу, у појасу од Мале Врбице до Великог Шења, заједно са манганом и

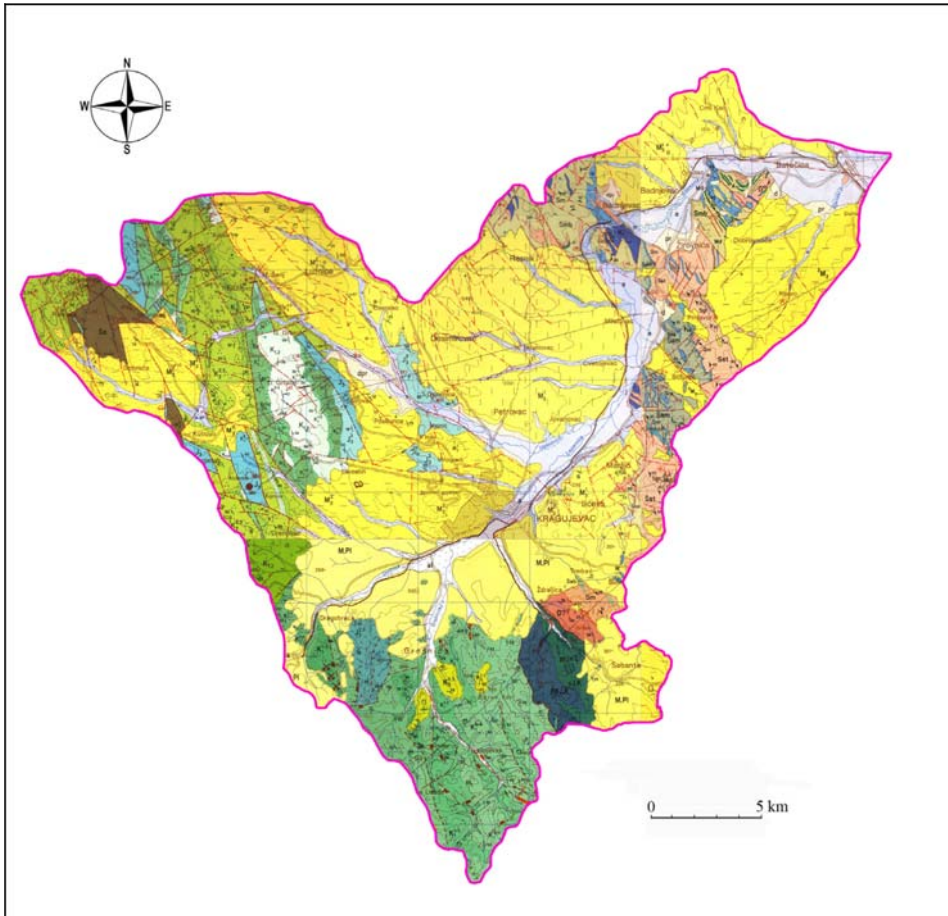
фосфатом од Угљешнице у Доњим Грбицама, преко Шљивовца до Дивостина, на Кременцу у Драчи, са појавом мангана у Дреновцу и од Маинића преко Великог брда до Сушичког потока у средишњем делу Крагујевачке котлине (*Анђелковић, 1956.*).

Пешчарско-рожначка серија са појавом гипса пружа се и у пределу Гледићких планина – североисточно од Липове главице до Вињишта и Голочела. Пешчарско-рожначкој серији припадају и еруптивне стене (дијабази и мелафири), настали у виду мањих субмаринских излива. Заступљени су у Драчи, између Рујевице и Кременца и у Кречанском потоку у Трешњеваку. Посебан тип дијабаз-рожначке формације горње јуре је шкриљасто-глиновита рожначка серија. Пружа се од Дивостина преко Шљивовца до Горњих Грбица, где тоне испод терцијара. Ова серија је заступљена у селима Пајазитово и Мали Шењ, у потоку Асановцу, у појасу Котража – Велики Шењ, у Рогојевцу и Кутлову. Чине је црни и сиви глинци, црвенкасти рожнаци и мрки шкриљци, који су јако убрани и у распадању. Титон-валендински флиш заступљен је у Чумићу, у Вињишту, на правцу од Ситног Камења до Бојовог тора, у Пајазитову и Малом Шењу, одакле се пружа према југу и изграђује крила Грбичке синклинале. У састав формације флиша улазе: мрки и сиви крупнозрни пешчари, који се смењују са ситнозрним глинцима, пешчарима и лапорцима. Од магматских стена јављају се дијабаз и мелафири. Из јурске периоде је и дијабаз у Доњосабаначкој клисури.

Највеће распрострањење међу мезозојским седиментима имају творевине доње креде, које се јављају на западном ободу, где учествују у грађи источних огранака Рудника и на јужном ободу, где улазе у састав северних огранака Гледићких планина. Прелаз из доње у горњу креду чине голт-ценомански песковити лапорци и бречасте кречњаци између Драгобраће и Голочела на десној долиној страни Лепенице и лапорци у Драчи. Флишни седименти горње креде су заступљени у Великом Шењу (између Вучјака и Таванчића), у долини Драчке реке, Дреновачког потока и на јужном ободу - од Стражаре до Баљковца, Ердеча и Groшнице.

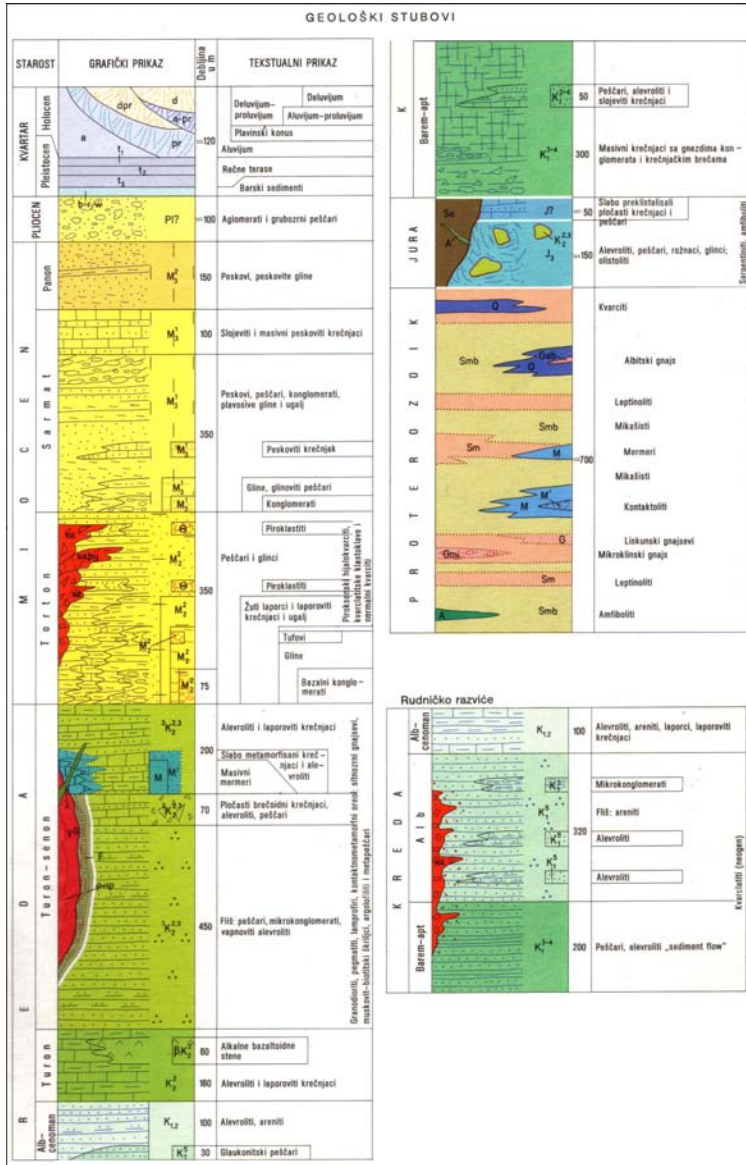
Кенозојска ера. Највеће пространство у сливу Лепенице захватају кенозојски седименти. Кенозојској ери припадају неогени језерски седименти, квартарне насlage у нижим деловима речних долина и еруптивне стене (риолити) у Ердечу, на контакту неогених и кредних седимената. Неогени седименти су представљени песком, глином, лапорцима и кречњацима, наталоженим за време постојања језера у Крагујевачкој котлини. Највећа висина на којој су сачувани је на Боњачи (477 m). На основу бушотине код Кланице у Крагујевцу установљено је да се неогени седименти (представљени глином са прослојцима песка)

простиру до дубине од 254 m испод којих су кристаласти шкриљци, док је на основу геоелектричних профила у Крагујевачкој котлини установљено да се простиру до 300 m. Неогени седименти у Крагујевачкој котлини су средње и горње миоценске старости.



Сл. 4 – Геолошка карта слива Лепенице
Fig. 4 – Geological map of Lepenica river basin

Легенда за геолошку карту слива Лепенице
(извор: Савезни геолошки завод, Београд, 1989.)
Legend for geologic map of Lepenica river basin
(source: Federa Geologic Institute, Belgrade, 1989.)



Квартар је представљен плеистоценом и холоценом. Плеистоцен је заступљен на нижим речним терасама испрекиданим слојевима глине, субглине и шљунковима који леже преко неогена. Посебно је запажен на тераси Лепенице од 38 m код железничке станице у Грошници. Код Белошевца и Петровца нађене су мамутове кости у плеистоценој глини. Холоцен, као најмлађи стратиграфски члан заступљен је у виду речног наноса по дну речних долина. Најизраженији је у долини Лепенице и њеним притокама: Угљешници, Драчкој реци, Ждраљици и Грошничкој реци. Алувијални нанос је дебљине до 5 m и претежно је муљевит и ситан, јер реке протичу кроз глиновите терене.

На основу наведених података може се констатовати да су у сливу Лепенице заступљене стене из свих геолошких доба, али не и из свих геолошких периода, због чега не постоји континуитет у геолошком развоју свих стратиграфских чланова.

Налазишта и појава руда

Рудно благо у сливу Лепенице је претежно заступљено у метаморфним стенама, али већина налазишта руда не располаже довољним резервама, па рудници нису у експлоатацији.

Појаве руде гвожђа има на више места у метаморфним стенама: лимонита у микашисту на Шупљаји, хематита у Јабучју (у горњем току Јабучке реке), руде гвожђа у гнајсу има у Букоровцу, магнезита у кречњаку на Окуровој глави у Корману и на локацијама Јасика, Парлог, Црвени брег, Самар. Пре II светског рата експлоатисана је руда гвожђа на Црвеном брегу и у Бањском потоку. Појава руде гвожђа има и у Ботуњу, недалеко од Бучинског извора, на Јеленцу, као и у дијабазу у Доњосабаначкој клисури (*Рајић, 1965.*). Руде мангана псиломелан са пиролузитом има у Драчи на брду Кременац, а рудник мангана „Ба“ у Драчи радио је од 1939. г. Експлоатација је прекинута током II светског рата, али је поново радио у периоду 1951–53. г, када је због недовољно утврђених залиха затворен. Мангана има и у руди пиролузит у Врбици, Великом и Малом Шењу и Доњим Грбицама (*Поповић, 1956.*).

Графита има у метаморфним стенама у Ботуњу код Бучинског извора. Највеће масе гипса су у облику гнезда или сочива која леже на брдовитом терену југозападно од Крагујевца. Ова гипсана гнезда леже на једном појасу који почиње на северу од Голочела, преко Студенца (извора Лепенице) до Липничке Главице у Липници на југу. Гипс се појављује и у селима Грошници, Вињишту, Горњим Грбицама, али се не налази у гнездима, већ је растурен по ораницама. Експлоатација гипса је вршена

пре II светског рата низводно од Студенца. (Илић, 1932.). Фосфата има у Аџиним Ливадама, Дреновцу, Драчи, Шљивовцу и Доњим Грбницама.

У Крагујевачкој котлини се на више места запајају и танки слојеви лигнита. Међутим, испитивања су показала да су резерве недовољне, као и да је квалитет лош. Појаве лигнита су регистроване у: Теферичу, Петровцу, Трмбасу, Илићеву, Опорници, Десимировцу, Шљивовцу, Корићанима, Драгобраћи, Вињишту, Букововцу, Доњим Грбницама, Баточини – Доброводици (Жујовић, 1893.).

Мермери и кречњачки мермери су заступљени у Корману, Комарицама, Букововцу, Трмбасу, Бадњевцу, Реснику, Баточини – Доброводици (Степановић, 1966.). Мајдани грађевинског материјала налазе се у Шљивовцу, Доњој Сабанти, Букововцу и Драчи. Мајдани кречњака се налазе у Бадњевцу, Корману, Трмбасу и Доњој Сабанти. Као грађевински материјал користе се и речни песак и шљунак Лепенице и Ждраљице и жути језерски песак у Илићеву, Опорници, Теферичу, Горњој Сабанти и Лужницама.

ХИДРОГЕОЛОШКА СВОЈСТВА СЛИВА

У сливу Лепенице заступљене су **фреатска, субартешка и артешка издан.**

Фреатска издан због хетерогеног литолошког састава има различита обележја у *алувијалним равнима, неогеним теренима и теренима од старијих и отпорнијих стена.* Алувијални и растресити неогени слојеви су главни колектори, спроводници и резервоари подземних вода, а од стена највећу водопрпусну моћ имају кречњаци и мермери.

Фреатска издан у алувијалним равнима Лепенице, Грошничке реке и Угљешнице у непосредној близини Крагујевца заступљена је у глиновитим шљунковима и песковима, на дубинама од 1 – 2 m у близини речних корита и до 4 m на ободу слива. Према резултатима истраживања Завода за геолошка и геофизичка истраживања у Београду 1970. г., најплића издан је локална издан између пута за Јовановац и пута за Баточину код сервиса Завода „Црвена застава“, која се налази на дубини 0,6 m. Веће изданско „око“ оголићене плитке издани је данашње језеро површине 3 ha (Степановић, 1974.). Ниво подземне воде на дубини од 1 m је и при улазу Ердоглијског потока у Крагујевац и на ушћу Сушичког потока у Лепеницу. Издан на дубини до 2 m се налази у алувијалним равнима Лепенице и Угљешнице низводно од Крагујевца, а на дубини од 4 m у свим алувијалним равнима осталих река и потока.

Фреатска издан у неогеним седиментима јавља се у више слојева и на разним дубинама. Најчешће се налази у слојевима песка и шљунака, испод којих је непропусна глина, и просечне је дубине 12–14 m. Неогени терени источно од реке Лепенице су због обилнијих падавина богатији подземном водом, која је због рашчлањености рељефа на мањој дубини у односу на неогени терен западно од Лепенице. С обзиром на то да се речне долине пружају према алувијалној равни Лепенице, кретање издани у неогеном терену се претежно и врши ка Лепеници, односно у правцу пружања и нагиба терена. Брзина кретања подземних вода је мала и већа је у неогеном терену источно од Лепенице. Веома плитких издани у неогеном терену има у виду локалних издани у извориштима појединих река и на странама њихових долина, где се чешће појављују урвине због влажења растреситог земљишта (у извориштима Сувог потока у Илићеву, Церовца у Церовцу, на левој долинској страни Ждраљице од Баљковца према Белошеvcу, изворишту Лепенице код Голочела према Вучковици). Плитких локалних издани дубине 1–2 m има у Лужницама код Вулетине воде, у Десимировцу код извора Ивова бара и у шуми између Трмбаса и Белошеvcа.

Издан у неогеном терену је збијеног типа, а због рашчлањености терена није јединствена. Зато постоје изоловане колекторске зоне, које су пресечене речним долинама, на чијим странама колектори губе воду дренарањем ка изворима (на левој долинској страни Лепенице између Становљанског поља и Угљешнице). У долини Ждраљице фреатска издан у алувијалној равни у Белошеvcу је на дубини 4 m, на десној долинској страни на дубини 8 – 12 m, и на темену развођа према Бресничком потоку на 14 – 16 m. Поменуте дубине су у вези са надморским висинама терена. Издан је збијена и нагнута у правцу тока Ждраљице. На десној долинској страни Бресничког потока, од Теферича до Кошутњака, издан се налази на дубини од 8 m, док је у алувијалној равни на дубини од 4 m, што указује да је издан нагнута ка Бресничком потоку. Генерално, издани неогеног терена у сливу су слабе издашности. На то указује и чињеница да око 140 извора има издашност мању од 0,2 l/s и да су бројни бунари са притицањем воде мањим од 1 l/s (*Степановић, 1974.*).

Фреатска издан у терену од старијих стена је ретка и слабе издашности. Разлози за то су вертикална и хоризонтална поремећеност слојева стена, па се издан јавља као локална у жицама (везана је за пукотине и прелине између слојева). На основу положаја извора у долинама река, може се закључити да подземне воде имају углавном бочно кретање у правцу према речним коритима (у долини Грошничке реке, Ждраљице, Асановца и др). На источном ободу слива, међу

кристалистим шкриљцима, има и оаза мермера и кречњака, док је на западном ободу веће пространство мезозојских кречњака, који су водопрпусни, због чега имају више подземне воде. Код већине осталих вододрживих стена упијање и понирање атмосферске воде је слабије заступљено и више је везано за прслине. У брдско-планинском делу слива, фреатска издан у терену од старијих стена се јавља на већим дубинама (бунари су у Горњим Комарицама на 32 m, Ђуриселу 32 m, Драгобраћи 39 m, Драчи 30 m, Шљивовцу 26 m, Ердечу 28 m, Трешњеваку 29 m и Аџиним Ливадама 28 m).

Субартешка и артешка издан је слабије заступљена у сливу Лепенице. Бушењем је утврђено да је ниво субартешке издани Лепенице на дубини од 67 m. Субартешка издан у Јовановцу је на 67 m дубине, а на 92,5 m н.в. док је у Реснику на дубини од 63 m на 91,8 m н.в. Максимална издашност субартешке издани у Јовановцу износи 8–10 l/s, а у Реснику око 6 l/s. Субартешке издани се прихрањују инфилтрацијом падавина преко слојева песка који излазе на површину или инфилтрацијом плићих издани. Установљено је да не постоји веза између издани алувијалне равни са субартешком издани у Јовановцу, јер је максимална амплитуда слободне издани алувијалне равни Лепенице износила 2,95 m, а дубље субартешке издани 1,70 m. Такође, запажено је да се временски не поклапају максимални водостаји поменутих издани.

Истраживања подземних вода у сливу Лепенице показала су да су издани углавном слабе издашности и да немају довољно воде за снабдевање Крагујевца, па се зато користе само за водоснабдевање сеоских насеља. Иако су алувијалне равни најиздашнији колектори подземних вода, оне се ипак недовољно користе, јер су изложене загађивању (нарочито низводније од Крагујевца). Најквалитетније подземне воде у сливу су образоване у виду спорадичних издани у старијим стенама. Воде алувијалних равни су средње минерализоване и припадају сулфатно-хидрокарбонатном типу. Воде неогених седимената су променљиве минерализације и убрајају се у хлоридно-хидрокарбонатне, док су воде субартешке и артешке издани средње минерализоване и тврде, а припадају сулфатно-хидрокарбонатном типу.

У сливу Лепенице највише извора има на источном ободу у метаморфним стенама, затим у мезозојским, а најмање у неогеним седиментима. У кристалистим шкриљцима прекамбријске старости највећи број извора се налази у Горњим Комарицама (36) и Букоровцу (30), у мезозојском терену у Грошници (42), док их је много мање у неогеном терену. Ови извори су слабе издашности (0,1–0,2 l/s).



Сл. 5 – Јабучка река и извор Врело
Pho. 5 – River Jabučka reka and spring Vrelo

Од интересантних извора значајно је споменути *гасне изворе*, код којих се запажа појава гасних мехурића при избијању воде из унутрашњости – Бучје у котлини у Великом Шењу, извор потока Асановца и Топлик у Букоровцу. Од *пукотинских извора* најзначајнији је Врело у Јабучју. Налази се на Јабучком раседу, на контакту кристалних шкриљаца и неогених седимената и припада гасним изворима, јер топла вода избија са појавом бројних мехурића. Ово је уједно и *најтоплији извор* у сливу, температуре у јулу 19°C, а у јануару 17°C (Степановић, 1974.). Мештани села Јабучје га користе у балнеолошке сврхе (за очна обољења). У току је анализа воде овог извора, како би се утврдила њена лековита својства. Постоје индиције и да се село Јабучје прогласи бањом. *Најхладнији извор* у сливу је Хајдучка вода, извор Грошничке реке у Бајчетини са температуром од 7°C.

МОРФОТЕКТОНСКА СВОЈСТВА СЛИВА

За време старијег палеозоика област Шумадије је највероватније била делимично преплављена морем. На основу распрострањења старопалеозојских седимената у овој области закључак је да подлогу мезозојских седимената делимично чине старопалеозојске стене. За време карбона и перма цела Шумадија је највероватније била изнад морске површине, јер не постоје подаци о постојању млађепалеозојских стена у овој области. Континентални режим је продужен за време тријаса и доње и средње јуре, а тек је горњејурска трансгресија потопила читаву област. У овом мору је био интензиван вулканизам, чиме је условљен настанак дијабаз-ројначке формације. Овај вулканизам је био интензиван у западној зони дијабаз-ројначке формације (Страгари – Велики Шењ), док је у источној зони био редак.

После стварања дијабаз-ројначке формације море се делимично повукло из западних делова, а у источној зони је настављена седиментација. Морско дно је почело да се издиже и образована су узвишења – кордиљери око којих су се стварали флишни седименти. Субмарински вулканизам је настављен за време доње креда, а седиментација је настављена за време отривског и баремског ката. У албском кату долази до регресије мора, али се море није потпуно повукло. На многим профилима се уочава присуство доњег алба, што указује на континуитет у седиментацији. Покретима аустријске орогене фазе током горњег ценомана и турона у овој области су створени први раседи у јурским и кредним теренима. Активирана је и Шумадијска дислокација (*Петровић, Манојловић, 1997.*).

Анализом профила у горњекредном (сенонском) флишу доња серија претежно пешчарског карактера је јаче убрана. Честе су преврнуте и косе боре и раседи. Друга, горња лапоровито-кречњачка серија је мање убрана од доње. Ово указује на постојање субхерцинске орогене фазе за време стварања горњекредног флиша. Посткредни орогени покрети у више махова су захватили ову област. Уочава се да су седименти неогена (вероватно миоцена) вертикалним покретима јако поремећени. Постоје и подаци да је Шумадијска дислокација, као и неки други радијални облици, била активна и за време неогена.

Ивичним слегањем Шумадија је са свих страна изолована од своје околине и раздробљена у мање пределе. Слегање земљишта на источној и јужној страни у долинама Велике и Западне Мораве произвело је издизање југоисточног дела Шумадије. То издизање је истовремено било праћено раседањем земљишта и поремећајима његових слојева. На тај начин

створени су басени Лугомира, Белице, Лепенице и Груже (*Радивојевић, 1932.*). Долине свих река су уске у горњем току у коме су усечене у отпорнијим стенама, али се након спуштања у терцијарне слојеве проширују и добијају облик залива. За рељеф у сливу Лепенице значајни су вертикални тектонски покрети (којима су вршена раседања и створени бројни раседи) и хоризонтални тектонски покрети (којима су вршена набирања и створени посебни облици рељефа).

Интензивни старији вертикални покрети условили су настанак више уздужних раседа, од којих су најзначајнији: **Рогојевачко-врбички** (Дреновац – Кременац – Мала Врбица – Јеленац – Свињак – Градина – Котраж), **Шењски** (Вучјак – Лупоглав – Крш у Шењу), **Драчко-шењски** (Думача – Кутловска река – Драча), **Пајазитовски** (Велика коса – Грбице – Миронић – Пајазитово – Боњача) и **Трешњевачки** (у пределу Гледићких планина). Поменути раседи се пружају у правцу север-северозапад – југ-југоисток. Осим поменутих раседа, старијим вертикалним покретима настала је и **Шумадијска дислокација** као најмаркантнија јединица. Налази се у западном делу ове области и пружа се од југа ка северу, па се може пратити од Копаоника до Београда, преко целе Шумадије, због чега је и добила име. Пружа се од Араповића, засеока села Забојница, према север-северозападу, преко села Рогојевца, Кутлова и Угљаревца до Страгара. На основу распореда седимената закључено је да је ова дислокација образована пре најстаријих мезозојских стена и да су се терени западно и источно од ње понашали као блокови који су се издизали и спуштали. Вертикалним покретима током терцијара дошло је и до стварања раседа на ободу слива Лепенице и спуштања родопске масе. Значајни су раседи: **Голочелски**, **Дреновачко-драчки** и **Угљешнички** (на југозападном и западном ободу), **Грошнички** и **Трмбаски** (на јужном ободу), **Јабучки** (на источном ободу). Овим тектонским покретима спуштена је и Крагујевачка котлина.

Неотектонски вертикални покрети изражени су у ужој околини Крагујевца. Они су условили настанак неколико раседа: **раседа Грчког поља** – од Баљковца до Дивостина, **раседа Дивљег поља** северно од Крагујевца и **Лепеничког раседа** у Крагујевцу. Лепенички расед је испољио активност и у квартару, када је издизање захватило неогену околину Крагујевца. Тада су се дуж Лепеничког раседа издигли неогени делови 50-100 m источно од Лепенице, односно од Грошнице и Ердеча преко Метиног брда до Маршића. Поменути расед је искористила Лепеница да формира део своје долине и тока, а због издигнутог старијег терена дуж Јабучког раседа скренула је ток према северу.

Старији тектонски хоризонтални покрети условили су настанак шаријажа на Жежељу, где прекамбријски шкриљци леже преко млађих палеозојских кречњака. Такође, навлаку чини и дијабаз од Жежеља на албско-ценомански флиш на Стражари.

Интензивни неотектонски хоризонтални покрети се јављају на западном и јужном ободу овог подручја, јер су долазили са истока и североистока од Родопске масе. Поменути покретима су настале **Шљивовачка антиклинала** и **Грбичка синклинала**. **Шљивовачка антиклинала** се налази у атару села Шљивовца, Драче и Грбице. Њена оса се може пратити на дужини од 6 km – од Драче на југу, преко села Шљивовца до Селишта, а одавде према северу до реке Угљешнице, где тоне испод млађих терцијарних седимената. На јужном крају оса антиклинале тоне, има мало распрострањење, док се ка северу шири. Западно крило Шљивовачке антиклинале чини источно крило **Грбичке синклинале**. Оса ове синклинале иде од Горњих Грбица ка југу, преко Доњих Грбица, Широког Поља до Драче. Седименти источног крила синклинале падају ка западу-југозападу под углом 50-60°. Западно крило синклинале има оштрији пад (до 85°). Неотектонским хоризонталним покретима поремећени су неогени слојеви и изведени из хоризонталног положаја на неколико места у Крагујевачкој котлини.

РЕЉЕФ СЛИВА

За рељеф слива Лепенице карактеристичне су три долине: Лепеничка, Трмбаска и долина Угљешнице и њене леве притоке потока Лимовац. Тим трима долинама област је подељена на четири дела, од којих је један **низијски**, два **брдска** и један **планински**.

Низијску област чини алувијална равна Лепенице и Угљешнице и површ висине 210-245 m. Алувијална равна Лепенице је на простору Крагујевац-Бадњевац широка 1-2 km. Простори Петровца, Цветојевца, Ресника, Сипића, Црног Кала и Била западно од Лапова, са леве стране, и атари Ботуња, Прњавора, Жировнице, Кијева, Доброводице и Баточине, с десне стране Лепенице представљају благо заталасани терен, који захвата површ 210-245 m н.в. На овој површи местимично су очувани делови површи од 310-330 m н.в. (нарочито с десне стране Лепенице). Леве притоке Лепенице теку долинама благих страна и имају правац северозапад-југоисток.

Прва брдска област се налази између Лепенице и долине Угљешнице и Лимоваца. Простире се између 250-550 m н.в. На овом

подручју налазе се широке долине, односно долови и благо заобљена брда, ниске косе. Више и оштрије косе јављају се само у сливу Драчке реке.

Друга брдска област је лоцирана на простору Драгобраће, Вињишта, Groшнице и Белошевца и представља прелаз од Гледићких планина ка Крагујевачкој котлини. Иако овај простор висински припада побрђу, по дисекцији рељефа може се означити као планински предео.

Планинску област чини предео између Лепенице и Трмбаског потока. То је југозападни и јужни део слива у коме се налазе долине Groшничке реке и Ждраљице. На североистоку, овај планински предео преко Трмбаског потока прелази у побрђе до Велике Мораве.

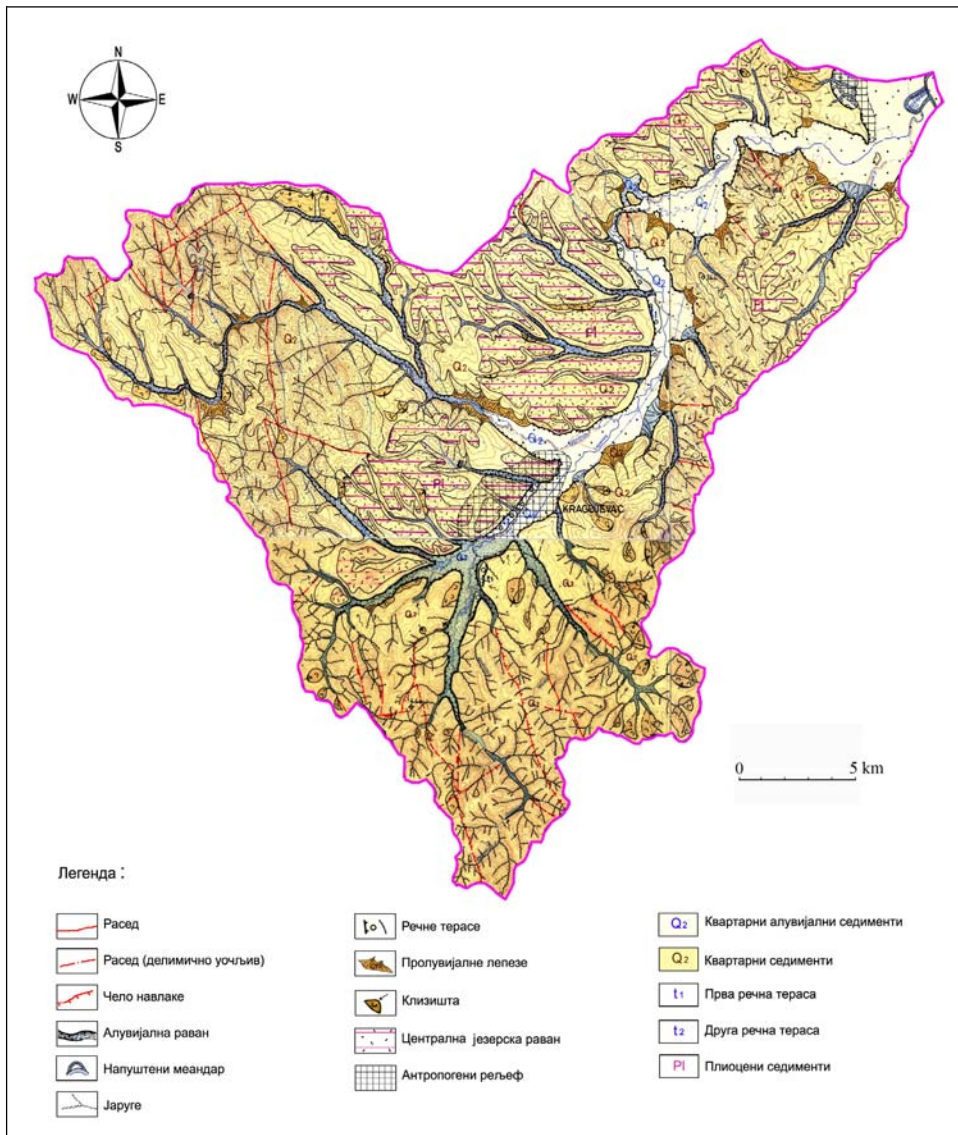
Морфогенетска својства

У сливу Лепенице су по начину постанка заступљени: **тектонски, флувијални, крашки облици рељефа**. Такође, у сливу се јављају и колувијални и пролувијални процеси.

Тектонски облици рељефа

Стварањем Рудника, Гледићких планина и Крагујевачког Црног Врха, као и Кутловачке, Крагујевачке, Бадњевачке и Горњелевачке котлине настали су најкрупнији тектонски облици рељефа у сливу Лепенице. По времену постанка ови облици припадају старијим облицима и елементима рељефа, јер су створени пре језерске фазе у Крагујевачкој котлини.

Крагујевачки Црни Врх припада кристаластом језгру старе родопске масе, који је убран током херцинског набирања у млађем палеозооку, а раседнут у средњем терцијару. Рудник и Гледићке планине су набране средином терцијара и припадају унутрашњој зони Динарида. Раседањем појединих делова поменутих планина настале су у сливу Лепенице котлине, које представљају заостале басене неогених језера. До села Граца долина је углавном уздужна, а од Јеринина брда, где се завршава Бадњевачки неогени басен, она је пробојница и има правац исток-запад. Одатле се постепено шири, њене стране постају ниже и прелази у пространу Великоморавску раван.



Сл. 6 – Геоморфолошка карта слива Лепенице
(извор: Љ. Менковић, карта у рукопису)

Fig. 6 – Geomorphological map of Lepenica river basin
(source: Lj. Menković, map in manuscript)

Флувијални облици рељефа

Флувијални облици су најзаступљенији елементи рељефа у сливу Лепенице. Настали су деловањем речне ерозије и акумулације после повлачења језера из Крагујевачке котлине. Језеро се повукло почетком доњег плиоцена, када је преко Ђердапа поново успостављена веза између Панонског и Руско-влашког језера прекинута у сармату.

Речне долине

Основно обележје већине речних долина у овом сливу је да су композитног карактера (долине Лепенице, Грошничке реке, Ждраљице, Драчке реке, Угљешнице). Такође, између две котлине, реке су усекле клисуре карактера пробојнице (Лепеница, Ждраљица, Драчка река и Угљешница), а поједине реке су усекле и долине у вишем терену од отпорнијих стена, поред којег су нижи терени од мање отпорних стена, због чега имају епигенетско обележје (Лепеница, Јабучка река, Ботуњски поток, Драчка река, Сушички поток и Угљешница). Остале долине се претежно састоје од ерозивних проширења (Дивостински, Цветојевачки, Кијевски поток).

Долина Лепенице се састоји од неколико мањих морфолошких целина: изворишног дела, ерозивног проширења и сужења код Шупљаје. Лепеница целом дужином тока тече кроз наслеђене језерске котлине нижих фаза неогеног језера. У изворишном делу, од Голочела до Драгобраће, усечена је у отпорнијим и старијим стенама, где има карактер клисуре. Од Драгобраће до Корићана долина се постепено шири, јер је усечена у неогеном терену (у том делу је асиметрична и десна страна је виша од леве, што се уочава и низводније све до ушћа у Велику Мораву). У ерозивном проширењу од Корићана (од ушћа Драчке реке) до Ресника, долина Лепенице је у попречном профилу плитка, јер има благе асиметричне стране и широко дно. Између Крагујевачке и Бадњевачке котлине, у сужењу од кристаластих шкриљаца, усекла је ртну епигенетску сутеску у профилу Шупљаја (277 m) – Витош (267 m) (*Цајевућ, 1965.*). На том делу има карактер пробојнице, јер спаја Крагујевачку и Бадњевачку котлину. Низводно од Бадњевачке котлине, код Јерининог брда у Градцу, Лепеница се такође епигенетски усекла. Долина Лепенице је састављена од два језерска басена, који одговарају пиносавској фази, и од једног залива, који одговара београдској фази (*Цвијић, 1909.*).

Долина Грошничке реке је у изворишном делу уска и дубока клисура дужине 10 km. У доњем делу Трешњевачко-грошничке клисуре подигнуто је вештачко језеро за снабдевање Крагујевца водом. Низводно, у неогеним седиментима, река је изградила плитку и широку долину.

Долина Ждраљице је композитна и представља пробојницу. Усечена је у неогеном терену Горњелевачке котлине, где има карактер ерозивног проширења. У средњем току усекла је Доњосабаначку клисуру дужине 3 km у палеозојским кречњацима и дијабазу. Клисура се налази између Крагујевачке и Горњелевачке котлине, а долирске стране достижу висину до 200 m. У доњем току Ждраљица има плитку и широку долину усечену у неогеном терену.

Долина Јабучке реке је у изворишном делу ерозивно проширење, а низводније у отпорнијим стенама има изглед клисуре. Усечена је у кристаластим шкриљцима и има карактер ивичне епигеније.

Долина Драчке реке је композитна, карактера пробојнице. У изворишном делу у Рогојевцу има обележје ерозивног проширења, а у средњем току, у вишем и отпорнијем терену, усекла је епигенетску клисуру. У доњем току у неогеном терену долина има благе стране и широко дно.

Долина Сушичког потока представља мање ерозивно проширење у изворишту у Драчи, а потом има карактер ртне епигеније у вишем терену од мезозојских седимената. Низводније од Дивостина долина је најпре плитка, а затим нешто дубља, јер је усечена у виши терен од отпорнијих јурских седимената. Од акумулације Шумарице до ушћа Сушичког потока у Лепеницу долина је плитка са благим странама.

Долина Угљешнице је композитна, јер се састоји из више проширења и сужења у Кутловачкој и Крагујевачкој котлини. Између ових котлина река је усекла Грбичку клисуру, која има карактер епигенетске пробојнице. Низводније од ове клисуре је ерозивно проширење Рајац, затим сужење у Маинићу и ерозивно проширење од Петровца до Јовановца, где је долиноско дно широко преко 1 km. П.С. Јовановић је запазио да је Угљешница у серпентинитској маси Ковионице у Добрачи створила ивичну епигенију (*Степановић, 1974.*). Ова река је такође усекла ивичну епигенију у пешчарско-рожначкој серији горње јуре код села Маинића.

Долине Змајевца, Ресничког и Бресничког потока су у горњим токовима уске и усечене у отпорније стене, а низводније су плитке и широке у неогеном терену. Долине Дивостинског и Цветојевачког потока су плитке и широке у неогеном терену.

Водопади и слапови

Водопади и слапови се налазе на мањим водотоцима. Највећи водопад у сливу Лепенице (и у читавој Шумадији) налази се у селу Ждраљици на Дубоком потоку, десној притоци Ждраљице. Вода потока се стрпоштава најпре низ десетак мањих водопада, чије су висине 1,5-4 m, а затим преко водопада „Бук“ низ кречњачки одсек висине 15 m. Овај водопад се налази на контакту палеозојских кречњака и филита. Остали водопади у сливу су:

- „Бук“ (7 m) на Клисурастом потоку у Доњим Грбницама;
- „Бучина“ (5 m) на поточићу Бучина, десној притоци Јабучке реке у Маршићу;
- у Корману на Бањском потоку, десној притоци Јабучке реке (6,5 m);
- у Корману на Црквинском потоку, десној притоци Јабучке реке (6,5 m);
- код Бучинског извора (4-5 m);
- на Бајчетинском потоку (10 m);

Флувијалне терасе

Након повлачења Панонског језера из овог дела Шумадије пре 12 милиона година настале су флувио-денудационе терасе. Највише терасе од 190, 170, 150, 130 m р.в. усечене су у клисурама Грошничке реке, Ждраљице у Доњосабаначкој клисури, Драчке реке, Угљешнице и Медне. Све ове терасе су рашчлањене и јављају се у виду широких подова.

Средње терасе имају релативне висине 80-90 m и 50-60 m и као и више терасе јављају се у клисурама у виду подова у чврстим стенама у неогеним теренима. Ове терасе се налазе у долинама свих значајнијих водотока. Ниже терасе од 30-40 m, 20 m и од 10-12 m р.в. јављају се у долинама свих токова у сливу Лепенице. Најнижа тераса од 4-6 m р.в. запажа се у долинама: Ждраљице, Лепенице, Грошничке реке, Дивостинског потока и других токова. Појава виших тераса изнад 90 m р.в. по Б.Ж. Милојевићу је у вези са спуштањем доње ерозивне базе услед спуштања Панонског језера. Терасе ниже од 90 m р.в. створене су за време климатских колебања током плеистоцена, а тераса 4-6 m н.в. усечена је почетком холоцена.

Флувијалне површи

Флувијалне површи се углавном налазе на левој страни Лепенице и представљају делове пиносавске површи (нарочито Становљанско и Сушичко поље), док се делови београдске површи запажају на десној страни Лепенице (на којој се налази шума Рогот) (*Цвијић, 1921.*).

Најнижа површ се налази на 190-210 т н.в., северно од Крагујевца у Јовановцу, Цветојевцу, Милатовцу и Реснику и западно од Крагујевца између Ердogliјског и Сушичког потока. *Површ 220-250 т н.в.* изражена је на Становљанском пољу, у Шумарицама, Сушичком пољу, Петровцу, Доњој Мали у Десимировцу, Новом Милановцу, Реснику између Гурибабе, Соболице и Горње Мале. *Површ од 255-275 т н.в.* је рашчлањена и простире се између Поскурица и Шљивовца, Дивостина и Шумарица, између слива Лепенице и Раче у Церовцу и у Виноградима. *Површ од 310-330 т н.в.* је делимично очувана источно од Ботуња. *Површ од 360-390 т н.в.* се налази на развођу слива Осанице и Јабучке реке, испод Рујевице у Драчи, на Угару у Баљковцу и у Чумићу поред пута Београд –Крагујевац. *Површ 410-420 т н.в.* очувана је у непосредној близини Крагујевца, на путу Ботуње – Букоровац, где је изражено развође између сливова Лепенице и Осанице.

Крашки облици рељефа

У сливу Лепенице карбонатне стене (кречњак и мермер) су заступљене у мањим партијама, па су и крашки облици слабије изражени. У овим крашким теренима најзаступљеније су пукотине разних димензија и највише их има у Корману („Ботуњски пут“), у долини Црквинског потока, на Шупљаји у Реснику, на Кршу у Великом Шењу, на падинама Жежеља између Доње Сабанте и Трмбаса и на Кршу у Горњим Комарицама. На узвишењу Крш (571 т) у Великом Шењу слабије су изражене шкrape. Оне су уске, кратке и мрежасте, јер је кречњак разбијен на мање остенаке.

Од подземних крашких облика на овом подручју се јављају пећине незнатних димензија, претежно у виду окапина (у Реснику и Горњим и Доњим Комарицама). Најзначајнија је пећина у Грацу са две окапине (у њој су пронађени трагови палеолитске културе и фосилни остаци плеистоцених животиња).

Клизишта

У сливу Лепенице заступљени су колувијални и пролувијални процеси и као последица њихових деловања настају: точила, сипари, вододерине, јаруге, плавине и клизишта. Њихово проучавање је посебно значајно за потребе просторног планирања.

Клизишта у сливу Лепенице настају на теренима од неотпорних и растреситих неогених седимената. Знатно већи број клизишта је на осојним левим странама десних притока Лепенице и на осојним десним долинским странама левих притока, што је обрнуто према распадању стена (које је израженије на присојним странама).

Клизишта се налазе у долинама: Грошничке реке у Грошници, Губавичког потока у Грошници и Аџиним Ливадама, Попадинца у Грошници и Вињишту, Црквенца у Вињишту, Медне у Доњој Сабанти и Баљковцу, Лепенице у Голочелу и Белошевцу, Ждраљице у Белошевцу и Баљковцу, Сувог потока у Илићеву, Гуштерана у Дреновцу, Миленковца у Ђуриселу, Чаушевског и Вардакичког потока у Баљковцу, Змајевца и Сувог потока у Ердечу, Јабучке реке и Липарског потока у Јабучју, Речице и Котрљанског потока у Буковровцу, Бресничког потока у Трмбасу, Сушичког потока у Крагујевцу, Шабовског и Милићког потока у Белошевцу, Црквинског и Бањског потока у Корману, Церовице у Реснику, поред пруге Лапово – Крагујевац у Реснику, Лимовца у Великом Шењу, Церовца у Церовцу, Шуковског потока у Драчи, Становљанског потока у Станову, у близини извора Бабин точак у Доњим Комарицама, у долини потока Змијача у Горњим Комарицама, у изворишту Сеоског потока у Илићеву, у Ботуњу, Ђуриселу, Доњим Грбицама (*Степановић, 1971.*).

* * * * *

КЛИМА СЛИВА

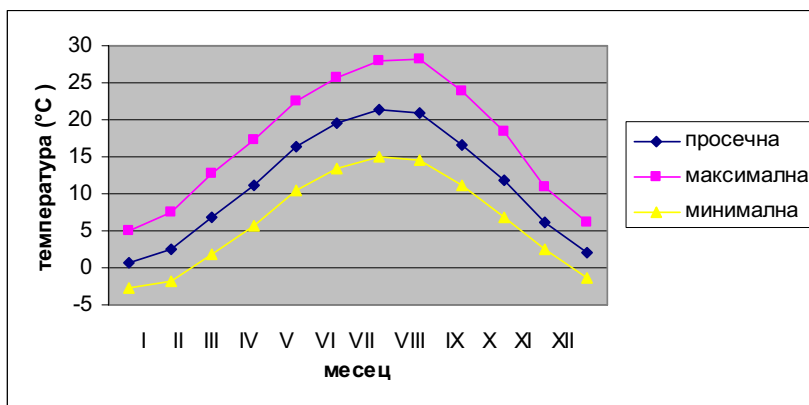
Слив Лепенице припада зони умерено континенталне климе са континенталним плувиометријским режимом. Отворен је за продоре континенталних ваздушних маса које долазе са севера (на тој страни нема попречних планина) и истока (положај Старе планине, Родопа и њихових огранака је такав да чине међусобне коридоре којима се несметано крећу ове ваздушне масе).

Хетерогеност рељефа, хидрографских објеката и вегетације прати и разноликост климатских параметара у зависности од положаја, односно надморске висине на овом подручју. Климатске карактеристике слива Лепенице детерминишу се на основу анализа метеоролошких података са станице Крагујевац, која се налази на 190 m н.в.

Температура ваздуха

За приказ топлотног стања неког простора као најрепрезентативнији показатељ узима се средња месечна и годишња температура ваздуха, која је резултат општих радијационих и циркулационих процеса. Анализом података из табеле 3. може се закључити да је средња годишња температура у наведеном тридесетогодишњем периоду износила 11,4°C, а да су све средње месечне температуре изнад 0°C. Најтоплији месец је јул (21,4°C), а најхладнији јануар (0,6°C), што је последица продора хладних ваздушних маса са севера и топлих са југа.

На распоред температуре утиче и конфигурација терена око станице, која условљава дневну инсолацију и ноћну радијацију. Средња месечна температура је виша у октобру него у априлу, август је топлији од јуна, а септембар од маја, што указује да на овом простору влада дуга јесен, која продужава вегетациони период на 8,5 месеци. У току вегетационог периода (од половине марта до новембра) средња температура износи 15,6°C. У проучаваном подручју уочава се и веома правилан годишњи ток температуре ваздуха, са минимумом у јануару и максимумом у јулу, што се поклапа са периодом максималног развоја вегетације. На основу изнетих података закључује се да у овом подручју влада умерено континентална клима.



Сл. 7 – Годишњи ток средњемесечних температура за Крагујевац (1975-2006.)

Fig. 7 – Yearly curve of average monthly temperatures for Kragujevac (1975-2006.)

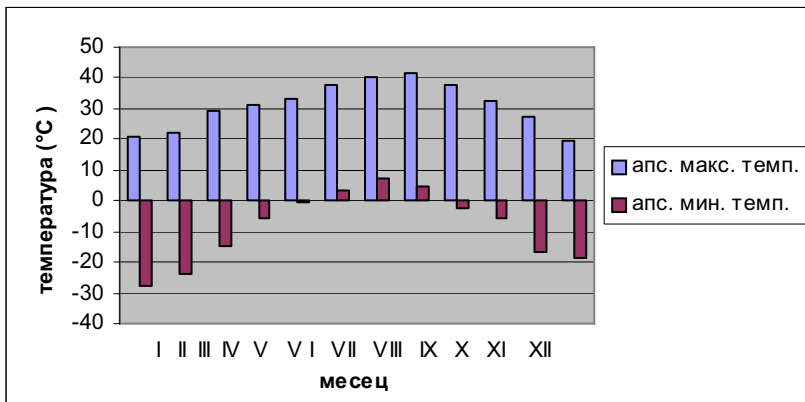
Температурна амплитуда између најтоплијег и најхладнијег месеца износи 20,8°C, па се на основу тога може констатовати да ово подручје има уједначену температуру током године. На уједначеност температура указују и вредности средње максималних и минималних месечних и годишњих температура.

Таб. 3 – Температуре ваздуха (°C) за Крагујевац (1975-2006.)

Tab. 3 – Air temperature (°C) for Kragujevac (1975-2006.)

	t_{sr}	t_{srmax}	t_{srmin}	t_{apsmax}	Датум	t_{apsmin}	Датум
I	0,7	4,9	-2,8	20,6	10. I 2001.	-27,4	31. I 1987.
II	2,4	7,4	-1,9	22,4	25. II 1990.	-23,8	14. II 1985.
III	6,8	12,7	1,8	29,4	22. III 2001.	-18,3	1. III 2005.
IV	11,2	17,2	5,7	31,4	26. IV 2003.	-5,8	5. IV 2003.
V	16,3	22,5	10,4	33	8. V 2003.	-0,6	13. V 1978.
VI	19,5	25,6	13,6	37,7	27. VI 2002.	3,6	5. VI 1977.
VII	21,3	27,9	15,0	41,6	18. VII 2000.	7,2	1. VII 1980.
VIII	20,9	28,1	14,6	40,4	11. VIII 1994.	4,6	29. VIII 1981.
IX	16,7	23,9	11,1	37,4	5. IX 1987.	-2,2	30. IX 1977.
X	11,8	18,4	7,0	32,6	1. X 1991.	-5,8	28. X 1997.
XI	6,1	11,0	2,4	27,6	1. XI 1990.	-16,4	27. XI 1975.
XII	2,0	6,1	-1,3	19,6	21. XII 1993.	-18,4	22. XII 1996.
Год.	11,3	17,2	6,3	41,6	18. VII 2000.	-27,4	31. I 1987.
Амплитуда	20,6	23,2	17,8	22		34,6	
Пролеће	11,4	17,5	6	33	8. V 2003.	-14,7	8. III 1976.
Лето	20,6	27,2	14,4	41,6	18. VII 2000.	7,2	1. VII 1980.
Јесен	11,5	17,8	6,8	37,4	15. IX 1987.	-16,4	27. XI 1975.
Зима	1,7	6,1	-2	27,6	1. XI 1990.	-27,4	31. I 1987.

Средња годишња максимална температура износи $17,2^{\circ}\text{C}$, а средња годишња минимална $6,3^{\circ}\text{C}$. Најниже вредности се региструју у јануару (средња максимална је $4,9^{\circ}\text{C}$, а средња минимална $-2,8^{\circ}\text{C}$), а највише у августу (средња максимална је $28,1^{\circ}\text{C}$) и јулу (средња минимална 15°C). Апсолутна температурна амплитуда према табели 3. износи 69°C , са апсолутним максимумом од $41,6^{\circ}\text{C}$ (18. VII 2000.) и апсолутним минимумом од $-27,4^{\circ}\text{C}$ (31. I 1987.).



Сл. 8 – Апсолутне температуре за Крагујевац (1975-2004.)

Fig. 8 – Absolute temperature for Kragujevac (1975-2004.)

На основу познатих апсолутних вредности за сваку годину у датом периоду може се закључити да се температуре испод -20°C јавила само 3 пута у Крагујевцу, а испод -15°C просечно сваке 3 године. Максимална температура изнад 40°C јавља се врло ретко (забележена је 4 пута у овом тридесетогодишњем периоду), док се температуре од $37-38^{\circ}\text{C}$ бележе сваких 5-6 година.

Слив Лепенице обухвата и планински простор (до 897 m н.в.), па је значајно указати и на температурне карактеристике ободног, планинског дела овог подручја. С обзиром да је једина метеоролошка станица у сливу Крагујевац, (190 m н.в.) узети су подаци са метеоролошке станице Рудник насеље (700 m н.в.). Средња годишња температура ваздуха се креће између $11,3^{\circ}\text{C}$ у Крагујевцу и $9,3^{\circ}\text{C}$ на Руднику. На основу вертикалног градијента уочава се да осцилације температуре са порастом надморске висине у сливу Лепенице нису велике ($0,3^{\circ}\text{C}$ на 100 m). Највеће вредности се бележе у летњим месецима, са максимумом у јуну ($0,51$), а минималне у јесењем и зимском периоду (у октобру је $0,14$).

Са хидролошког аспекта важно је и познавање трајања периода са одређеним температурама, које су у вези са појавом мраза, отапања снега и сл. Просечан годишњи број ледених дана у Крагујевцу износи 15, а највећи број се бележи у јануару (6 дана). Ледени дани се на овом подручју региструју од новембра до фебруара. На подручју Крагујевца и околине бележи се и знатан број мразних дана. Појава раних мразева почетком октобра и касних крајем априла последица је спуштања хладних ваздушних маса са висине у низију. У Крагујевцу је у периоду 1975-2006. г. просечно годишње регистровано 78 мразних дана, а највећи број бележи се у најхладнијем месецу – јануару (21 дан). Прилично велики број ледених и мразних дана утиче на касније отопљавање снега у сливу.

Највећи број дана са максималном температуром изнад 30°C у Крагујевцу региструје се у августу (11 дана) и у јулу (10 дана). Ових дана просечно годишње има око 30 и јављају се од априла до октобра, што такође има значајан утицај на речни режим у сливу.

Ваздушни притисак

Ваздушни притисак током године условљен је преласком циклона и антициклона преко проучаване територије, као и температурним односима (у обрнутом је односу са температуром). Највиши ваздушни притисак је у јануару (996 mb), условљен антициклонима, који се често јављају у зимском периоду. Током зимских месеци апсолутна колебања ваздушног притиска су већа него лети, јер су зимски циклони много дубљи од летњих, а зимски антициклони јачи, односно виши од летњих.

Инсолација

У Крагујевцу се може очекивати просечно око 5,6 часова сунчевог сјаја дневно. Сунце најдуже сија у јулу (288,8 часова или око 9,3 сати дневно) и августу (270 часова или просечно око 8,7 сати дневно). Период од априла до октобра има довољно сунчевог сјаја (1575,6 сати).

Облачност

Средња годишња вредност за облачност у Крагујевцу износи 5,6; у летњем периоду је око 4,4 десетина, а у зимском 6,8 десетина. Годишњи ток средње месечне облачности поклапа се са средњим месечним

температурама и годишњим током релативне влажности ваздуха. Највећа облачност је у јануару, децембру и фебруару, а најмања у августу и јулу. Изузетак је април, који има већу облачност од октобра, што је супротно са односом релативних влажности ова два месеца. Наиме, у априлу долази до чешћег продора хладних ваздушних маса са северозапада, који доноси облачност, у односу на октобар када је време стабилније. У мају је број ведрих дана мањи него у априлу, што указује на нестабилност времена у мају услед преласка низа депресија путањом Vc, па је повећана гомиласта облачност, нарочито у поподневним часовима.

Влажност ваздуха

Највеће вредности релативне влажности ваздуха на подручју Крагујевца су у зимском периоду (децембар, јануар и новембар). Најниже вредности се бележе у априлу, када почиње вегетациони период. Највећи екстреми, односно најсувљи ваздух у Крагујевцу био је 3. III 1925., када је релативна влажност износила 10 %, а 19. IV 1949 г. само 11 % (Милосављевић, 1969.).

Таб. 4 – Средње месечне и годишње вредности климатских елемената за Крагујевац (1975-2006.)

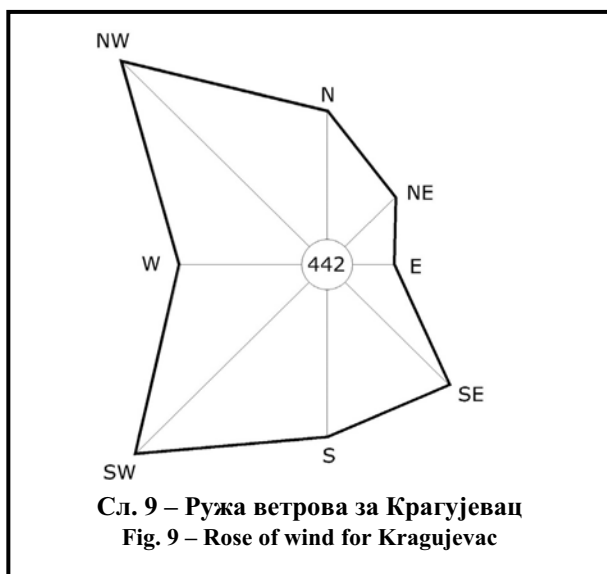
Tab. 4 – Average monthly and yearly values of climatic elements for Kragujevac (1975-2006.)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
ВАЗДУШНИ ПРИТИСАК (mb)												
996	994	993	989	991	991	992	992	994	995	995	995	993
ИНСОЛАЦИЈА (h)												
73,6	98,6	146,9	175,1	229,0	252,3	288,8	270,0	204,6	155,8	86,6	67,5	2048,6
ОБЛАЧНОСТ (десетине)												
6,9	6,2	5,9	6,2	5,7	5,2	4,2	4,0	4,6	5,1	6,5	6,9	5,6
ВЛАЖНОСТ ВАЗДУХА (%)												
79	76	73	68	70	71	69	69	72	76	78	81	74

Ветар

На подручју Крагујевца и околине током године бележи се велики број тишина (442 ‰). Тишина је највише у септембру и октобру (477 и 473 ‰), а најмање у марту (320 ‰). По јачини ветрови су слаби и просечна брзина је од 1,3 до 2,3 m/s.

Од ветрова најчешће дува северозападни (честине 119, средње брзине 2,3 m/s) и југозападни (честине 116, средње брзине 1,6 m/s). Северозападни ветар има највећу частину у јуну и марту, а најмању у децембру и новембру, док је највећа частина југозападног ветра у зимским месецима (децембар и јануар), а најмања у јесењим и пролећним месецима (октобар, март и април). Важно је напоменути и да су западни ветрови значајни (честине 60,



средње брзине 1,3 m/s), јер доносе падавине, а због њихове честине значајни су за град. Наиме, ширење и размештај индустрије упућени су ка истоку и североистоку, како би се избегле штетне еманиције по насеље. У Крагујевцу најређе дувају ветрови из источног (честине 27, средње брзине 1,4 m/s) и североисточног правца (честине 39,

средње брзине 1,4 m/s). Ветрови из источног правца наговештавају суво време, а зими изазивају јаче расхлађење. Имају слабо дејство током лета, док је њихов утицај у осталим годишњим добима знатно већи. Нешто већа је частина ветрова из јужног (честине 71, средње брзине 2,2 m/s) и југоисточног правца (честине 70, средње брзине 1,7 m/s) и најчешће се јављају у новембру, а најређе у јулу. Иначе, јужни ветар током зиме повишава температуру, а током лета испаравање, па исушује земљиште и усева и наноси знатну штету. Северни ветар – северац (честине 63, средње брзине 1,9 m/s) појављује се у виду хладних таласа и током зиме доноси мразеве, а лети расхлађује земљиште.

Падавине

Подручје у долини Лепенице припада тзв. континенталном плувиометријском режиму, са максимумом падавина у јуну и мају и минимумом у фебруару и марту. Јунски, летњи максимум је последица ниског ваздушног притиска, који је изазван високим температурама. Секундарни максимум се јавља крајем јесени и почетком зиме (новембар и децембар). Зимски минимум, током фебруара и јануара, изазван је кошавом која зими дува са истока или југоистока на запад или северозапад, а као ветар континенталног порекла доноси ведро време. Секундарни минимум се јавља током јесени (у октобру). У току године се у просеку излучи 617-826 mm падавина. Највише падавина се излучи у периоду мај - јул, а најмање у периоду јануар – март.

Таб. 5 – Средње месечне и годишње падавине (mm) у сливу Лепенице (1961-90.)

Tab.5 – Average monthly and yearly precipitation (mm) in Lepenica river basin (1961-90.)

Ст.	н.в. (m)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
Бадњев	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
Крагуј	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
Грошн	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
Вучков	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. Грб	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
Букор	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 Лив.	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

Количине падавина се разликују за различите висинске зоне и морфолошке целине:

– у низијском делу до 200 m н.в. (северни, доњи део слива Лепенице) просечне годишње суме падавина износе испод 700 mm (632-695 mm падавина); најкишовитији месеци су јун и мај (у Бадњевцу мај и јун), а најмање падавина има крајем јесени (октобар) и крајем зиме (фебруар);

– у брдовитом делу од 200 до 500 m н.в. (средњи део слива Лепенице) просечне годишње количине падавина су око 715 mm (616-811

mm падавина), а појава максималних и минималних падавина има сличан годишњи распоред као у низијском делу;

– у планинском делу, преко 500 m н.в. (јужни, горњи део слива Лепенице) просечне годишње суме падавина су преко 800 mm са истим годишњим током као у низијској и брдској области.

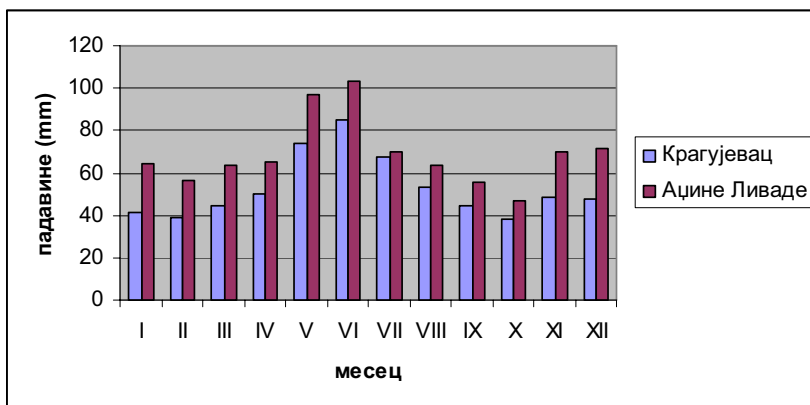
Први максимум, који је примарни, јавља се у највећем делу слива почетком лета (у јуну), а само у близини ушћа Лепенице крајем пролећа (у мају), и већи је од секундарног крајем јесени (новембар или децембар). Са хидролошког аспекта, први максимум је значајан због тога што се поклапа са топљењем снега у вишим деловима слива, што изазива повећање протицаја Лепенице.

Таб. 6 – Средње падавине (mm) по годишњим добима у сливу Лепенице (1961-90.)

Tab. 6 – Average precipitation (mm) according to seasons in Lepenica river basin (1961-90.)

Станице	пролеће	лето	јесен	зима
Бадњевац	178,3	166,7	137,7	153,2
Ботуње	182,2	212,5	146,2	154,6
Крагујевац	168,1	204,9	131,2	127,4
Грошница	193,7	211,8	157,7	148,7
Вучковица	197,6	236,3	149,3	144,4
Чумић	166,0	178,0	133,9	135,5
Д. Грбице	224,9	227,4	167,6	191,5
Букоровац	225,9	236,4	171,6	191,9
Ацине Ливаде	168,1	208,5	142,0	147,9
	189,4	209,1	148,6	155,0

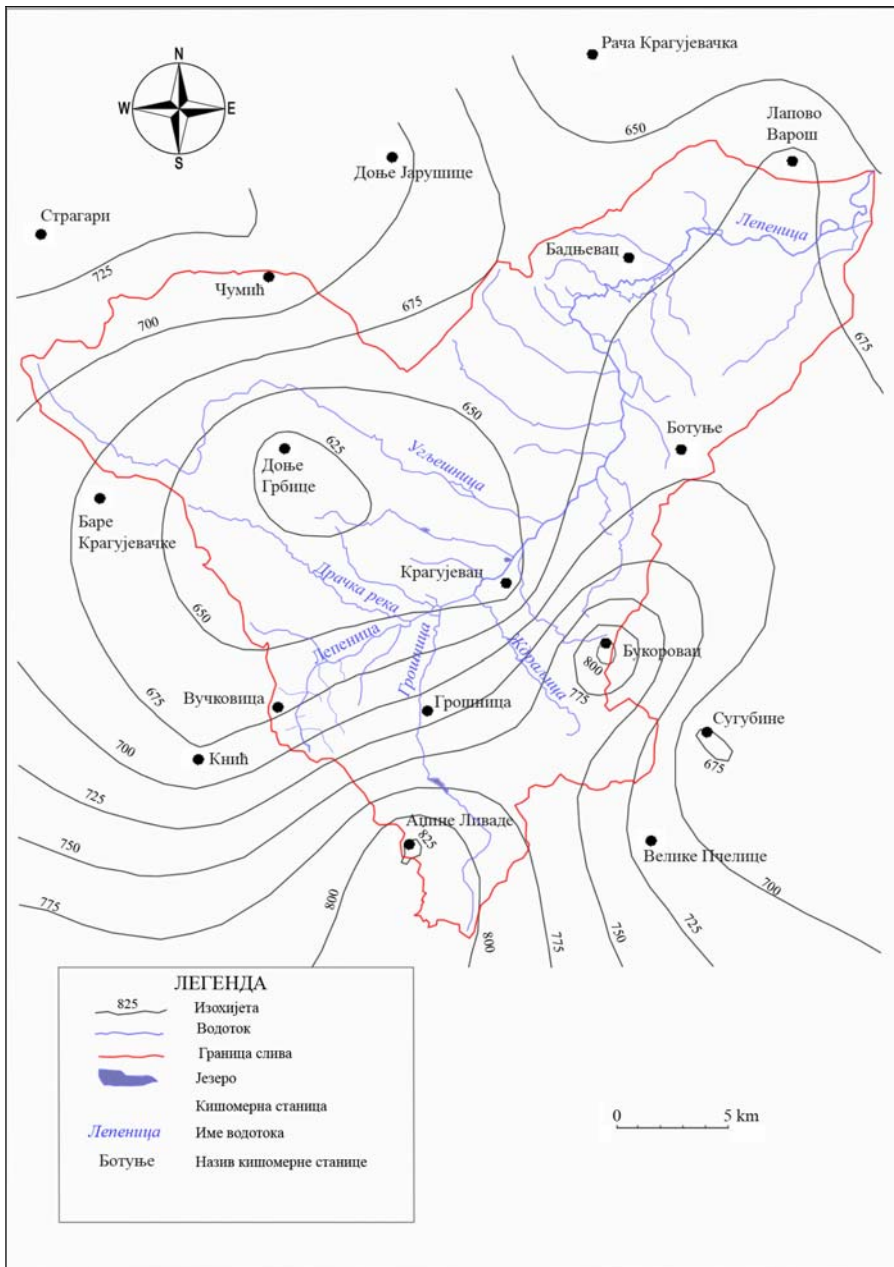
Посматрајући просечну суму падавина, уочава се да се на вишим теренима може очекивати око 10-15 % више падавина у односу на ниже области. У периоду мај-јул излучи се највише падавина – око 24 % годишње суме у нижим деловима, односно око 29 % у вишим деловима подручја слива Лепенице. Иако се тада излучи већа количина падавина у облику плускова, лето је ипак период са највећим бројем сунчаних дана. Пратећи тренд падавина уочава се да количина падавина расте од марта до јуна, а од јуна до октобра опада. На кишни режим нарочито утиче испаравање у летњем периоду.



Сл. 10 – Средње месечне падавине за Крагујевац и Аџине Ливаде
 Fig. 10 – Average monthly precipitation for Kragujevac and Adžine Livade

У Крагујевцу је просечно 126 дана са падавинама – највећи број дана са падавинама је у мају, а најмањи број дана се бележи у септембру и августу.

Највећи број сушних периода у Крагујевцу је у првој декади јуна, трећој декади јула и трећој декади новембра, а најмањи у првој декади маја, првој декади новембра и децембра (*Милосављевић, 1951.*). Уочава се и нагли прелаз од кишног ка сушном времену, што негативно утиче на вегетацију.



Сл. 11 – Карта изохијета
 Fig. 11 – Precipitation isoline map

Снег

Број дана са снежним падавинама и снежним покривачем разликује се у појединим деловима слива Лепенице у зависности од надморске висине. Снежни покривач од 10 cm задржава се од 25 дана у нижим до око 50 дана у вишим деловима.

Таб. 7 – Просечан број дана са сн. падавинама и сн. покривачем (cm) (1965-95.)
 Tab 7 – Average number of days with snow precipitation and snow blanket(cm) (1965-95.)

месец	Крагујевац		Рудник	
	бр. дана са сн. падавинама	бр. дана са сн. покривачем	бр. дана са сн. падавинама	бр. дана са сн. покривачем
I	7	16	13	24
II	5	12	9	20
III	4	5	8	14
IV	1	0	5	4
V	0	0	3	3
VI	0	0		
VII	0	0		
VIII	0	0		
IX	0	0		
X	0	0	2	3
XI	2	5	5	8
XII	6	13	9	16
год	26	26	54	92

Удео снега у годишњим падавинама износи за подручје Крагујевца 19,8 % од целокупне годишње висине падавина (Вујевић, 1953.). Прве снежне падавине се јављају крајем октобра или почетком новембра, а последње крајем марта. У делу слива до 500 m н.в (ст. Крагујевац) највећи број дана са снежним падавинама (7 дана) и снежним покривачем (16 дана) има јануар. Снежни покривач се јавља средином новембра (у датом периоду најраније се јавио 5. X 1972.), а последњи половином марта (најкасније 18. IV 1981.). Средње вредности снежног покривача крећу се од 29 cm до 37 cm. У периоду 1965-95 г. максимална висина снега у Крагујевцу је износила 52 cm (12. II 1984.), а просечна око 35 cm.

У планинском делу изнад 500 m н.в. снег почиње да пада средином октобра, а најкасније се појављује у првој половини маја. Највећи број дана са снежним падавинама је у јануару (13 дана), а најмањи у октобру (2 дана). Снежни покривач на Гледићким планинама и Руднику просечно траје око 2 месеца (највећи број дана са снежним покривачем је у јануару – 24 дана). У планинској области просечна висина снега је око 55 cm, а максимална је забележена за станицу Рудник планина од 105 cm (1980.).

ПЕДОЛОШКИ САСТАВ СЛИВА

На размештај типова тла од посебног је утицаја рељеф. Зато је на долинским странама река у сливу Лепенице заступљен алувијум, на нижем побрђу (на долинским странама и површима) је смоница, на вишем побрђу гајњача и делимично подзол, а на планинама скелетно земљиште. Раније формиран типова тла под утицајем климе су зонална-климатогена тла: смоница, гајњача, црвеница и подзол. Поједини типови тла су још увек у процесу формирања и то су азонални типови – алувијум и скелетно земљиште.

Алувијум је најплоднији тип земљишта, богат хумусом и заступљен је у алувијалним равнинама река (Лепенице, Грошнице, Ждраљице, Драчке реке, Угљешнице) и потока (Лимовца, Ердечице, Ресничког и Цветојевачког потока). У депресијама око Лепенице плавлеем и таложеем финог материјала местимично је настао глиновити алувијум, који се карактерише великом количином хумуса и неизраженим педогенетским процесима – зову га попречна смоница или ливадско земљиште. Нема изражене хоризонте, већ садржи слојеве талога, који нису генетски оформљени. Ово земљиште има тежи механички састав, који одговара терену са кога се спира и доноси материјал.

Смоница је основни тип тла у сливу Лепенице, а пре свега у Крагујевачкој котлини. Иако припада групи плоднијих земљишта, вредност јој умањују њене физичке особине (нарочито влажност), па је добра подлога за ливаде. Очувана смоница заузима мали део површине проучаваног подручја. Под утицајем рељефа и климе, као и променом биљног покривача, долази до деградације смонице, која почиње испирањем креча. Зато је непосредно око типске смонице заступљена смоница у огајњачавању. На влажним теренима јављају се процеси оподзољавања смонице. Први стадијум у овом деструктивном процесу је смоница у оподзољавању, а степен више је оподзољена смоница.

Западни део проучаваног подручја прима више воденог талога него источни. Изохијета од 700 mm падавина представља границу оподзољавања и овај процес се јавља у западном делу слива и на већим надморским висинама. Источни делови имају мање од 700 mm воденог талога, па се на том подручју одвијају процеси огајњачавања. Огајњачавање се одвија на брежуљкастом и брдском рељефу (на осојним странама), као и на теренима са знатним садржајем кречњака.

У сливу Лепенице осим праве заступљене су и: *смоница у огајњачавању, огајњачена смоница, смоница у оподзољавању и еродирана смоница (Тадивојевић, 1932.)*.

Права смоница се јавља на већем пространству на осојним странама до око 350 m н.в. На већем пространству заступљена је у: Белошевцу, Бресници, Теферичу, Илићеву, Маршићу, Маинићу, Церовцу и Лужницама, а делимично и у: Голочелу, Драгобраћи, Вињишту, Грошници, Драчи, Шљивовцу, Поскурицама, Милатовцу, Реснику и Новом Милановцу.

Смоница у огајњачавању је по садржају хумуса ближа очуваним смоницама него гајњачама. Заступљена је у: Ђуриселу, Малим Пчелицама, Станову, Крагујевцу, на простору од Шљивовца према Поскурицама и Дивостину до Широког поља, у Чумићу (на левој долинској страни Лимовца од Сремске пољане према Церовцу), на левој долинској страни Јабучке реке од Јабучја до Кормана и од Опорнице и Петровца према Десимировцу и Јовановцу.

Огајњачена смоница настала је од смонице под утицајем рељефа, падавина и промена биљног покривача. Заступљена је у: Вињишту, Корићанима, Драгобраћи, у долини Асановца у Малом Шењу. *Смоница у оподзољавању* има повећану киселост и мањи садржај хумуса. Има је на Широком пољу у Дивостину, између Чумића и Лужница јужно од Лимовца. *Еродирана смоница* је настала на терену деградираног биљног покривача и заступљена је у Рајцу између Лужница и Грбица.

Гајњача се јавља на вишем терену, изнад смонице, где је већа количина падавина, односно у јужном и југозападном делу слива. Настала је од смоница уништавањем шума (гајева) и деловањем падавина. Деловањем падавина и променом биљног покривача настали су и одређени подтипови гајњаче у сливу. *Права гајњача* је заступљена у: Десимировцу, Церовцу, Новом Милановцу, Реснику, Никшићу и Цветојевцу.

Плитка гајњача се налази на већем пространству од Голочела до Драгобраће на десној долинској страни Лепенице, Голочело – Ђурисел – Дреновац – Рујевица – Драча, Дивостин – Драча – Велика коса, у Доњим и Горњим Грбицама, Пајазитову, Малом Шењу, Чумићу (између Лимовца, Лупоглава и Студене воде).

Гајњача у оподзољавању је иловачастог састава са мање хумуса. Заступљена је на Чумићком брду, Светињи и западно од Сремске пољане у Чумићу. *Оподзољена гајњача* је заступљена на јужном и источном ободу Крагујевачке котлине, где има више падавина, због чега је и оподзољена. Распрострањена је у: Ердечу, Баљковцу, Ждраљици, Трмбасу, Јабучју, Корману, Ботуну и Доњим Комарицама.

Црвеница је најмање заступљен тип земљишта у сливу. Представља фосилно земљиште, које указује да је Шумадија у прошлости

имала климу са топлијим и сувљим летима и блажим и влажнијим зимама од данашњих. Јавља се само на Вучјаку и на Таванчићу у Великом Шењу, на терену доњокредних кречњака и горњокредног сенонског флиша.

Подзол је заступљен на малом пространству, на висини до 500 m. Формирао се из гајњаче на вишем заравњеном терену и убраја се у најнеплоднија земљишта, погодна само за травну и шумску вегетацију. Налази се у Букоровцу и Доњој и Горњој Сабанти.

Скелетно земљиште после смонице заузима највеће пространство у сливу Лепенице. Настаје распадањем стена из подлоге или деловањем ерозије и јавља се на оголелом вишем побрђу, посебно на планинском терену. На њему је углавном заступљена травна и шумска вегетација и налази се на огранцима Рудника, у Доњим и Горњим Грбицама, Шљивовцу, Драчи, на Липи у Ђуриселу, Гледићким планинама, Грошници, Трешњеваку, Бајчетини, Баљковцу, Доњој Сабанти, на падинама Крагујевачког Црног врха у Букоровцу, Доњим и Горњим Комарицама и на Парлогу у Корману.

У депресијама речних долина, на местима где се развија мочварна и барска вегетација местимично су заступљена мочварна хидрогена земљишта – минерално и органско мочварно земљиште.

БИОГЕОГРАФСКА СВОЈСТВА СЛИВА

Природни биљни покривач у сливу Лепенице заузима 41% од укупне површине. Самониклу вегетацију чини шумска (23%), травна (17,72%) и мочварна вегетација (0,28%) (*Група аутора, 2004 б.*). У речним долинама Лепенице и њених притока шуме су потпуно потиснуте и њихова станишта претворена у ливаде и оранице. Основу нижег, брдског дела чине обрадиве површине, а у њиховим комплексима се делимично појављују ливаде и шуме. У вишем брдском и нижем планинском делу однос је обрнут – основу чине комплекси шума и ливада у којима се делимично налазе комплекси обрадивих површина.

Шумска вегетација је у прошлости представљала основни тип вегетације на овом подручју. Читава Шумадија је била прекривена непрегледним храстовим и буковим шумама, по чему је и добила назив. Данас су као једини доказ и успомена на непрегледне шуме остали поједини стари храстови и назив Шумадија. У целој Шумадији, па тако и у сливу Лепенице, има преко стотину топонима према шумском дрвећу, што указује на већу распрострањеност шума у прошлости и на разне врсте дрвећа у њима. Неколико насеља добило је називе по врстама шумског дрвећа: Церовац, Лужнице, Бресница, Дреновац и Букоровац.

Почетком XIX века процењено је да се под шумама налази око 80% површине слива Лепенице, а данас је само 23% територије. Преовлађују храстове, грабове и букове шуме. Њихова станишта одређена су према експозицији терена, због чега припадају климатогеним шумским заједницама (*Quercetum confertae-cerris*), јер су у њима заступљене само листопадне врсте дрвећа (Вељовић, 1967.).

Храстове шуме су заступљене на јужним падинама терена до 500 m н.в. Посебно их има у Реснику, на Витошу и Шупљаји, у Доњим Грбицама у долини Клисурског и Пустог потока, у Горњим Грбицама у долини Угљешнице, у Малом Шењу у долини Асановца, у Драчи на Рујевици и Кременцу, у Дреновцу у изворишту Дреновачког потока и Змајевца, у Ђуриселу на Липи, у Голочелу у изворишту Лепенице, у Доњој Сабанти и Баљковцу у долини Медне, у Ботуњу на Капном гробу, у Трмбасу на падинама Жежеља, у Десимировцу у Тићином потоку, у Шљивовцу на Шљивовачкој главици, у Грошници у долини Грошничке реке, Губавичког и Марковог потока и др.

Грабове шуме се налазе на граници између храстових и букових шума, па образују мешовите шуме. Распрострањене су у низијама и на падинама у: Горњим Грбицама, Драчи, Грошници, Доњој Сабанти, Трешњеваку и Голочелу.

Букове шуме се налазе на северним експозицијама и на вишим теренима у јужном делу слива. Заступљене су на Ердечу код извора Бучје, у Голочелу у изворишту Лепенице и потока Бабушница, у Букоровцу код извора Врлетница и на Котрљану, у Дреновцу у изворишту Дреновачког потока, у Горњим Комарицама у изворишту Студенца, у Ђуриселу у изворишту Змајевца, у Доњој Сабанти у долини Медне, у сливу Грошничке реке у Ациним Ливадама, Бајчетини, Трешњеваку, на падинама Жежеља у Ждраљици и Трмбасу, у долини Бањског потока у Корману.

Четинарских шума, у којима је најзаступљенији бор, има на мањим површинама у сливу Грошничке реке, у Шумарицама, Кошутњаку, на Стражари у Доњој Сабанти и на Бешњаји.

Најраспрострањенија подручја под шумама задржала су се на југу и југоистоку слива у насељима: Трешњевак, Ацине Ливаде, Грошница, Ердеч, Горња и Доња Сабанта, Букоровац, Јабучје и Горње и Доње Комарице. У северозападном делу слива шуме обухватају подручја Рамаће, Великог Шења, Угљаревца и Пајазитова, затим се прекидају зоном повољном за пољопривреду и настављају на Горње и Доње Грбице, Кутлово, Шљивовац, Драчу и Рогојевац Њихова нерационална сеча у прошлости условила је промену микроклиме (повишене температуре

ваздуха, а смањене количине падавина), па су извори постали слабији, реке сиромашније водом, а издан колебљивија. Повећана је и ерозија земљишта, а брже сливање бујица изазива чешће поплаве.



Сл. 12 – Гледићке планине у изворишту Лепенице
Pho. 12 – Gledićke planine mountain in Lepenica river source



Сл. 13 – Вегетација при ушћу Лепенице у Велику Мораву
Pho. 13 – Vegetation near Lepenica river mouth in river Velika Morava

Под ливадама и пашњацима у сливу Лепенице је 17,72% (Група аутора, 2004 б.). Ливаде су према положају најчешће долинске (у

алувијалним равнима и на странама речних долина), а знатно ређе брдско-планинске. Пашњаци су на вишем, стрмом брдско-планинском земљишту.

Најзначајније појаве ливада су у долинама: Лепенице, доњег тока Угљешнице, у долини Драчке реке, Грошничке реке, Лимовца и Ресничког потока. Брдске ливаде се налазе у западном делу слива (у селима Дреновац и Драча), на југозападу (у Трешњеваку и Аџиним Ливадама) и у јужном делу (у Букоровцу). Према северу и североистоку ливада је све мање. Веће површине под пашњацима су у јужном делу слива у: Аџиним Ливадима, Трешњеваку, Бајчетини, Баљковцу, Доњој Сабанти, Букоровцу и др.

У речним долинама Лепенице и њених притока **мочварна вегетација** се налази у појасу шумске заједнице. У брдском подручју се налази без правилности, свуда у облику оаза на површинама шумских, ливадских и културних фитоценоза. Нешто значајнија појава мочварне вегетације је у средишњем делу Угљешнице, у долини Драчке реке, Јелиној бари у Дреновцу, Змињаку у Прекопачи и на каскадама Грошничког језера. Јавља се у пресеченим меандрима Лепенице у Јовановцу, Милатовцу, Никшићу и Реснику, у алувијалној равни Лимовца у Великом Шењу и Лужницама, Сувог потока у Илићеву и Дивостинског потока у Малим Пчелицама. Ова вегетација се развила и у близини појединих извора: код извора Грошничке реке у Бајчетини, код извора Мочила у Доњим Грбицама, код извора Ивова бара и Собовица у Десимировцу, код Бакарњаче у Доњој Сабанти и на Витошу у Реснику. Заступљена је делимично и дуж обале језера Бубањ у Крагујевцу, у бари код Цветојевца, поред пута Крагујевац – Баточина у Ботуну, као и у шуми између Трмбаса и Белошевца. Потпуно повлачење мочварне вегетације на многим местима у долинском и брдском делу подручја је условљено променом водног режима станишта, ерозијом и мелиорационим радовима на овом подручју. **Голети** заузимају незнатно пространство (0,28%) и највише су заступљене у сливу Грошничке реке, Угљешнице и Драчке реке. Настале су деградацијом шума и на њима је изражен процес ерозије.

Под **културном вегетацијом** налази се 54,5% од укупне површине слива (оранице 43,6%, воћњаци и виногради 10,9%). Оранице се налазе у алувијалним равнима, на долинским странама и на флувијалним површинама, а воћњаци и виногради на брежуљкастом терену. Захваљујући разноврсним типовима земљишта у сливу Лепенице је присутна хетерогена пољопривредна производња. На нижим теренима преовлађује гајење кукуруза, док су падине брдског терена под разноврсним воћем (нарочито под шљивом). Јављају се и називи насеља – топоними по воћкама: Шљивовац, Трешњевак и Јабучје.

ХИДРОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СЛИВА

ОПИС ТОКА

Речни ток Лепенице састоји се из горњег, средњег и доњег дела. Горњи ток обухвата део од извора Студенац до ушћа реке Ждраљице (где почиње Крагујевачка котлина), средњи део се завршава у селу Градац, одакле се Лепеничка долина шири и прелази у Великоморавску раван. Од извора до ушћа, Лепеница често мења правац због незнатне промене рељефа и геолошког састава. Најпре тече у правцу северозапада до саставка са Ристићким потоком у Голочелу, одакле тече као Лепеница у правцу севера до Драгобраће. Од Драгобраће скреће према североистоку до Ботуња, а затим у правцу севера до Никшића. Од Никшића поново мења правац тока и тече на северозапад до Шупљаје између Крагујевачке и Бадњевачке котлине, одакле скреће најпре ка североистоку, а затим према истоку до ауто- пута Е – 75. Одатле до ушћа у Велику Мораву има северни правац.

Горњи ток. Лепеница настаје од извора Студенац (380 m н.в), под врхом Столицом на северним огранцима Гледићких планина у Голочелу, а улива се у Велику Мораву источно од Баточине на 99 m н.в. Врх Столица (384 m н.в) одваја Лепеницу од грузанских притока Брњичке и Честинске реке. Извор Лепенице Студенац је каптиран за водоснабдевање насеља Голочело, па се само вишак воде прелива у корито Лепенице. До јула 2004. г., када су извршени додатни радови на каптажи, на самом извору постојала је чесма. Сада је простор око извора затворен (постоји могућност да се отвори бетонска плоча на средини) и постављене су цеви којима се вода овог извора одводи. На падинама Гледићких планина око извора делимично су очуване шуме храста и букве. Наиме, на многим местима евидентан је антропогени утицај, односно непланско крчење шуме.

Од извора, ток тече најпре под именом Студенац у правцу северозапада до саставка са Ристовским потоком у Голочелу, одакле тече као Лепеница у правцу Корићана. У горњем току Лепеница има уску долину стрмих страна, која се проширује низводно од села Корићана. У изворишном делу она добија и своје највеће притоке, од којих су најзначајније Грошница и Ждраљица, које притичу са десне стране. Све њене притоке извиру на брдима и имају уске и водолавне долине.



Сл. 14 – Извор реке Лепенице

Fig 14 – Source of river Lepenica

У горњем делу слива Лепенице налазе се насеља: Ацине Ливаде, Баљковац, Велики и Мали Шењ, Вињиште, Виногради, Голочело, Горње и Доње Грбице, Горња Сабанта, Грошница, Дивостин, Добрача, Драгобраћа, Драча, Дреновац, Ердеч, Ждраљица, Забојница, Кикојевац, Корићани, део града Крагујевца, Кутлово, Лимовац, Лужнице, Мала Врбица, Мале Пчелице, Опорница, Пајазитово, Поскурице, Рамаћа, Рогојевац, Станово, Трешњевак, Церовац, Угљаревац, Чумић и Шљивовац.

Средњи ток. У овом делу Лепеничког тока јасно се издвајају две котлине и два сужења. Прва је Крагујевачка котлина, која почиње од ушћа реке Ждраљице у Лепеницу до села Никшић. Дужине је 20 km, а максимална ширина износи око 4 km. Њено дно представља праву равницу, у којој је Лепеница удубила своје корито и тече приљубљена уз источни виши обод од старијих стена (због чега су слив и долина асиметрични). На померање тока ка истоку утицале су и бројне леве притоке Лепенице, које теку од западног обода котлине ка истоку. Испред Крагујевца корито Лепенице је регулисано и има ширину 3–4 m. Међутим,

због сужења долине у овом делу водостај може да достигне ниво до 2 m, јер речна вода нема простора за разливање. То је и разлог изненадних појава поплава.

Од Крагујевца, Лепеница тече Крагујевачком котлином до села Никшић, где настаје знатно сужење долине до Бадњевца на северозападној страни брда Шупљаје. На левој страни реку су сузили бочни огранци меридијанске косе на којој је врх Висак на Голубици. Одатле настаје Бадњевачка котлина. Међу притокама које прима у средњем току највећа је Угљешница.

У овом делу слива Лепенице налазе се насеља: Бадњевац, Белошевац, Ботуње, Букоровац, Десиминовац, Доња Сабанта, Жировница, Илићево, Јабучје, Јовановац, део града Крагујевца, Корман, Маршић, Милатовац, Никшић, Нови Милановац, Петровац, Прњавор, Ресник, Сушица, Теферич, Трмбас и Цветојевац.

Доњи ток. Од села Градац Лепеничка долина се сужава по други пут, а највеће сужење је код Јеринина Брда. Између њега и Стражевице уочава се дубока преседлина, за коју је Ж. Степановић сматрао да можда представља стару, напуштену долину Лепенице, вероватно отоку Бадњевачког језера (*Степановић, 1974.*). Од Јеринина брда Лепеница је пробојница правца запад-исток. Одавде се долина шири и прелази у пространу Великоморавску долину. У овом делу, Лепеница има ток праве равничарске реке – веома је спора, има мали пад, вијуга и тежи померању корита. Код Баточине, где се налази водомерна станица, корито је регулисано и ширине је око 5 m.

У доњем току Лепеница тежи за померањем корита, о чему сведочи и однос Раче према Лепеници на картама из XVIII и прве половине XIX века. На њима се уочава да је Рача или самостална река са засебним ушћем у Велику Мораву или лева притока Лепенице. Интересантно је истаћи да је у прошлости дошло до спајања доњих делова долина Грабовика и Лепенице у једну и да је од некадашњег њиховог развођа пред улазом у алувијалну раван Велике Мораве остало брдо Зебица. Наиме, бочним померањима према југу, Лепеница је разорила развође између ове две долине и спојила своје корито са коритом Кијевског потока, па се уливала у Велику Мораву јужно од Зебице.

Касније је поново изградила посебно корито (или обновила напуштено), те је напустила корито Кијевског потока и данас се улива у Велику Мораву током који тече северно од брда Зебице. Спајањем долина дошло је до срастања алувијалних равни и корита и неотпорни неогени седименти су однети, а делом и крајњи северни огранци Брзанске косе. Као сведок некадашњег развођа остао је само брежуљак Зебица.



Сл. 15– Река Лепеница у Крагујевцу
Fig. 15 – River Lepenica in Kragujevac

Од улаза у Великоморавску долину речно корито Лепенице скреће ка североистоку и пружа се паралелно са садашњим коритом Велике Мораве. По Степановићу, овај паралелни део доњелепеничког корита представља наслеђени део старог корита Велике Мораве (*Степановић, 1974.*).



Сл. 16 – Ушће реке Лепенице у Велику Мораву
Fig 16 – Mouth of Lepenica in Velika Morava river

На ово указује и остатак напуштеног меандра Блато југоисточно од Марковца. Данас су ове везе прилично нејасне, а само корито Лепенице на овом простору је уско, усечено у благој депресији, која би по ширини могла да одговара старом кориту Велике Мораве. Овај паралелни крак је данас одвојен од Велике Мораве и Лепенице прокопавањем краћег корита Лепенице. Тако Стара Лепеница обавља функцију одводног корита за воде повремених потока из Старог и Новог Села.

Током времена Лепеница је имала различиту дужину тока и мењала је неколико пута ушћа. За време велике поплаве 1897. г. Лепеница је скренула ток код Рогота према истоку, при чему је усекла ново корито и променила ушће, које се налази у близини Миљковог манастира, источно од Лапова (*Гавриловић, Дукић, 2002.*). Од Марковца старо корито је наследила река Рача, бивша најдужа притока Лепенице. Услед промене ушћа Лепеница је скратила ток за читавих 12 km, што се може објаснити тежњом реке да одржи правац у којем је текла кроз Бадњевачку котлину и кроз сужење код Јеринина брда. На самом ушћу у Велику Мораву ширина Лепенице износи око 8 m. Уочава се присуство барске вегетације на долинским странама, а ширина овог појаса је око 10 m. Ниска алувијална раван, ширине до 1,5 km, је претворена у оранице (углавном под кукурузом).

На целој дужини доњег тока Лепеница прима са десне стране само Кијевски поток, док са леве, пространије стране слива притиче неколико мањих потока. У доњем делу слива Лепенице налазе се насеља: Баточина, Брзан, Градац, Доброводица, Кијево, Лапово и Црни Као.

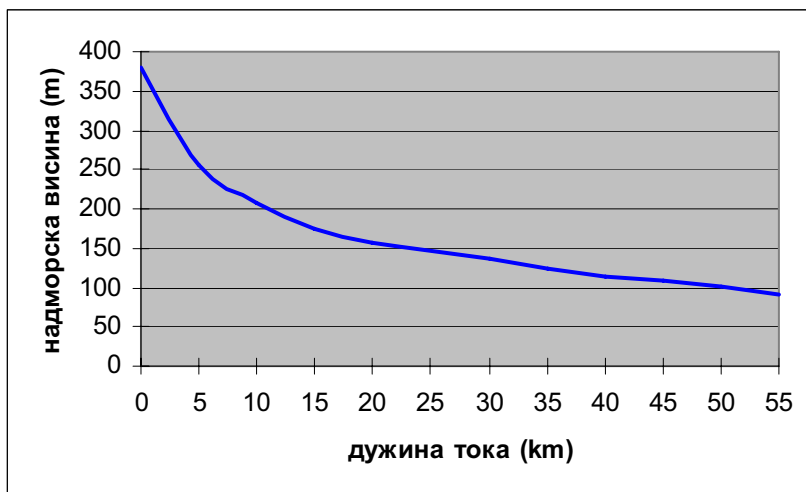
Речни пад и уздужни профил

Укупни пад за реку Лепеницу износи 281 m, а просечни пад је 5,07 ‰. Посебно је значајно израчунати просечне падове по секторима речног тока, јер њихове вредности могу указати на значајне карактеристике реке (таб. 8). У горњем току, од извора Студенац до ушћа Ждраљице просечан пад износи 13,87 ‰, што указује на планински карактер реке у овом делу. Просечни падови средњег (2,01 ‰) и доњег дела тока (1,58 ‰) указују на равничарски карактер реке. Уздужни профил реке Лепенице у целини има конкаван облик (сл. 14.). Само у изворишном делу уочава се да река није успела да усагласи свој профил.

Таб. 8 – Речни пад и коефицијенти развитка делова тока Лепенице
 Tab 8 – River drop and coefficient of Lepenica river section course development

Делови тока	L тока (km)	н. в. горње коте (m)	н. в. доње коте (m)	Укупни пад (m)	Просечни пад (‰)	Коефицијент развитка тока
горњи	14,7	380	176	204	13,87	1,40
средњи	29,3	176	117	59	2,01	1,47
доњи	11,4	117	99	18	1,58	1,27

На сектору код 45-ог речног километра појављује се прелом, што указује да се у речном кориту јављају брзаци и водопади. Низводно од тога река има сагласни профил, односно може се означити као равничарска. Постепено повећавање просечних падова од ушћа ка извору условљено је мањим протицајем реке, стенама веће отпорности и већим удаљавањем од локалне ерозивне базе – Велике Мораве, чији је утицај све мањи у том правцу.



Сл. 17 – Уздужни профил реке Лепенице
 Fig 17 – Longitudinal profile of river Lepenica

РЕЧНИ СИСТЕМ

Током времена Лепеница је имала различиту дужину тока и мењала је неколико пута ушћа. До промене правца тока дужина Лепенице је износила 60 km. После поплаве 1897. г. ток је скраћен 15 km, а затим продужен за 4 km од Рогота до Миљковог манастира, тако да је укупна дужина износила 49 km. Коришћењем софтвера MicroStation, а на основу ВТК 1: 50.000 утврђено је да дужина Лепенице износи 55,4 km.

Речни систем Лепенице прилично је добро развијен, јер на свом 55,4 km дугом току прима 37 притока (21 леву притоку и 16 десних притока). Укупна дужина Лепенице са притокама I, II и III реда износи 653,8 km. Дужина притока I реда износи 213,9 km, а притока II и III реда 384,5 km. На леве притоке I, II и III реда отпада 295,3 km (на притоке I реда 123,5 km, а на притоке II и III реда 171,8 km), док укупна дужина десних притока I, II и III реда износи 303,1 km (дужина притока I реда је 90,4 km, а притока II и III реда 212,7 km).

Значајан параметар за анализу речног система је честина водотока и она износи за слив Лепенице $D_f = 0,60$, за десну страну $D_{fd} = 0,89$, а за леву страну слива $D_{fl} = 0,34$. Десна страна слива је мање пространа и претежно се састоји од водопрпусних стена (кречњака, мермера и пескова), што је и условило већу дужину токова левих притока. Знатан број токова у овом речном систему има повремени карактер. Најзначајније леве притоке Лепенице су Драчка река и Угљешница, а од десних Грошничка река и Ждраљица.

Драчка река настаје у Драчи од Рогојевачког потока, који тече од извора Амбари (390 m н.в.) у Рогојевцу и Манастирског потока, који такође тече од Рогојевца. Улива се у Лепеницу близу железничке станице на 196 m н.в. Површина слива износи 35,8 km², а дужина тока је 12,9 km. Укупни пад износи 194 m, а просечни 15 ‰. Коефицијент развијености тока је мали (1,16), због претежно праволинијског тока Драчке реке у правцу северозапад-југоисток. Значајнија лева притока је *Змињак* (2,7 km) у Прекопачи, а од десних *Видарички поток* (5,7 km).

Угљешница је највећа и најдужа притока Лепенице. Извире у Рамаћи испод Божурове главице на 620 m н.в. и тече дужином од 33,7 km до ушћа у Лепеницу код Јовановца (151 m н.в.). Површина слива износи 153,8 km², укупни пад је 469 m, а просечни 13,9 ‰. Коефицијент развијености тока је 1,35. Долина ове реке одваја побрђа од низије. Угљешница је позната као река са више назива: **Изворчић**, **Паитрмски поток**, **Рамаћка река**, **Кутловачка река** и **Петровачка река**. Од левих притока значајније су: *Тарановац* (5,4 km), *Зреоница* (6,2 km), *Лимовац* (18

kt) и *Асановац* (7,1 *kt*), а од десних: *Грбички поток* (5,2 *kt*) и *Китица* (3 *kt*). Осим наведених, значајније леве притоке Лепенице су и: *Дивостински поток* (6,9 *kt*), *Сушички поток* (10,4 *kt*), *Цветојевачки поток* (10,5 *kt*) и *Реснички поток* (10,4 *kt*).



Сл. 18 – Угљешница у близини ушћа код Крагујевца
Pho.18 – River Uglješnica near mouth by Kragujevac

Највеће десне притоке Лепенице су: *Грошница*, *Ждраљица* и *Јабучка река*.



Сл. 19 – Грошница низводно од Водојаже у селу Грошница
Pho. 19 –River Grošnica downstream from water supply factory in village Grošnica

Грошница целим током дужине 18 km тече кроз Крагујевачку котлину. Од извора Хајдучка вода (800 m н.в.) у Бајчетини испод Дуленског Црног врха на Гледићким планинама тече правцем југ-север до ушћа у Лепеницу (187 m н.в.) код фабрике цигле у Станову. Од извора до Грошничке цркве има уску долину стрмих страна, одакле се шири и прелази у Лепеничку. Реч је о бујичарској планинској реци, чија површина слива износи 69,2 km². Укупни пад је 613 m, просечни пад 34,1 %, а коефицијент развијености тока је мали и износи 1,13. У речном систему Грошнице налази се 20 токова, због чега је ово река са највећом густином речне мреже у Крагујевачкој котлини (1.429 m/km²). Укупна дужина водотока у речном систему Грошнице износи 98,9 km.

Од притока Грошничке реке значајније су: *Црни поток (1,8 km)* у Бајчетини, *Лесмаровац (3,9 km)* у Ациним Ливадама, *Мојсиловића поток (1,9 km)*, *Савин поток (1,8 km)* и *Кречански поток (1,8 km)* у Трешњеваку, *Губавички поток (4,5 km)* у Грошници, *Попадинац (2,9 km)* у Вињишту и Грошници и *Ердечица (5,7 km)* у Ердечу.

Река **Ждраљица** је, према неким изворима добила назив по ждраловима, којих је било у прошлости у Доњосабаначкој котлини. В.С. Караџић је спомиње под именом Ждралица. На основу других података, сматра се да назив ове реке потиче од речи *ждрело*, због великог сужења, односно сутеске између Медне и Доње Сабанте, којим протиче ова река. Извире у Горњелевачкој котлини код брда Ливаде у Горњој Сабанти на 430 m н.в., а улива се у Лепеницу код железничке станице Завод у Крагујевцу (176 m н.в.). Дужина тока је 9,7 km, укупни речни пад тока је 254 m, а просечни 26,2 %. Коефицијент развијености тока је мали и износи 1,15. Река тече готово праволинијски, правцем југоисток-северозапад и просекла је габро-дијабазне стене, чиме је одвојила Жежељ од Гледићких планина. Она има најживописнију долину од свих лепеничких притока, а посебно је интересантна Сананачка клисура, дужине око 3 km, између села Доња Сабанта и Ждраљица. Десну страну ове клисуре, која је кршевита и разривена дубоким јаругама, гради Жежељ, а леву покривену шумама чине огранци Кукових Липа. После обилних киша са десне стране често теку бујични потоци.

У Ждраљицу се улива 10 притока, од којих је најдужа *Медна (7,2 km)*, позната по уској, дубокој и вијугавој клисури на целој дужини тока, а од осталих притока познатије су: *Рецовац (2,8 km)* и *Вардакички поток (2,6 km)* у Баљковцу, *Шабовски поток (2,3 km)* у Белошевцу и Баљковцу и *Дубоки поток (1,5 km)* у Ждраљици, са највишим водопадом у Шумадији.

Таб. 9 – Речни систем Лепенице
 Tab. 9 – River system of Lepenica

	Водоток	L тока (km)	L прит. (km)	н.в. извора (m)	н.в. ушћа (m)	Укупни пад (m)	Просечни пад (‰)	Коеф. разв. тока
	Лепеница	55,4	598,4	380	99	281	5,1	1,32
ЛЕВЕ ПРИТОКЕ	Ристовски поток	1,3	0,7	340	272	68	52,3	1,07
	Маринац поток	0,8		310	258	52	65,0	1,05
	Долине поток	1,5	0,4	300	252	48	32	1,18
	Миленковац поток	1,9	1,3	340	232	108	56,8	1,05
	Змајевац поток	4,6	1,7	400	227	173	37,6	1,19
	Безимени поток	1,2		250	226	24	20,0	1,05
	Драчка река	12,9	26,8	390	196	194	15,0	1,16
	Дивостински поток	6,9	5,0	296	189	107	15,5	1,09
	Ердоглијски поток	1,1		243	174	69	62,7	1,09
	Алајбегов поток	3,8		235	170	65	17,1	1,11
	Сушички поток	10,4	5,6	360	164	196	18,8	1,09
	Угљешница	33,7	93,5	620	151	469	13,9	1,35
	Бубањ поток	4,8		190	145	45	9,4	1,10
	Цветојевачки поток	10,5	13,8	240	144	96	9,1	1,20
	Реснички поток	10,4	17,3	250	136	114	11,0	1,28
	Церовица поток	2,9		275	132	143	49,3	1,13
	Шеварски поток	2,0	0,4	170	130	40	20,0	1,30
	Безимени поток	1,0		220	129	91	91,0	1,25
	Стублина	3,9	4,4	260	128	132	33,8	1,44
Бадњевачки поток	5,0	0,9	326	122	204	40,8	1,22	
Безимени поток	2,9		219	121	98	33,8	1,07	
ДЕСНЕ ПРИТОКЕ	Безимени поток	0,4		337	315	22	55,0	1,03
	Безимени поток	0,6		305	270	35	58,3	1,20
	Безимени поток	0,9		280	240	40	44,4	1,13
	Бабушинац поток	3,7	1,0	370	225	145	39,2	1,18
	Амбарина поток	1,1	0,9	295	223	72	65,5	1,05
	Вињиштански поток	4,6	0,8	380	190	190	41,3	1,12
	Грошница	18,0	98,9	800	187	613	34,1	1,13
	Ждраљица	9,7	71,9	430	176	254	26,2	1,15
	Бреснички поток	8,0	15,0	287	162	125	15,6	1,45
	Маршићи поток	3,2	1,2	176	148	28	8,8	1,36
	Јабучка река	9,2	8,7	320	148	172	18,7	1,19
	Ботуњски поток	4,3	0,9	248	138	110	25,6	1,12
	Безимени поток	5,9	0,5	240	136	104	32,5	1,23
	Раљевац	6,1		230	131	99	17,6	1,12
	Безимени поток	4,1		238	122	116	28,3	1,24
Кијевски поток	10,6	12,9	219	103	116	10,9	1,12	

Јабучка река извире код села Јабучје (320 m н.в.) и после 9,2 km тока улива се у Лепеницу код Кормана (148 m н.в.). Површина слива ове реке износи 16,5 km², укупни пад 172 m, просечни пад 18,7 ‰, а коефицијент развијености тока 1,19. Међу десним притокама Јабучке реке налази се неколико потока на којима су се формирали водопади: на потоку *Бучина* дужине 2 km, водопад „Бучина“ од 5 m, на Бањском потоку (6,5 m) и на Црквинском потоку (6,5 m). Узводно од водопада на Бањском потоку на краћем растојању се налази 7-8 водопада.

Остале значајније десне притоке Лепенице су: *Вињиштански поток* (4,6 km), *Бреснички поток* (8 km), *Ботуњски поток* (4,3 km) и *Кијевски поток* (10,6 km).

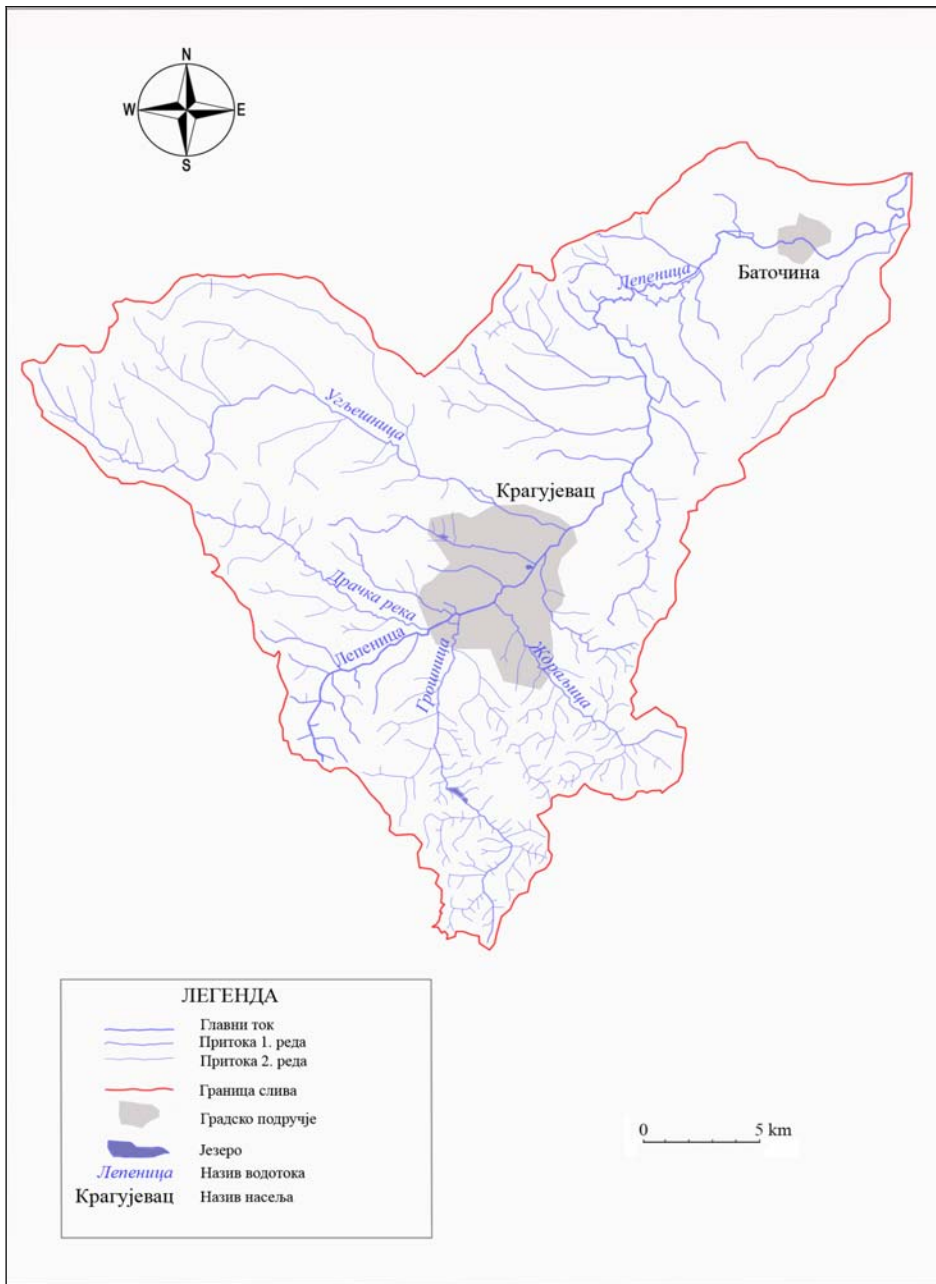
Речна мрежа

Познавање густине речне мреже је значајно за потамолошка проучавања, јер она представља систем природних канала који одводњавају слив. За сливове у нормалним теренима могуће је утврдити и корелациону везу између густине речне мреже и отицања падавина.

У сливу Лепенице речна мрежа је развијена, због претежно повољних природних услова (преовлађују вододрживе стене, више побрђе и просечне количине падавина). Према стратиграфско-литолошким саставу терена, најразвијенију речну мрежу у сливу Лепенице имају мезозојски терени од флишних стена, а најмање развијену терени од кречњака, мермера и неогених пескова.

Највећу густину речне мреже у поменутом сливу има планинско подручје, са шумском и травном вегетацијом, већим количинама падавина и вододрживом подлогом.

У хидролошкој пракси за израчунавање густине речне мреже користи се најчешће Neumann-ов образац (*Дукић, 1984.*), по коме густина речне мреже у сливу Лепенице износи 1,023 km/km². Разлике у густини речне мреже десне и леве стране слива нису велике, јер је густина на десној страни 1,015 km/km², а на левој страни 0,867 km/km². Ова разлика је условљена различитом геолошком грађом терена и рељефом.



Сл. 20 – Хидрографска мрежа у сливу Лепенице
 Fig. 20 – Hydrographical net in Lepenica river basin

РЕЧНИ РЕЖИМ

Хидролошка осматрања на реци Лепеници започета су 1925. г., оснивањем ВС Рогот, недалеко од ушћа у Велику Мораву. Због чешћих промена коте „0“ водомера забележени водостаји нису погодни за проучавање у целини. Од 1974. г. станица је измештена узводније и мерења се врше код Баточине.

Поменута станица не задовољава у потпуности потребе хидролошких истраживања, јер би за детаљнија проучавања њихов број требало да буде већи. Наиме, ВС Баточина налази се на 7,3 km од ушћа, па би значајно било поставити водомерну станицу и у изворишном делу реке. Такође, потребно је поставити водомерне станице и на значајним притокама (на Драчи, Угљешници, Грошничкој реци, Ждраљици), јер оне имају велики утицај на водни режим Лепенице. На Угљешници је код Горњих Грбица вршено експериментално осматрање водостаја и протицаја са прекидима у периоду 1983-1989. г.

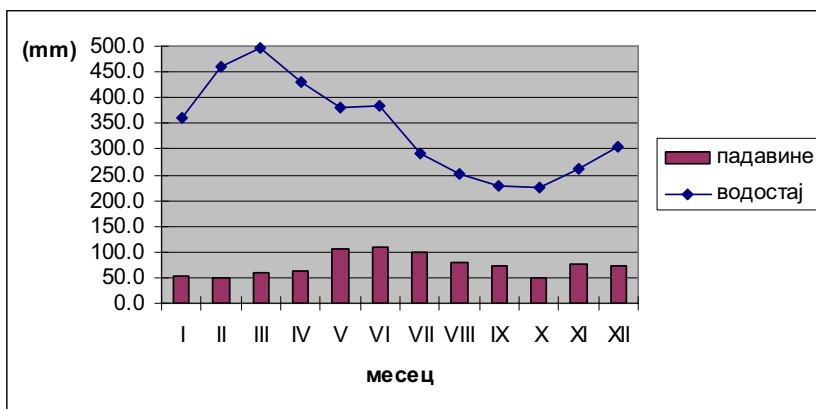
Речни режим Лепенице у овој студији анализиран је на основу тридесетогодишњег низа података о водостају и протицају (1975-2006.).

Водостај и водостање

Најзначајнији елементи приликом анализе водног режима су водостај и протицај. У периоду 1975-2006. г. средњи месечни водостај Лепенице је износио 34 cm, највиши је био у марту (50 cm), а најнижи у октобру (22cm).

Поређењем средњих месечних падавина и средњих месечних водостаја (сл. 21.) запажа се да су 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.

Од годишњих доба највиши водостај је 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. У току лета настају краткотрајни високи водостаји због падавина, које се најчешће јављају као пљускови у поподневним часовима.



Сл. 21 – Однос средњих месечних падавина и средњих месечних водостаја за слив Лепенице (1975-2006.)

Fig. 21– Relation of average monthly precipitation and average monthly water levels for Lepenica river basin (1975-2006.)

Годишња вредност средњег ниског водостаја Лепенице у осматраном периоду износила је 21 cm, а средњег високог 101 cm, па је просечна амплитуда 90 cm. На основу података из табеле 9. 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 (144 cm) и јуну (143 cm). На овакав годишњи распоред водостаја утицале су, пре свега количине падавина и отапање снега.

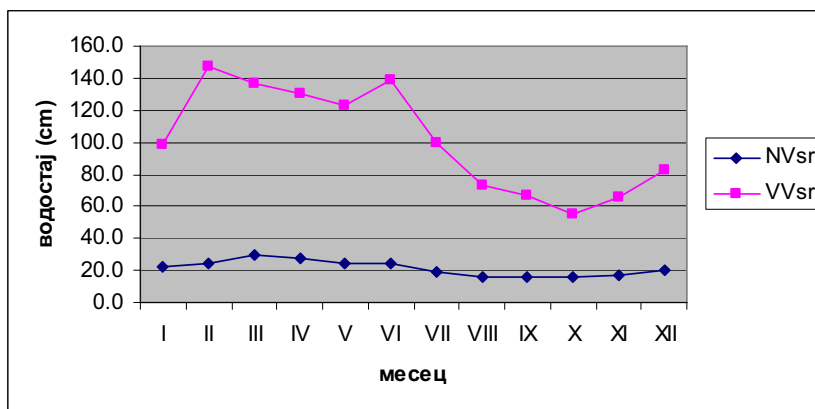
Таб. 9 – Средњи водостаји (cm) Лепенице код Баточине (1975-2006.)²

Tab. 9 – Average water levels (cm) in Lepenica river by Batočina (1975-2006.)²

	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
SV	36	46	50	43	38	39	29	25	23	22	26	31	34
SVV	98	147	137	130	123	139	100	73	67	55	65	83	101

² SNV- средњи ниски месечни водостај, SV- средњи месечни водостај, SVV- средњи високи месечни водостај

² SNV- average low monthly water level, SV- average monthly water level, SVV- average high monthly water level



Сл. 22 – Нивограми средњих ниских и високих месечних водостаја за Лепеницу (1975-2006.)

Fig. 22 – Curve of average monthly low and high water levels in Lepenica river (1975-2006.)

Значајан хидролошки показатељ за анализирање водних режима и прогнозе великих и малих вода представљају екстремни водостаји. Апсолутни максимални водостај у периоду 1975-2006. г. забележен је 10. VII 1999. г. од 545 cm, а апсолутни минимални водостај био је 27. VII и 2. VIII 1981. г. од 1 cm. Амплитуда екстремних водостаја у поменутом периоду износила је 544 cm (таб. 10.). Највећа амплитуда водостаја у току једне године забележена је 1999. г. од 528 cm, а најмања 1990. г. од 69 cm.

Таб. 10 – Апсолутно минимални и максимални водостаји (cm) Лепенице код Батоћине (1975-2006.)

Tab. 10 – Absolute minimal and maximal water levels (cm) in Lepenica river by Batočina (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.

Од 1925. г, када је почело да се врши мерење водостаја на Лепеници код Рогота, најнижи водостај је забележен 1. IX 1946. г. и износио је – 65 cm, а највиши од 545 cm је регистрован 10. VII 1999. г. Тако апсолутна амплитуда водостаја износи 610 cm. Овако висока вредност амплитуде указује на постојање великог броја бујичних токова у сливу.

На основу података о екстремним водостајима може се урадити и прогноза обезбеђења воде у рекама. У овој студији за прогнозу обезбеђења реке водом коришћен је метод серија, погодан за одређивање вероватноће појављивања одређеног хидролошког елемента (водостаја, протицаја и сл.), док је за израду криве честине максималних, односно минималних водостаја коришћена Пирсонова функција III типа.

За прогнозу водостаја на реци Лепеници прво је израчунат просечни минимални водостај $SrNMV = 12,77$ cm, који је потребан за израчунавање модулног коефицијента (k) према једначини $k = \frac{\sum NMV}{SrNMV}$.

На основу модулног коефицијента, израчунава се коефицијент варијације (C_v), који показује колебање (променљивост) годишњег водостаја, односно степен променљивости бројева у низу осматраних величина, према

обрасцу $C_v = \frac{\sqrt{\sum (k-1)^2}}{n}$ (Гавриловић, 1988.).

За Лепеницу коефицијент варијације за минималне годишње водостаје износи 0,565, што указује на знатну променљивост минималних годишњих водостаја. На основу ових параметара израчунава се

коефицијент асиметрије (C_s), по обрасцу $C_s = \frac{\sum (k-1)^3}{n \cdot C_v^3}$ (Гавриловић,

1988.). Он показује асиметричност криве расподеле годишњих водостаја према њиховој средњој вредности и у пракси се најчешће узима да је $C_s = 2 \cdot C_v$. За реку Лепеницу C_s је 0,806.

Коришћењем ових параметара, а помоћу таблице С. И. Рибкина израчунавају се параметри за израду криве обезбеђења минималних водостаја Лепенице код ВС Баточина. Ови параметри, као и израчунати вероватни минимални водостаји приказани су у табели 11. Крива учесталости малих вода приказана је на слици 23.

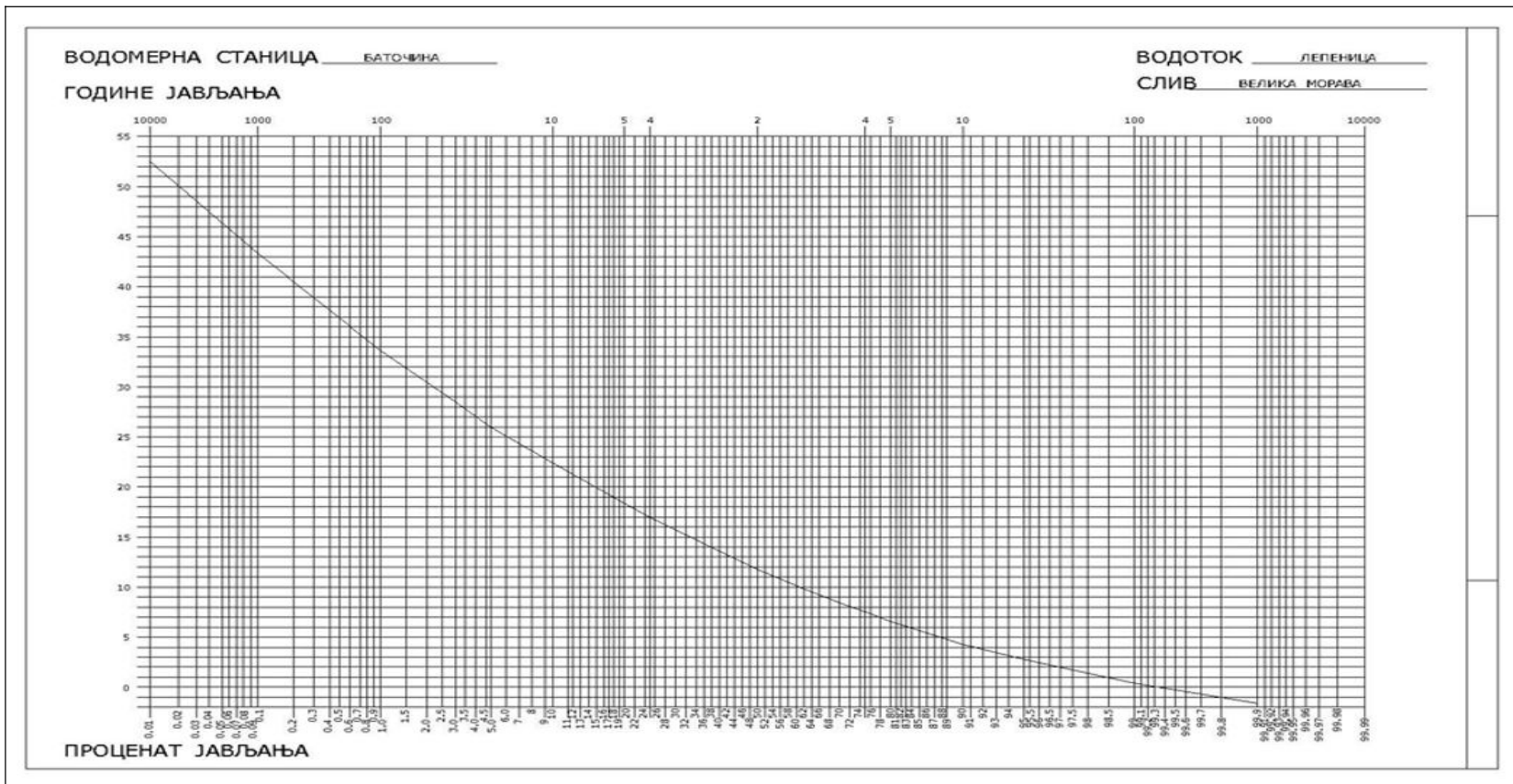
На основу израчунатих вредности закључује се да се сваке године може очекивати водостај од $-1,8$ cm (што не одступа много од минималних водостаја у периоду 1975-2006 г, када су регистровани водостаји од 1 cm, а у прошлости су регистровани и негативни водостаји). Вредност минималног водостаја, који има вероватноћу појављивања 0,01%, је 52,5 cm. То указује да се рачуном вероватноће могу очекивати високи максимални водостаји, што ће потврдити и наредна анализа.

Таб. 11 - Вероватни минимални водостаји Лепеннице³
 Tab. 11 – Probable minimal water levels in Lepenica river³

Вероват. (%)	Вероват. у год.	σ	$\sigma \cdot C_v$	$k_s = \sigma \cdot C_v + 1$	NMV ⁺
0,01	10000	5,5	3,108	4,108	52,5
0,1	1000	4,24	2,396	3,396	43,4
1	100	2,89	1,633	2,633	33,6
3	33,3	2,18	1,232	2,232	28,5
5	20	1,84	1,040	2,040	26,0
10	10	1,34	0,757	1,757	22,4
20	5	0,78	0,441	1,441	18,4
25	4	0,58	0,328	1,328	17,0
30	3,3	0,41	0,232	1,232	15,7
50	2	- 0,13	- 0,073	0,927	11,8
60	1,6	- 0,37	- 0,209	0,791	10,1
70	1,42	- 0,6	- 0,339	0,661	8,4
75	1,33	- 0,73	- 0,412	0,588	7,5
80	1,25	- 0,86	- 0,486	0,514	6,6
90	1,11	- 1,17	- 0,661	0,339	4,3
95	1,05	- 1,38	- 0,780	0,220	2,8
99	1,01	- 1,74	- 0,983	0,017	0,2
99,9	1	- 2,02	- 1,141	- 0,141	- 1,8

³ σ - одступање ординате биномиалне асиметричне криве обезбеђености од средине, k_s - модулни коефицијент ординате, NMV⁺- вероватни минимални водостај

³ σ - ordinate deviation of binomial asymmetrical provided curve of average, k_s - module ordinate coefficient, NMV⁺- probable minimal water level



Сл. 23 – Крива вероватноће појављивања минималних водостаја
 Fig. 23 –Frequency curve of mminimal water levels appearance

Обезбеђеност максималних годишњих водостаја и вредности вероватних максималних водостаја анализирани су истом методом. Параметри за израчунавање свих коефицијената приказани су у табели 12. Просечни максимални водостај и износи 256,1 cm, а према већ познатим једначинама израчунати су коефицијент варијације, $C_v = 0,424$ и коефицијент асиметрије, $C_s = 0,6$

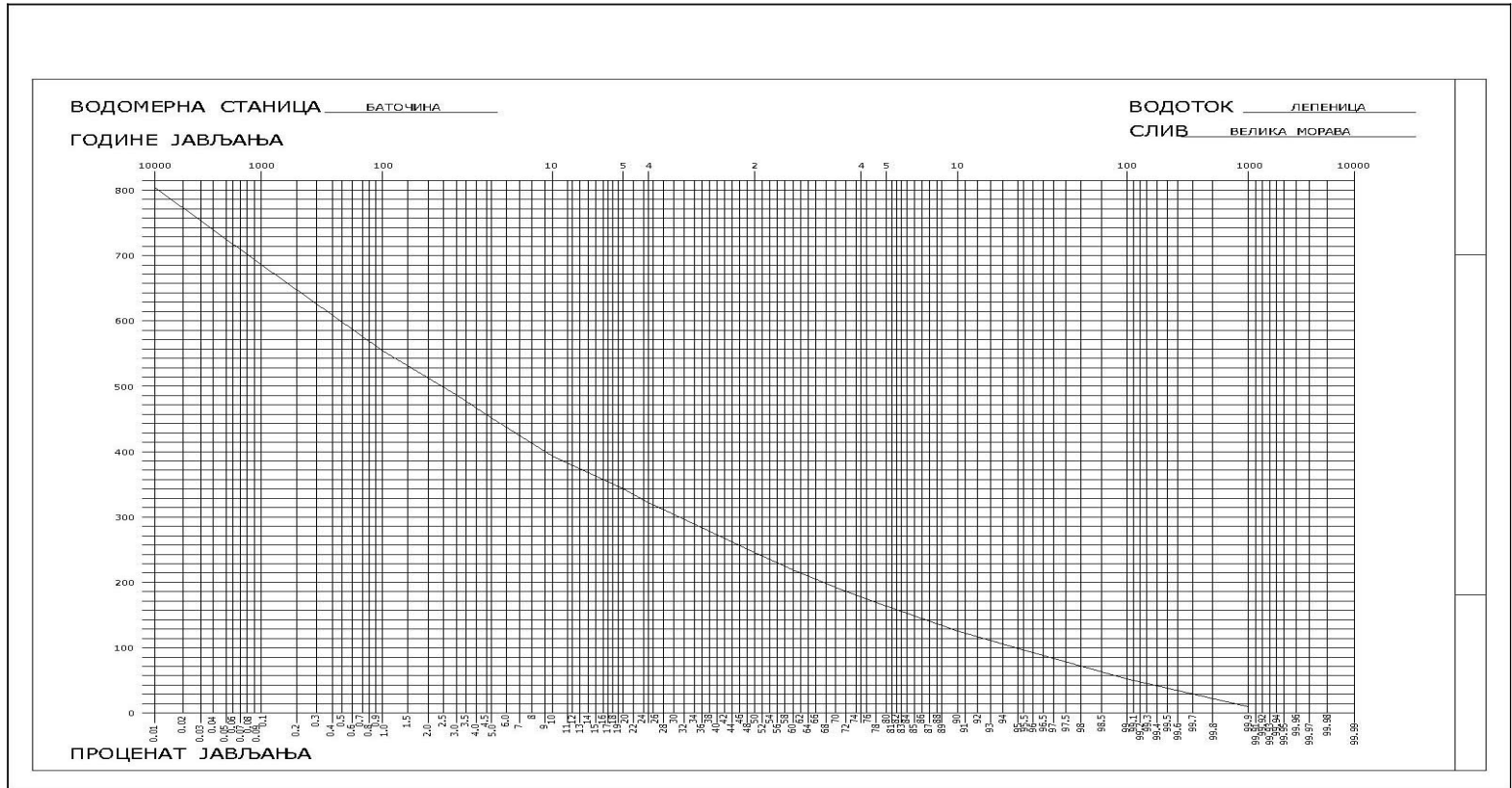
На основу криве вероватноће појављивања максималних водостаја на реци Лепеници закључује се да се сваке године може очекивати максимални водостај са вероватноћом од 99,9 % од 9,7 cm, а са вероватноћом од 99 % 52 cm, што се у пракси потврђује. Овако велика разлика у максималним водостајима за 1 и 1,01 годину указује на бујичарски карактер реке. Максимални водостај који се јавио 10. VII 1999. г. се по овој вероватноћи јавља једном у 100 година.

Таб. 12– Вероватни максимални водостаји Лепенице

Tab. 12 – Probable maximal water levels in Lepenica river

Вероват. (%)	Вероват. у год.	ϕ	$\phi \cdot C_v$	$k_s = \phi \cdot C_v + 1$	NVV ⁺
0,01	10000	5,05	2,141	3,141	804,4
0,1	1000	3,96	1,679	2,679	686,1
1	100	2,75	1,166	2,166	554,7
3	33,3	2,12	0,899	1,899	486,3
5	20	1,8	0,763	1,763	451,5
10	10	1,33	0,537	1,537	393,6
20	5	0,8	0,339	1,339	342,9
25	4	0,61	0,259	1,259	322,4
30	3,3	0,44	0,187	1,187	304,0
50	2	-0,1	-0,042	0,958	245,3
60	1,6	-0,34	-0,144	0,856	219,2
70	1,42	-0,59	-0,250	0,750	192,1
75	1,33	-0,72	-0,305	0,695	178,0
80	1,25	-0,85	-0,360	0,640	163,9
90	1,11	-1,2	-0,509	0,491	125,7
95	1,05	-1,45	-0,615	0,385	98,6
99	1,01	-1,88	-0,797	0,203	52,0
99,9	1	-2,27	-0,962	0,038	9,7

У току периода 1975-2006 г. запажено је велико осцилирање водостаја, односно периоди са ниским и високим водостајима. Посебно ниски водостаји последњих година забележени су) 1990. г. (јул-децембар), 1998. г. (јул-октобар), 2000. г. (мај-септембар), 2001. г. (април-октобар), 2002. г. (мај-август). Неки од периода када су регистроване високе вредности водостаја на Лепеници су 1996. г. (март-мај), 1999. г. (јун-јул).



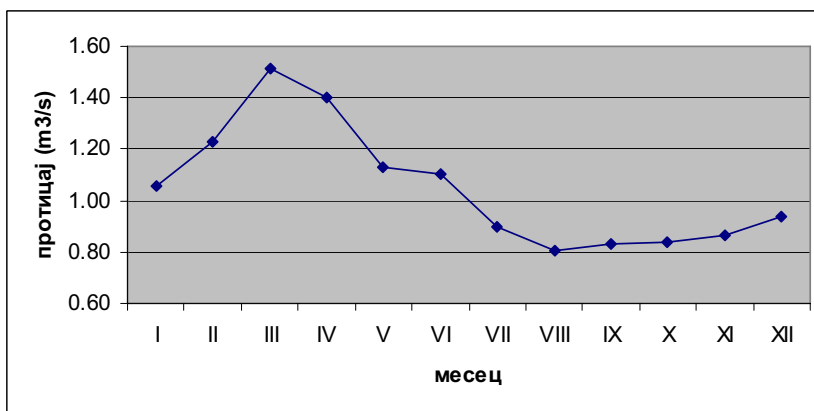
Сл. 24 . Крива вероватноће појављивања максималних водостаја
 Fig. 24 –Frequency curve of maximal water levels appearance

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. На основу ових података могуће је извршити анализу вероватноће појављивања карактеристичних протицаја.

Мале воде

Према подацима ВС Баточина у осматраном периоду од 1975. до 2006. г. средњегодишње мале воде су износиле $1,05 \text{ m}^3/\text{s}$. Режим малих вода Лепенице карактеришу највеће средњемесечне вредности у марту, $1,52 \text{ m}^3/\text{s}$ и најмање у августу $0,81 \text{ m}^3/\text{s}$. 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.



Сл. 25 – Хидрограм просечних малих вода Лепенице (1975-2006.)

Fig. 25 – Average low water hydrogram for Lepenica river (1975-2006.)

У периоду 1975-2006 г. запажа се веома правилно појављивања најмањих протицаја на профилу код ВС Баточина. У 88% случајева најмање воде су 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 отопљавањем снежног покривача.

Просечне вредности дају у већој или мањој мери искривљену слику о режиму протицаја, па је зато за детаљнију анализу значајно анализирати 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. 13 – Апсолутно минималне и максималне мале воде (m³/s) Лепенице (1975-2006.)
 Tab. 13 – Absolute minimal and maximal low water (m³/s) in Lepenica river (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.

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.

Анализа вероватноће појављивања малих вода извршена је по истом принципу као и код анализе водостаја (коришћењем метода серија и Пирсонове функције III типа).

Вишегодишње просечне мале воде износе SrMQ=0,599 m³/s. Коефицијент варијације од 0,396 и коефицијент асиметрије, који износи 0,792 указују на умерену варијацију протицаја малих вода, али и на велику асиметричност криве расподеле малих вода према њиховој средини.

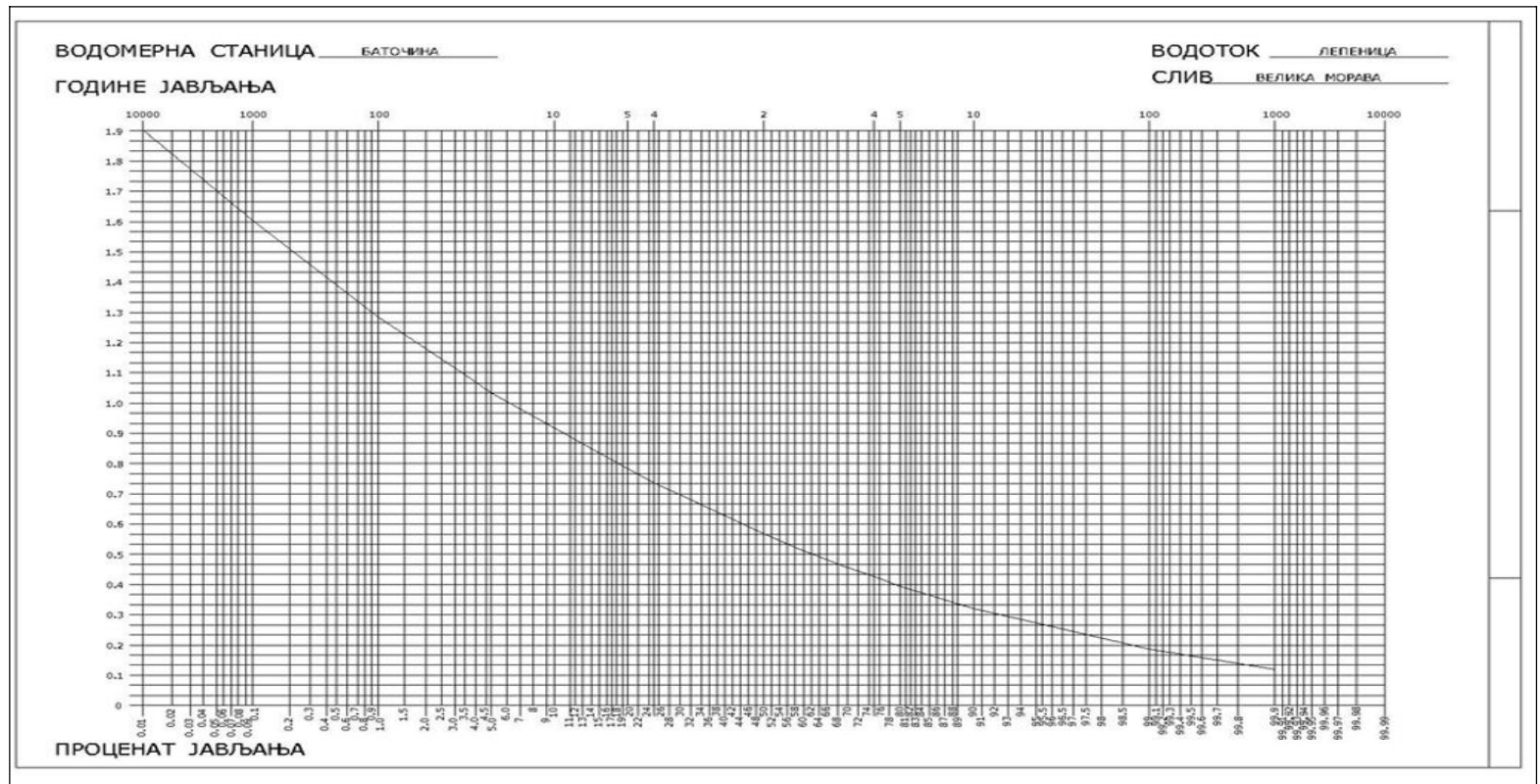
Након добијања ових коефицијената, коришћењем табеле Рибикина за конкретне коефицијенте асиметрије, израчунате су вероватне

мале воде са различитом периодом појављивања, односно са различитом вероватноћом. Ове вредности представљене су у табели 14.

Таб. 14 – Вероватни минимални протицаји Лепенице
Tab. 14 – Probable minimal discharges in Lepenica river

Вероват. (%)	Вероват. у год.	σ	$\sigma \cdot C_v$	$ks = \sigma \cdot C_{v+1}$	NMQ ⁺
0,01	10000	5,5	2,178	3,178	1,904
0,1	1000	4,24	1,679	2,679	1,605
1	100	2,89	1,144	2,144	1,285
3	33,3	2,18	0,863	1,863	1,116
5	20	1,84	0,729	1,729	1,035
10	10	1,34	0,531	1,531	0,917
20	5	0,78	0,309	1,309	0,784
25	4	0,58	0,230	1,230	0,737
30	3,3	0,41	0,162	1,162	0,696
50	2	-0,13	-0,051	0,949	0,568
60	1,6	-0,37	-0,147	0,853	0,511
70	1,42	-0,6	-0,238	0,762	0,457
75	1,33	-0,73	-0,289	0,711	0,426
80	1,25	-0,86	-0,341	0,659	0,395
90	1,11	-1,17	-0,463	0,537	0,321
95	1,05	-1,38	-0,546	0,454	0,272
99	1,01	-1,74	-0,689	0,311	0,186
99,9	1	-2,02	-0,800	0,200	0,120

Подаци из табеле 14. показују да се на Лепеници код Баточине могу очекивати увек мале воде изнад 0,12 m³/s (вредност која одговара вероватноћи појављивања од 99,9 %). На основу добијених резултата конструисана је и крива вероватноће појављивања малих вода (сл. 25.)



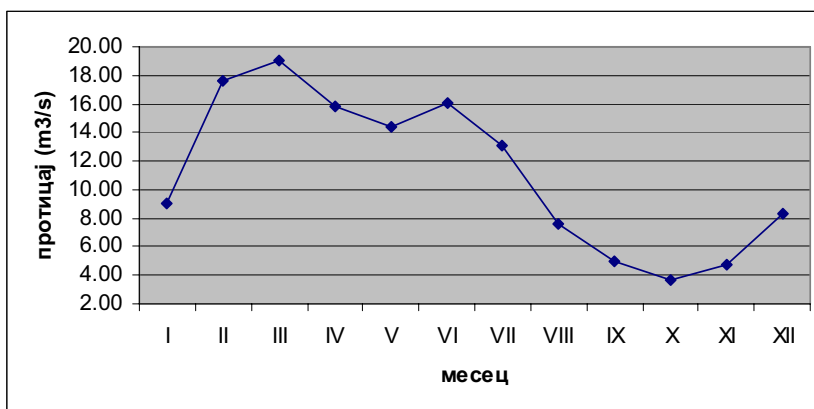
Сл. 25 – Крива вероватноће појављивања минималних протицаја
 Fig. 25 – Frequency curve of minimal discharges appearance

Велике воде

Просечне средњегодишње велике воде за период осматрања 1975-2006. г. на Лепеници код Баточине износе $11,19 \text{ m}^3/\text{s}$. Амплитуда између просечних малих и великих вода износи $10,14 \text{ m}^3/\text{s}$, односно њихов однос је 1:10,1. Овакав однос указује на прилично неуједначен режим протикања Лепенице.

Режим великих вода се мало разликује од режима малих вода. И у овом случају, највеће средњемесечне вредности се јављају у марту, $19,07 \text{ m}^3/\text{s}$, а најниже у октобру, $3,65 \text{ m}^3/\text{s}$ (за мале воде најниже вредности су у августу). 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 притокања.

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



Сл. 26 – Хидрограм просечних великих вода Лепенице (1975-2006.)

Fig. 26 – Average high water hydrogram for Lepenica river (1975-2006.)

На основу података из Хидролошких годишњака РХМЗ-а Србије може се закључити да само донекле постоји правилност у појављивању максималних и минималних великих вода. Наиме, минималне вредности великих вода су у осматраном тридесет двогодишњем 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%). Најмање вредности великих вода су у овом периоду забележене и у свим осталим месецима, изузев марта и јуна. Максималне велике воде су, као и минималне, регистроване у различитим периодима године. Углавном су 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, а апсолутни минимум великих вода од само 0,61 m³/s регистрован је 1. X 1995. г. Апсолутна амплитуда великих вода износи 192,39 m³/s.

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. Томе у прилог говори и чињеница да амплитуда апсолутног максимума и минимума протицаја за период 1975-2006. г. износи 192,964 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.

Таб.15 – Апсолутно минималне и максималне велике воде (m³/s) Лепенице (1975-2006.)
Tab. 15 – Absolute minimal and maximal high water (m³/s) in Lepenica river (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.

Анализа вероватноће појављивања великих вода Лепенице извршена је коришћењем истог поступка и исте методологије као и у случају малих вода. Полазни параметри за станицу Баточина су: вишегодишње просечне велике воде, које износе SrVQ=39,102 m³/s, коефицијент варијације од 0,876, и коефицијент асиметрије, који износи 2,898.

Даљим поступком, израчунате су вероватне велике воде са различитом вероватноћом појављивања и ове вредности су приказане у табели 16.

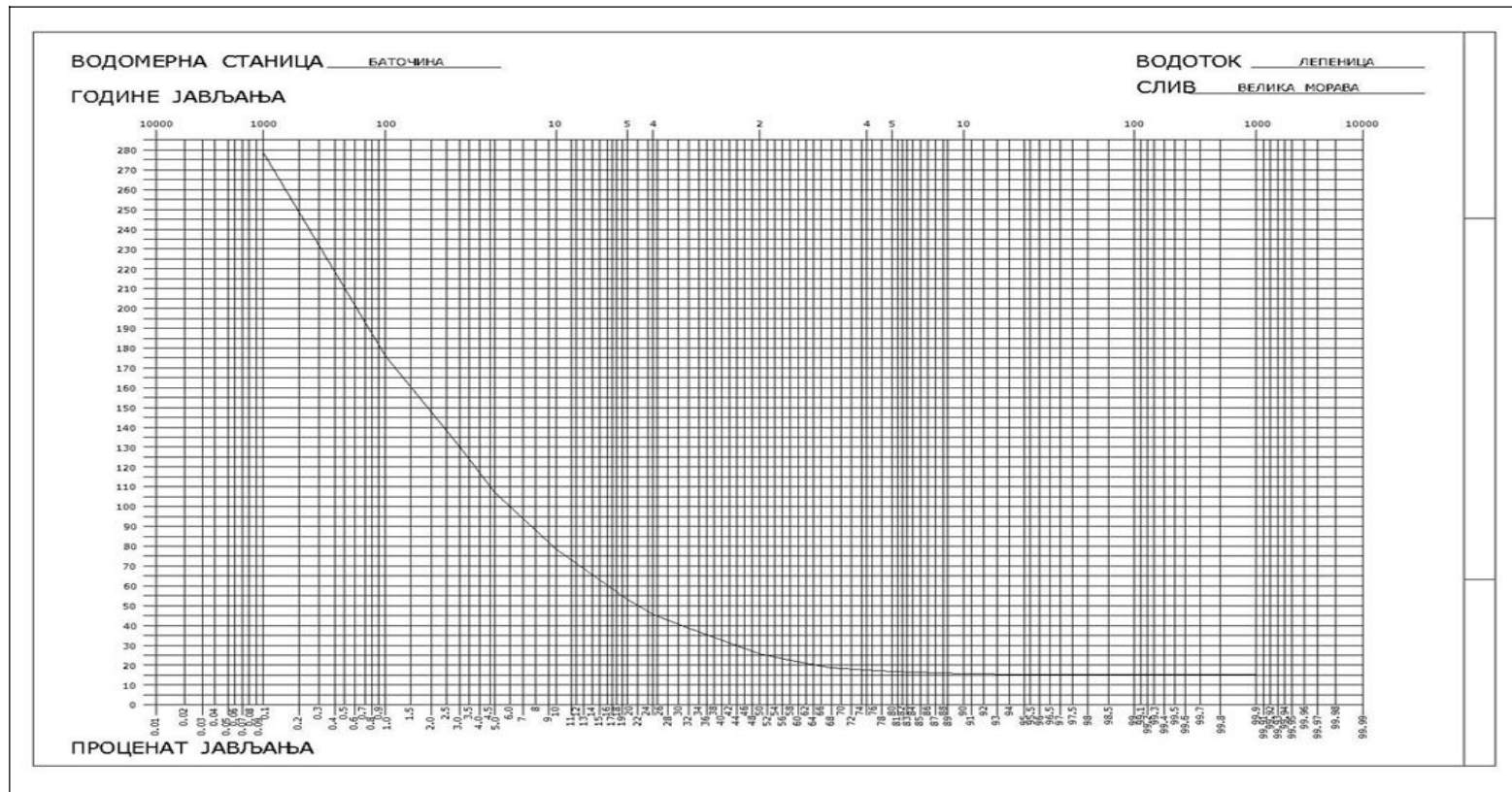
Вредности горњих параметара (коэффицијената варијације и асиметрије) за велике воде указују на знатно већу променљивост великих вода у односу на мале воде.

Важно је и напоменути да за $C_s=2,90$ у табели Рибикина није дата вредност за одступање ординате биномиалне асиметричне криве обезбеђености од средине (\emptyset), па није могуће израчунавање максималне велике воде која би одговарала вероватноћи од 0,01%.

Таб. 16 – Вероватни максимални протицаји Лепенице

Tab. 16 – Probable maximal discharges in Lepenica river

Вероват. (%)	Вероват. у год.	\emptyset	$\emptyset \cdot C_v$	$k_s = \emptyset \cdot C_v + 1$	NVQ^+
0,01	10000	-	-	-	-
0,1	1000	7	6,132	7,132	278,875
1	100	4,01	3,513	4,513	176,458
3	33,3	2,66	2,330	3,330	130,216
5	20	1,99	1,743	2,743	107,266
10	10	1,15	1,007	2,007	78,493
20	5	0,41	0,359	1,359	53,146
25	4	0,2	0,175	1,175	45,953
30	3,3	0,041	0,036	1,036	40,506
50	2	-0,39	-0,342	0,658	25,743
60	1,6	-0,51	-0,447	0,553	21,633
70	1,42	-0,6	-0,526	0,474	18,550
75	1,33	-0,63	-0,552	0,448	17,522
80	1,25	-0,65	-0,569	0,431	16,837
90	1,11	-0,681	-0,597	0,403	15,775
95	1,05	-0,689	-0,604	0,396	15,501
99	1,01	-0,69	-0,604	0,396	15,467
99,9	1	-0,69	-0,604	0,396	15,467



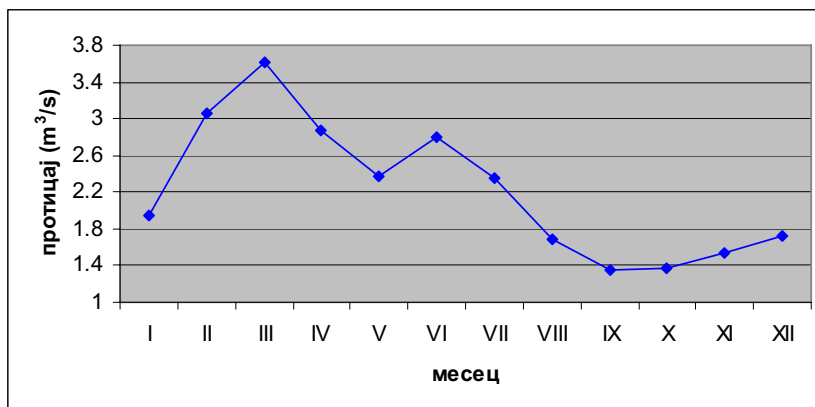
Сл. 27 – Крива вероватноће појављивања максималних протицаја
 Fig. 27 – Frequency curve of maximal discharges appearance

Средње воде

Просечни протицаји су статистички добијене средње вредности, које се најчешће користе у пракси приликом анализа и израда студија за потребе привреде, што у доброј мери утиче на евентуалне грешке које настају или могу настати. Међутим, ови подаци ће у студији 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 $2,22 \text{ m}^3/\text{s}$ и већи је од просечних малих вода за 2,1 пута, док је у односу на просечне велике воде мањи за 5 пута. Овакав однос великих вода према средњим резултат је краткотрајних поплавних таласа, после пљусковитих летњих киша.

Годишњи ход просечних протицаја, приказан на слици 28. је сличан годишњем ходу средњемесечних малих и великих вода. Наиме, и у овом случају максимални средњемесечни протицај је забележен у марту ($3,61 \text{ m}^3/\text{s}$), а минимални у септембру ($1,35 \text{ m}^3/\text{s}$). Њихов однос је 1:2,7. Коефицијент варијације годишњих протицаја износи 0,40, па се Лепеница убраја у реке са неповољним водним режимом.



Сл. 28 – Хидрограм средњемесечних протицаја Лепенице (1975-2006.)

Fig. 28 – Average monthly discharges hydrogram for Lepenica river (1975-2006.)

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). Од јуна вредности

просечног протицаја константно опадају до септембра, када достиже минималну вредност. Након тога просечни протицај се константно повећава до марта.

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 коју је дао С. Илешич 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.

Специфичан отицај и режим отицања падавина

Специфични отицај је веома погодан параметар за хидролошка проучавања река. На основу овог параметра могу се израчунати и висине отицаја у сливу, што је од значаја приликом анализе водног биланса слива. На основу података из табеле 17. констатује се да су вредности специфичног отицаја мале. Знатно повећање специфичног протицаја 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.

Таб. 17 Специфични отицај ($l/s/km^2$) Лепенице (1975-2006.)³
Tab. 17 – Specific runoff ($l/s/km^2$) in Lepenica river (1975-2006.)³

	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 _{sr}	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
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

³ sq_{min} – средњи минимални месечни специфични отицај, sq_{sr} – средњи месечни отицај, sq_{max} – средњи максимални месечни специфични отицај

³ sq_{min} – average minimal monthly specific runoff, sq_{sr} – average monthly specific runoff, sq_{max} – average maximal monthly specific runoff

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.

Општи закључак је да су мале вредности специфичног отицаја у сливу Лепенице узроковане климатским условима (велико испаравање), малом енергијом рељефа и антропогеним утицајем. Осим средњемесечних и средњегодишњих 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, што указује на велике осцилације у протицају овог тока. Вредности апсолутно минималних и максималних специфичних отицаја бележе још већа одступања од средњегодишњих вредности.

Таб. 18 – Апсолутно максимални и минимални специфични отицаји (l/s/km²) Лепенице (1975-2006.)

Tab. 18– Absolute maximal and minimal specific runoffs (l/s/km²) in Lepenica river(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}:	78,7	129,7	137,8	150,2	133,8	140,6	413,1	361,4	59,7	30,7	79,1	1930
q_{max}												

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

Средњегодишња висина падавина у сливу Лепенице за период 1961-90. г. износи 702,14 mm, са максимумом у јуну (89,9 mm) и минимумом у октобру (42,4 mm). Од укупне количине највише се падавина излучи током лета, 208,69 mm (29,7%), незнатно мање током пролећа, 189,42 mm (27%), у јесен 148,97 mm (21,2%), а током зиме 155,11

mm (22%). Од укупне висине падавина у сливу Лепенице отекне слој воде висине 130,78 mm, односно 18,6%⁴. Мала вредност коефицијента отицања падавина од само 0,19 указује да Лепеница има особине равничарске реке у доњем делу тока.

Таб. 19 – Средње месечне и годишње падавине (у mm), висине отицаја (у mm) и коефицијенти отицаја за Лепеницу (1961-1990.)

Tab. 19 – Average monthly and yearly precipitation (mm), runoff height (mm), and coefficients of runoff for Lepenica river(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 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

У последњих неколико деценија квалитетна вода (пре свега вода за пиће) третирана је као приоритетна стратегијска сировина. Због тога проблем изучавања водног биланса, односно водних резерви на одређеној територији постаје све актуелнији и осим научног има и велики практични значај. Компоненте водног биланса у овој студији одређене су коришћењем комплексног метода М. И. Љвовича (*Оцокољић, 1993.*).

Од хидролошких параметара постоје подаци за падавине на неколико кишомernih станица и подаци за протицај код Баточине. На основу ових елемената одређене су основне компоненте водног биланса за слив Лепенице, које су представљене у табели 32.

Укупна количина падавина која се излучи на слив Лепенице износи 702,14 mm и она је добро распоређена током године. Највише се излучи у летњем периоду 208,69 mm (29,8%), незнатно мање током пролећа, 189,42 mm (27%), у јесен 148,97 mm (21,2%), а током зиме само 155,11 mm (22%).

Од укупне количине падавина на слив Лепенице, у Велику Мораву отекне 18,6%, односно слој воде висине 130,78 mm. Отицање падавина је неравномерно распоређено током целе године, као и по годишњим

⁴ Податак се односи на период 1961-90. г. и коришћене су вредности висине отицаја са ВС Рогот (1961-74.) и ВС Баточина (1975-90.)

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. О узроцима оваквог отицања је било већ речи у поглављу о речном режиму.

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 испаравања 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. Ово указује на неповољан режим храђења реке подземном водом. Разлог за такав однос је велико испаравање у сливу.

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. Такође, потребно је предузети и различите хидротехничке мере у циљу изравњавања протицаја Лепенице и њених притока.

Таб. 20 – Компоненте водног биланса слива Лепенице⁵
 Tab.20 – Components of water balance in Lepenica river basin⁵

	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
C _y	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
C _z	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
K _i	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
K _e	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

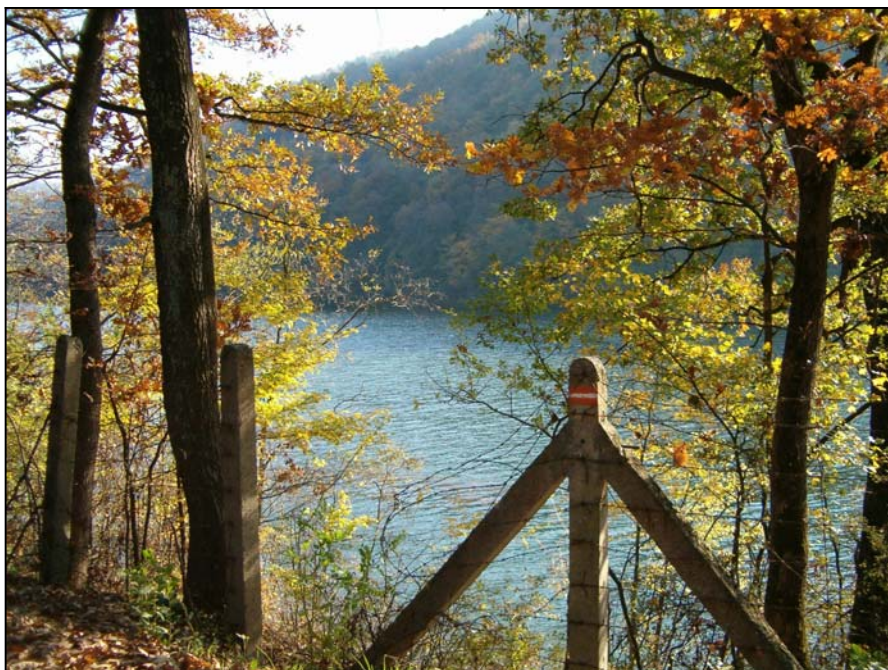
⁵ X - падавине; Y - укупан отицај; S - површински отицај; U - подземни отицај; Z - укупно испаравање; W - укупна количина
 влаге у земљишту; C_y - коефицијент отицаја; C_z - коефицијент испаравања; K_i - коефицијент инфилтрације и K_e - коефицијент
 храњења реке подземном водом

⁵ X - precipitation; Y – total runoff; S – surface runoff; U – underground runoff, Z – total evaporation; W – total humidity quantity in
 soil; C_y – coefficient of runoff; C_z - coefficient of evaporation K_i - coefficient of infiltration, and K_e - coefficient of river feeding by
 underground water

ВОДНЕ АКУМУЛАЦИЈЕ У СЛИВУ

У сливу Лепенице су изграђене три водне акумулације: **Грошничко језеро, језеро Шумарице и Бубањ језеро.**

Грошничко језеро подигнуто је на Грошници за потребе водоснабдевања Крагујевца. Представља најстарије вештачко језеро у Србији, изграђено у периоду 1931-37. г., а напуњено водом 1938. г.



Сл. 29 – Грошничко језеро
Pho. 29– Lake Grošničko jezero

Лучно-гравитациона брана на Грошничком језеру је висока 50 m, а дуга 138 m. Дужина језера је 1 750 m, а његова површина износи 2,2 km². Запремина језера је износила 2,17 km³, али је временом услед засипања смањена на 1,85 km³. Рејонска секција у Крагујевцу за заштиту од ерозија и уређење бујица, основана 1957. г., извршила је пошумљавање голети и подигла бројне преграде за задржавање наноса. Због смањења запремине Грошничког језера и губитка воде на преливу, 1962. г. брана је надвишена за 7,3 m, чиме је запремина језера повећана за 1,36 km³, односно на 3,21 km³ (Степановић, 1974.).

Дубина језера варира у зависности од водостаја и потрошње воде, и првобитно је код бране износила 26 m, док је од 1950. г. због дебљине наноса смањена на 19 m. Надвишењем бране подигнута је kota прелива за 6,38 m, а дебљина наноса испред бране повећана на 11 m, тако да максимална дубина језера испред бране износи 21,4 m (*Кнежевић и др., 1955.*).

Водостај језера се повећава од половине фебруара, када се отапа снег, до краја маја, када су највеће падавине, а затим опада до краја године, због повећане потрошње воде, мањих падавина и већег испаравања. Боја воде Грошничког језера је зелена. Међутим, за време плусковитих киша добија мрко-жуту боју, због дотицања воде са наносом. Услед тога настаје и замућивање целог језера. Температура воде у Грошничком језеру опада са дубином. За време ниских температура током зиме језеро се чак заледи. Један од таквих периода био је од децембра 1939. г. до почетка фебруара 1940. г., када је највећа дебљина леда износила 26 cm. Језеро је порибљено шараном и кленом. Ограђено је жицом и тешко приступачно, како би се заштитило од загађивања.

Језеро Шумарице налази се код Крагујевца, између Шумарица и Винограда, у сужењу Сушичког потока, леве притоке Лепенице. Подигнуто је у периоду 1964–67. г. са наменом за наводњавање. Међутим, због необезбеђених средстава за потребне уређаје не користи се у те сврхе.

Земљана брана је дуга 246 m, а висока 19,5 m. Дужина језера је 1 350 m, а просечна ширина 175 m. Површина језера износи 1,4 km², а запремина 0,95 km³ (*Степановић, 1969.*). Језеро се при ниским зимским температурама леди. Оно је такође порибљено. На језеру Шумарице је 1972. г. постављен цевовод за довод воде у олимпијски базен, чиме је решено снабдевање базена водом. На обалама језера изграђено је више угоститељских објеката и користи се у туристичко-рекреативне сврхе.

Језеро Бубањ налази се у Крагујевцу код сервиса Завода „Црвена застава“, поред пута Крагујевац – Баточина. Настало је у алувијалној равни Лепенице, у напуштеном удубљењу где се вршила експлоатација земље за фабрику цигле до 1955. г.

Језеро се налази на 168 m н.в. и има површину 0,36 km², а просечну дубину од 1,5 m. Највећа дужина је у правцу североисток – југозапад и износи 300 m, а највећа ширина је 215 m. У току лета температура воде се креће до 29 °C, а у току зиме се заледи.



Сл. 30 – Језеро Шумарице
Pho. 30 – Lake Šumarice

Језеро је било запуштено, па је у септембру 1971. г. исушено одводним каналом у Лепеницу. Дно је пошљунчено, обала поплочана, а затим је поново напуњено водом и порибљено. На простору око језера подигнут је спортско-рекреативан центар „Језеро”, отворени спортски терени и више угоститељских објеката. Опсервацијом терена током 2005. г. уочено је да је поново изражена еутрофизација језера, односно да се на великом делу обале језера развила барска вегетација.



Сл. 31 – Језеро Бубањ
Pho. 31 – Lake Bubaњ

ВОДОПРИВРЕДНИ ПРОБЛЕМИ У СЛИВУ

ЕРОЗИЈА И БУЈИЦЕ

У сливу Лепенице постоје повољни природни и антропогени услови за ерозију тла. Значајно је нагласити да је распадање стена интензивније на десним долинским странама десних притока Лепенице и на левим долинским странама левих притока. Узрок је што су то присојне стране, које су изложеније температурним колебањима и распадању стена. Такође, распадању су подложније шкриљаве и тамније стене (гнајс, микашист, црни шкриљави глинци, дијабаз).

Ерозивни процес је заступљен у већем делу слива Лепенице, посебно у клисурама у којима се предвиђа подизање акумулација за водоснабдевање и наводњавање. Ерозија је претежно антропогеног карактера и развила се као последица деградације шума, бујичног отицања речних токова и спирања танког педолошког покривача. Интензивнији процес ерозије заступљен је:

- у изворишту Лепенице у Голочелу;
- у Ђуриселу, где је угрожен пут Крагујевац – Краљево;
- на пашњацима и проређеним шумама у Дреновцу (у долинама Дреновачког потока и потока Гуштеран);
- у Драчи на левим долинским странама Манастирског и Шуковског потока;
- у Доњосабаначкој клисури на десној страни Ждраљице (због посечених шума) и у клисурама Медне и Рецовца;
- на падинама Стражаре у Доњој Сабанти између Крагујевачке и Горњолевачке котлине;
- у Баљковцу;
- на територији насеља Горње Комарица и Букуровац;
- у изворишту Ердечице у Ердечу;
- у Горњим Грбицама на левој долинској страни Угљешнице (на Миљојчиној главици);
- на Дрезди на десној долинској страни Угљешнице;
- у Доњим Грбицама у изворишту Клисурског и Пустог потока;
- у изворишном делу реке Угљешнице на подручју насеља Кутлово, Добрача и Горње Грбице;
- у Малом и Великом Шењу у долини Асановца и у долини Лимовца према Вучјаку;
- у Јабучју код Никиног гроба.

На основу катастра Рејонске секције у Крагујевцу за заштиту земљишта од ерозије и уређење бујица, издвојени су карактеристични бујични токови у сливу Лепенице у табели 21. (Степановић, 1974.).

Таб. 21 – Карактеристични бујични токови у сливу Лепенице
Tab 21 – Characteristic torrents in Lepenica river basin

Редни број	Назив водотока	F (km ²)	F захваћен ерозијом (km ²)	%
1	Змајевац	6,02	4,76	79,1
2	Ердечица	9,00	8,64	96,0
3	Сушички поток	12,30	9,29	75,5
4	Цветовевачки поток	27,20	2,22	81,7
5	Ботуњски поток	7,72	7,72	100,0
6	Јабучка река	16,50	15,25	92,4
7	Бреснички поток	14,60	14,60	100,0
8	Лимовац	34,48	19,75	52,3
9	Грбички поток	12,98	8,91	68,6
10	Асановац	10,54	6,71	63,7
11	Дивостински поток	11,40	5,76	50,5
12	Дреновачки поток	6,52	3,82	58,6
13	Попадинац	3,50	3,09	88,3
14	Губавички поток	9,00	8,42	93,6
15	Марков поток	1,30	1,22	93,8
16	Бабушинац поток	3,20	2,03	63,5
17	Грошница	69,20	64,29	92,9
18	Угљешница	153,80	86,13	56,0
19	Драчка река	35,74	21,37	59,8
20	Ждралџица	44,20	37,30	84,4
21	Реснички поток	23,10	17,05	73,8

У сливу Лепенице најизраженија је ерозија у сливу Грошнице, нарочито на територији насеља Ацине Ливаде и Трешњевак. Бујични потоци, Попадинац, Марков и Губавички поток, налазе се низводно од Грошничког језера. Од значаја су и бујични потоци који директно у Грошничко језеро уносе нанос од распадања стена и растреситог површинског тла: Ровински, Шефтелински, Липарски и Остри поток, и потоци који доносе нанос у главни ток Грошнице, узводно од језера: Лесмаровац, Петров, Савин, Мојсиловића, Кречански и др.

У засипању акумулационог басена првенствену улогу има лебдећи нанос. То је одмах констатовано на Грошници, упркос томе што је она бујичарског карактера и може да котрља крупно камење. На основу премера из 1950. г. констатовано је да је специфични сумарни пронос лебдећег наноса $980 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$, просечна запреминска тежина жутог

муља у језеру износи $0,5 \text{ t/m}^3$, а зеленог $0,64 \text{ t/m}^3$. Просечна запреминска тежина целокупног наноса је $0,95 \text{ t/m}^3$ (*Кнежевић, 1955.*).

Највећи део наноса доспео је у језеро за време катастрофалне провале облака у Трешњеваку 1943. г., када је срушена заштитна дрвена брана и услед наглог прелива воде однет део пута низводно од бране. Нова брана за задржавање наноса на улазу у Грошничко језеро подигнута је 1945. г. На основу анализа Института за водопривреду „Јарослав Черни” 1955. г., закључено је да је проблем засипања језера доста озбиљан, јер је од 1938. до 1950. г. изгубљено 14,8% запремине (Грошничко језеро је засуто са 320.287 m^3 наноса), односно да је просечно годишње засипање износило 1,16%. На основу ових података прогнозирано је да би акумулација после 30 година експлоатације могла да буде засута 50% (*Кнежевић, 1955.*).

Од 1950 – 74. г. дебљина наноса испред бране је повећана са 7 на 11 m, што доказује да је антиерозивним радовима смирена ерозија и смањено уношење наноса у Грошничко језеро. И резултати снимања запремине акумулације 1982. г. показују да се интензитет засипања знатно смањило. Томе је донекле допринело и подизање шумског појаса, ширине око 50 m око језера. Поменути шумски појас има и улогу да осенчава језеро и тиме смањује испаравање. Такође, у сливу Грошнице извршени су и технички антиерозивни радови. С обзиром на то да Грошничко језеро служи искључиво за водоснабдевање Крагујевца, потребно је узимати воду из већих дубина како би се спречило таложење наноса уз брану.

Генерално, слив Лепенице припада III класи ерозије. Ерозијом је захваћено 525 km^2 , односно 82,2% од укупне површине. Годишња продукција наноса у сливу је $535.410,4 \text{ m}^3$, а из слива се однесе $153.791,9 \text{ m}^3$ (28,7% од укупне продукције). Специфична продукција наноса у сливу Лепенице је $986,3 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$, специфично одношење наноса $278,1 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$ (*Лазаревић, 1983.*).

Степен ерозије I класе јавља се на теренима до 3° нагиба, и заступљен је у речним долинама нерегулисаних токова у сливу Лепенице. Степен ерозије I и II класе јавља се на брежуљкастим теренима са нагибом до 8° и углавном на смоници. Ерозија овог степена се карактерише површинским одношењем земљишта и јавља се у Широком Пољу у Драчи, у Малим Пчелицама и др. Ерозионе појаве II класе су заступљене и на извесним теренима у Корићанима, Дреновцу и др. Ерозија II и III класе јавља се у брдско-планинском пределу (у Великим Пчелицама, Прекопачи и Вињиштима). Ерозија има карактер разарања слабо везаних земљишта, али је још увек релативно плитка. Код III ерозионе класе појављује се видно одношење земљишног покривача тамо где је биљни покривач

уништен, на теренима са нагибом око 30°. Таквих појава има у Драгобраћи, Букоровцу и на Жежељу. За ерозију III и IV класе карактеристично је да се јављају појаве бујица. Земљиште је слабо везано, обично на флишним формацијама и кречњаку који су слабо отпорни према ерозији. Пример за то је подручје Грошничке водојаже, Велики Шењ, Грбице, Шљивовац. Појаву бујица условљавају крчења шума на стрмим нагибима од 20-25°, али и интензивна сеча шума. На таквим теренима нема задржавања ни упијања воде, већ сва вода гравитационо отиче. Ерозија IV класе се јавља на стрмим падинама нагиба од 30 до 90°. Земљиште је скелетоидно и не може да пређе у генетска. Таквих појава има на више места на Гледићким планинама.

Осим стварања ерозивних облика рељефа – јаруга и вододерина, ерозивни процеси узрокују и таложее еродираниг материјала на ушћима бујичних потока и стварање акумулативних микрооблика - плавина. Значајних плавина има у Доњосабаначкој клисури, која се може означити као клисура плавина, вододерина, јаруга, сипара и точила. Плавина има и у клисурама Драчке реке, Угљешнице, Грошнице, Медне, Клисурског и Пустог потока, Асановца, Змијаче и др.

Мере заштите од ерозије

Заштита од ерозија обухвата примену биолошких антиерозивних мера (пошумљавање, затрављивање, терасасто подизање воћњака, орање по изохипсама) и техничких антиерозивних радова (изградњу различитих објеката ради смањења падова, брзине воде и заустављања наноса).

Пошумљавање голети и проређених шумских површина има значајну улогу у заштити земљишта од ерозије. Тако је 1946. г. извршено пошумљавање 43 ха бујичног подручја са обе стране Грошничког језера, да би се спречило уношење наноса у водојажу. Извршено је пошумљавање боровим садницама на Стражари у Доњој Сабанти, засађено је 2000 садница дуж корита Лепенице, ради спречавања одроњавања обала, а пошумљено је и 4 ха у Горњим Комарицама.

Бетонске и зидане бране су, осим у сливу Грошнице, подигнуте и на другим бујичним потоцима у сливу: на Кречанском, Петровом, Лешће, Косице, Лесмаровцу, Савином, Мојсиловића потоку и др.

Посебан вид борбе са ерозивним процесом су и административне забране и ограничења права корисника земљишта у слободном избору коришћења земљишта. Према важећим законима о водама Републике Србије (Сл. гл. РС. Бр. 46/91, 48/91, 53/93, 54/94, 54/96) обавеза о проглашењу ерозионог подручја додељена је свакој од општина за

територију којом управља (*Стефановић и др, 2000.*). Скупштина општине Крагујевац је донела Одлуку о проглашењу ерозивног подручја и прописивању противерозивних мера 10. II 1983. г. Под ерозивним подручјем у смислу ове Одлуке подразумевају се катастарске парцеле чије је земљиште угрожено, односно нападнуто ерозијом I, II и III степена и бујичним токовима, односно скелетна земљишта VI, VII и VIII класе. Овакво земљиште се налази у сливу горњег и средњег тока Лепенице, и то првенствено у катастарским општинама: Ацине Ливаде, Трешњевак, Угљаревац, Пајазитово, Букоровац, Јабучје, Горња и Доња Комарица и Велики Шењ (*Арежсина, 1987.*).

Одлуком је обухваћено само 6% територије општине, док је око 80% општине нападнуто ерозијом. Најугроженији део је брдско подручје, јер је релативно густо насељено, а конфигурација терена не дозвољава неограничену употребу земљишта и неконтролисану сечу шума.

Поплаве из јула 1999. г. на територији слива, показале су да број објеката за уређење бујичних токова и заштиту од ерозије није био у стању да ублажи ефекте јаке пљусковите кише која је захватила велике површине. То је само један показатељ стратешке важности проглашења ерозивних подручја и увођења административних антиерозивних радова.

ПОПЛАВЕ

Услови за настанак поплава у сливу Лепенице су веома повољни: терен од претежно вододрживих стена, знатан нагиб корита, обилне падавине, нагло отапање снега, обешумљени и проређени шумски терени, нерегулисана речна корита (уска, плитка и често засута наносом, оштрих кривина), бујични карактер река. Један од бујичних поплавама најугроженијих градова у Србији је Крагујевац. Кроз њега протиче Лепеница којој узводно од града, на сектору дугом 12 km, притиче 15 бујичних токова. Због великих просечних падова речних корита (Грошница 34,1 %, Бреснички поток 15,6 %, Ждраљица 26,2 %, Сушички поток 18,8 %) и углавном нерегулисаних токова, њихове воде се брзо и концентрично стичу у Крагујевачкој котлини.

Изливање већег броја водотока јавља се за време провала облака, када су падавине веће од 25 mm. Због кратког времена излучивања падавина, претежно оголели терени нису у стању да задрже већу количину воде, па она брзо доспе до уских и плитких корита река и потока. Осетно надолажење бујичних токова изазива интензитет киша изнад 0,4 mm/минут, а катастрофалне надоласке интензитет бујичних киша изнад 0,7 mm/минут (*Гавриловић, 1980.*).

Поплаве при отапању снега у овом сливу се ређе јављају, јер се отапање врши повремено и постепено, прво у нижим, а затим у вишим деловима слива. Изливање већих размера приликом отапања снега може се појавити само у сливу Угљешнице и Лепенице, на нерегулисаном делу тока између Ресника и Бадњевца.

Једна од првих већих поплава забележена је **1820. г.** када је Лепеница поплавила Баточину, а једна од највећих, не само у Крагујевцу, већ на ширем подручју уже Србије, догодила се **1864. г.** Позната је под називом „Тројички поводањ“ и настала је због непрекидних седмодневних падавина. Лепеница је поплавила Крагујевац и околину и вода је дошла до Крста. У пролеће **1897. г.** излиле су се све реке у сливу. За време те поплаве Лепеница је код Рогота усекла ново корито и скренула ток у правцу истока, чиме је скратила свој ток и изгубила најдужу притоку Рачу са површином слива од 287 km^2 . Рача је од Марковца наследила старо корито Лепенице и постала притока Велике Мораве.

Највећа катастрофална поплава у Крагујевцу догодила се **6. IV 1910. г.** Излиле су се и Лепеница и њене притоке. Поплава је почела током ноћи и трајала је 48 сати. На десној страни Лепенице био је поплављен Артиљеријски технички завод и нижи део насеља Пивара, а на левој центар града од Малог парка у правцу гробља. Ширина поплављеног дела износила је 900 m, а низводно од Крагујевца била је поплављена цела алувијална равна у ширини преко 1 km. Висина воде у појединим деловима града је била преко 2 m изнад корита Лепенице, које је дубоко око 3 m. Максимум је забележен код гвозденог моста, где је висина воде била око 6 m изнад нивоа корита. Према проценама, протицај Лепенице је тада износио $920 \text{ m}^3/\text{s}$. Осим гвозденог моста, остали мостови на Лепеници у Крагујевцу су били порушени (*Степановић, 1974.*).

У јесен **1914. г.** излила се на читавом току Угљешница и поплавила целу алувијалну равна. Ширина изливане воде износила је 1 km, а нарочито је био поплављен део од Петровца до Јовановца. Према процени Ж. Степановића, Угљешница је тада имала највећи забележени протицај, који је износио $450 \text{ m}^3/\text{s}$. У поплави **1926. г.**, када је ниво воде износио и до 4 m изнад корита Лепенице, однет је део железничке пруге Лапово – Крагујевац – Краљево и део пута Крагујевац – Јагодина у Ждраљици. По процени Ж. Степановића, Ждраљица је тада имала највећи протицај, који је износио $220 \text{ m}^3/\text{s}$.

Услед наглог отапања снега **1956. г.** ниво воде у Лепеници код Рогота је достигао 230 cm и том приликом је Лепеница поплавила целу алувијалну равна, низводно од Крагујевца до ушћа у Велику Мораву. Најугроженија места од поплаве била су Баточина и Лапово.

Током **1970. г.** Лепеница се излила чак 15 пута на нерегулисаном делу између Крагујевачке и Бадњевачке котлине. Те године је више пута забележено и изливање Ждраљице, Угљешнице, Бресничког, Дивостинског, Цветојевачког и Ресничког потока. Године **1971.** неколико пута се излила Угљешница, а највеће изливање ове реке забележено је током јула, када је поплавила алувијалну раван ширине око 1 km, од Петровца до Јовановца. Приликом ове поплаве водостај је износио 520 cm, а протицај око 380 m³/s (*Степановић, 1974.*). После три узастопне провале облака у августу **1975. г.** је излучено 255 mm падавина, надошли су бујични потоци и протицај је у Крагујевцу достигао 340 m³/s или 340 пута већу вредност од просечне. У 13 насеља поплавлено је 3.750 ha, а у самом Крагујевцу око 1.000 ha површине и 25 радних организација (*Степановић, 1977.*).

Обилне кише које су захватиле територију Шумадије током јула **1999. г.** (9. и 10. VII и 14. и 29. VII) изазвале су поплаве већих размера на територији општине Крагујевац и то на подручју 30 месних заједница у граду и у 48 села (*Група аутора, 1999.*). У периоду који је претходио поплавама Србија је била изложена бомбардовању, па су порушени мостови и оштећени насипи, што је могло да утиче на ток воде у главном кориту и да доведе до пробијања заштитних насипа и поплава. Ти догађаји могу да утичу и на тачност осматрања нивоа воде и рада постављених инструмената, као и на тачност резултата осматрених поплавних таласа и добијених максималних протицаја.

Хидролошке анализе које су извршене након поплава у јулу 1999. г. показале су да такве поплаве нису нешто што није могуће да се догоди или су се већ догађале. Али, метеоролошки стручњаци су оставили отворену могућност да су ови природни процеси у атмосфери били појачани великим количинама издувних гасова млазних и ракетних мотора, као и емисијом гасова од сагоревања петрохемијских и хемијских индустријских погона и складишта. Током бомбардовања у периоду март – јун 1999. г. више пута су се појавили олујни облаци који су имали необичну електричну активност у односу на уобичајену. У периоду 7 – 12. VII 1999. г. метеоролошка ситуација изнад Европе је показивала концентрисану облачну масу која дуго стоји изнад Поморавља. Под утицајем овог циклona из правца северозапад – југоисток забележене су два пута у току 7 дана, односно три пута у 20 дана обилне падавине у централној и западној Србији, које су за последицу имале неколико разорних поплава на мањим бујичним токовима. Забележене месечне количине падавина у јулу 1999. г. на метеоролошкој станици Крагујевац биле су 5 пута веће од просечних.

Таб. 22 – Падавине у јулу 1999 г. на појединим станицама у сливу Лепенице
(Ковачевић и др., 2000.)

Tab. 22 – Precipitation in July 1999. on some stations in Lepenica river basin
(Kovačević and etc, 2000.)

Станице	Ацине Ливаде	Грошница	Крагујевац
Над. висине	580 m	280 m	190 m
Датум	падавине (mm)	падавине (mm)	падавине (mm)
8. VII 1999.	11,8	15,0	9,0
9. VII 1999.	15,5	25,8	18,0
10. VII 1999.	65,8	86,0	87,6
11. VII 1999.	39,5	40,0	31,0
12. VII 1999.	–	–	–
13. VII 1999.	3,2	4,0	3,0
14. VII 1999.	–	–	–
15. VII 1999.	38,1	32,7	20,4

Највећа количина падавина, 80% од регистрованих, излучена је у трајању 4 – 5 сати. Интензитети падавина су се кретали 0,4 – 0,66 mm у минути. Формирани су сложени поплазни таласи са кулминацијом водостаја у току 10. и 14. VII. Јулске поплаве су захватиле све леве и поједине десне притоке Велике Мораве. Велике воде су се јавиле на појединим рекама 2 – 3 пута у временском интервалу 10 – 20 дана (Ковачевић и др., 2000.).

Последња регистрована поплава у сливу Лепенице догодила се 9. VII 2005. г. Поједини делови града били су поплављени услед велике количине излучених падавина и немогућности да постојећа канализација (делимично и због запушења) прими огромну количину воде. Најкритичнија ситуација је била у Грошници. У Доњој Сабанти је оштећен мост, а у Маслошеву је однет део пута. Такође, оштећен је и пут у Ердечу и Баљковцу, а у Трмбасу је активирано клизиште (Група аутора, 2005.).

Прогноза поплава

Један од најефикаснијих начина одбране од поплава је предвиђање појаве великих вода. У те сврхе користе се методе које се могу сврстати у три групе: *статистичке* (заснива се на статистичкој обради података и рачуну вероватноће), *емпијске* (посматра велике воде као функцију површине слива) и *плувиометријске* (базирана је на одређивању максималних могућих падавина).

За израду честине максималних вода примењена је Пирсонова функција III типа (прилози 4, 6, 10, 13.). Приказана вероватноћа појава

односи се на садашње стање токова, не узимајући било какве промене у сливу (регулацију река, изградњу насипа и акумулација и уређење бујица).

Релативна величина поводња за слив Лепенице износи 36,78 и ова река, уз Ереник и Чемерницу представља једине токове у Србији који имају индекс изнад 20 (за највећи број река је 5 – 10) (Оцокољић, 1992.).

Таб. 23 – Индекс релативне величине поводња за Лепеницу⁷ (Гавриловић, 1981.)

Tab. 23 – High water relative values index for Lepenica river⁶ (Gavrilović, 1981.)

Река	Станица	F (km ²)	Qmax (m ³ /s)	A	A _{sr}
Лепеница	Крагујевац	197	920	65,57	
	Баточина	584	193	7,98	36,78

У Крагујевцу је 1910. г. протицај Лепенице процењен на 920 m³/s , тако да је индекс релативне величине поводња од 65,57 највећи познат у Србији у XX веку. Разлог томе је центрипентални распоред водотока који се стичу у средишту Крагујевачке котлине. Низводно се индекс смањује па је његова просечна вредност знатно мања. На основу индекса релативне величине поводња закључује се да се најтеже могу предвидети и проценити поплаве код река бујичног карактера, као што је Лепеница.

Заштита од поплава – регулација Лепенице и њених притока

Регулација речног корита Лепенице започета је 1914. г. поред Артиљеријско-техничког завода у Крагујевцу. Прве радове обављали су аустроугарски заробљеници. Тада је регулисано речно корито на дужини од 1 km, јер је окупација Крагујевца у I светском рату прекинула започете радове. После поплаве Крагујевца 1926. г. поново је настављено са регулацијом Лепенице кроз Крагујевац и започета је изградња бетонског кеја до бетонског моста, који је завршен 1930. г. Тек после поплаве 1932. г. наставило се са даљом регулацијом Лепенице, проширено је корито на дужини од 840 m, од Фабрике коже до кланице, чиме је обезбеђен и доњи део града од поплава. Следеће године извођени су радови и на подизању бетонског кеја и проширењу корита Лепенице низводно од горњег бетонског моста на дужини од 171 m. Током 1934. г. извођени су радови на регулацији Лепенице низводно од Крагујевца. Године 1960. завршена је регулација корита Лепенице кроз град.

⁷ A – индекс релативне величине поводња, A_{sr} – средња вредност индекса релативне величине поводња

⁷ A – high water relative values index, A_{sr} – average high water relative values index

Регулација корита Лепенице низводно од Крагујевца започета је за време II светског рата, и то од доњег моста у Крагујевцу до железничког моста у Јовановцу на дужини од 6,5 km. У Јовановцу је прокопано ново корито дужине 1,3 km, чиме је заштићено 700 ha плодног земљишта.

Даљи радови су настављени, тек после 2 веће поплаве (1954. г. и 1956. г), на делу од ушћа Јабучке реке у Лепеницу до пута за Цветојевац код Ботуња, а затим и у правцу Ботуња на дужини од 1,5 km и од Ботуња до Никшића на дужини од 4,3 km. Године 1958. извршена је регулација корита Лепенице на дужини од 3,3 km, од Никшића и Ресника до близу Бадњевца. Даља регулација на овом сектору није настављена, већ је започета узводно од Баточине, како би се овај град заштитио од честих поплава. Тиме је корито Лепенице регулисано на дужини од 33 km.

Регулација притока Лепенице. Све притоке Лепенице су бујичне и при већим водостајима се изливају, те је било потребно извршити и регулацију њихових речних корита на појединим секторима

Драчка река има плитко и запуштено корито, па је потребно извршити регулацију низводно од ушћа Дреновачког потока, а узводно делимично чишћење и проширивање речног корита.

Дивостински поток треба регулисати узводно од ушћа у Лепеницу на дужини од 500 m. *Ердоглијски поток* и *Мали Ердоглијски поток* су подземним колекторима спроведени у Лепеницу. *Сушички поток* регулисан је низводно од моста на путу Крагујевац – Јовановац до ушћа у Лепеницу. Такође, 1933. г. извршено је и делимично исправљање корита због изградње пута Крагујевац – Јовановац. На Сушичком потоку је подигнуто вештачко језеро Шумарице, због чега су мање могућности за појаву поплава.

Угљешница има делимично плитко корито обрасло жбуњем, због чега је смањена пропусна моћ и чешће је изливање. Потребно је извршити регулацију њеног корита до ушћа Лимовца, а у средњем делу треба да се пошуме голети и подигну бране за задржавање наноса бујичних потока: Асановца, Китичког, Клисурастог, Пустог и др.

Грошничка река од изградње водојаже, која задржава велике воде из горњег дела слива, повремено се излива у Грошници од набујалих потока: Губачког, Попадинца, Ердечице и Марковог потока. При ушћу у Лепеницу прокопано је ново корито 1971. г. на дужини од 0,5 km. Потребно је подићи насипе у Грошници где су местимично ниске обале.

На *Ждраљици* је извршена регулација корита при ушћу у Лепеницу, а делимично је урађено бетонско корито у Доњосабаначкој клисури. Заштитни насипи треба да се подигну у Баљковцу и низводно од бетонског моста у Белошевцу.

Бреснички поток је регулисан низводно од моста на прузи Крагујевац – Лапово. Регулација је извршена и код моста у Бресници. На *Јабучкој реци* исправљено је корито у доњем току, од моста на путу Крагујевац – Баточина. Подигнут је и насип за наводњавање и одводњавање између Кормана и Цветојевца на дужини 2,5 km. *Ботуњски поток* се често изливао у алувијалној равни Лепенице, због чега је прочишћено корито од моста на путу Крагујевац - Баточина до ушћа у Лепеницу. Остали потоци, који представљају непосредне притоке Лепенице треба само при ушћу да се уведу у корито Лепенице, чиме би се спречило изливање у алувијалну раван и угрожавање пута и пруге Лапово – Крагујевац – Краљево.

Систем одбрамбених насипа реке Лепенице изграђен је за велику воду вероватноће 3 – 4 %. Након више поплава у Крагујевцу систем је надограђиван и постигнута је заштита за велику воду 0,1 – 0,2 %, а дужина насипа дуж Лепенице износи 25 km (*Дедић, 2000.*). Ови насипи су омогућили да се вода са простора Крагујевца и узводно брзо евакуише у низводно подручје, које је изложено поплавама, јер изграђени систем за низводно подручје не задовољава ни по степену заштите ни по изграђености и опремљености одбрамбених насипа.

Одбрану треба допунити изградњом акумулација, које би задржале поплавни талас, уз могућност да се ове воде користе и за друге потребе. Такође, потребно је и пошумљавати голети, али и поставити водомере на неким притокама Лепенице (на Угљешници код моста у Петровцу, Драчкој реци код моста на путу Крагујевац – Краљево, на Ждралици код бетонског моста у Белошевцу, на Јабучкој реци код моста у Корману).

ЗАГАЂЕЊЕ ВОДЕ

Квалитет воде

Праћење стања квалитета површинских вода у Републици Србији, које се обавља према уредби и програму Систематског испитивања квалитета воде (Сл. гл. РС бр. 8/2000), обухвата и реку Лепеницу на локалитету Рогот. Вода Лепенице на поменутом локалитету је током 2001. г. припадала IV класи по квалитету. У свим испитиваним узорцима био је уочен мирис на фекалије, а по проценту засићења воде са O_2 била је између III и IV класе. Током 2002. и 2003. г. Лепеница је на основу мерења квалитета воде код Рогота била ванкласни ток. Уочена је промена органолептичких особина, па је мирис одговарао ВК стању, а боја воде III класи. По проценту засићења воде са O_2 била је у IV класи, или ВК стању.

По вредностима БПК₅ ток је одговарао IV класи, а по количини суспендованих материја у ВК стању. Вредности амонијачног, нитратног и нитритног азота повремено су одговарале III/IV класи и ВК стању. Од опасних материја регистроване су веће количине Fe, Mn и танина. Стварна класа квалитета Лепенице није одређена 2004. године, с обзиром на то да су редуковане анализе, а током 2005. и 2006. г. припадала је IV класи. Током узорковања воде последњих година уочена је промена органолептичких особина, па мирис воде и видљиве опасне материје одговарају ВК стању, док боја воде припада III класи. Вредност раствореног O₂ и проценат засићења воде са O₂ одговарао је III класи, БПК₅ III класи и IV класи, а суспендованих материја III класи и ВК стању. Вредности амонијачног, нитратног и нитритног азота су III/IV класи и ВК стању. Од опасних материја биле су повишене концентрације Mn.

Водотоци у сливу Лепенице су повремено били предмет физикохемијске, биолошке или микробиолошке контроле квалитета, али не постоји програм континуиране контроле ових река на основу којих би се предузеле мере заштите или мере за санацију загађења. Већи број мањих водотока и потока нису никада биле предмет истраживања, али њихов квалитет може имати велики утицај на стање животне средине у околини. На основу анализа, обухваћених студијама *Стање, проблеми, могућности и мере заштите и унапређења животне средине на подручју региона Шумадије и Поморавља (ПМФ, 1986.)* и *Заштита животне средине и развоја еколошких система града Крагујевца до 2010. године (ПМФ, 1993.)* утврђено је да су водотоци Крагујевца и околине изложени еутрофизацији са слабом способношћу аутопурификације и тенденцијом погоршања квалитета. Еутрофизације су антропогеног порекла и могу брзо довести до њиховог претварања у колекторе отпадних вода. У периоду 1986–1993. г. 7,4% испитиваних вода припадало је II класи бонитета, 78,2% III, а 14,4% IV класи бонитета. Флористичко-еколошке анализе алги биле су у потпуности сагласне са микробиолошким показатељима квалитета. Водотоци су олиготрофни до изразито α -мезосапробни. Преовлађују воде које се налазе на β -мезосапробном степену сапробности са тенденцијом погоршања квалитета.

Квалитет воде у акумулацијама у сливу Лепенице је такође повремено био предмет истраживања. *Грошничко језеро – У периоду 1996–1998. г. за потребе докторских и магистарских студија на ПМФ-у у Крагујевцу у оквиру пројекта Министарства за науку и технологију Републике Србије* рађена су комплексна истраживања. На основу сапробиолошке анализе квалитет воде је у границама I и II класе и чини је погодном за водоснабдевање. На основу присуства колиформних

бактерија Грошничко језеро припада категорији слабо загађених вода. Олиготрофне бактерије су доминантне, изузев у пролеће када доминирају хетеротрофи. Примена различитих система за класификацију вода и анализа степена трофичности (укупан фосфор, хлорофил, провидност и др.) показала је да ова акумулација спада у мезотрофне воде са повременим нагињањем ка еутрофном степену, али да је систем стабилан и после више од 60 година од изградње.

Језеро Шумарице – Упркос значају које језеро у Шумарицама има, изостала су комплексна биолошка истраживања на основу којих би се утврдило стање овог екосистема и креирао мониторинг. Изузетак су једнократна истраживања спроведена 1993. г. у оквиру Студије *Заштита животне средине и развоја еколошких система града Крагујевца до 2010.* Тада је утврђено да вода језера припада II класи бонитета и да се језеро на основу микробиолошких показатеља може користити за рекреативне и спортске активности. Повремено је евидентирано присуство *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* и других колиформи, што је језеро чинило непогодним за купање. Антропогено присуство, које се повећава из године у годину, доприноси повећаној еутрофизацији (Зорић, 2004.).

Језеро Бубањ – Еколошком анализом језерске биоценозе, вршеном 1992–94. г., запажен је низ деградационих процеса у језеру. Бројно развијена макровегетација указује на процесе дистрофије у језеру. С обзиром на наведене околности предложен је еколошки приступ санације, ревитализације, заштите и унапређења овог језера. Предлог мера се заснивао на чишћењу муља и продубљивању језера, као и одстрањивању макровегетације са већег дела његове површине. У предлогу је сугерисано и формирање заштитног појаса око језера, формирање стручне и техничке службе и др.

Загађење воде

Највећи степен загађености воде у Лепеници је у току лета и почетком јесени, када је најмањи протицај. Према мерењима 1964. г. Лепеница је била четврта река у Србији по загађености воде (Степановић, 1977.). Зато је у горњем делу слива, односно у сливовима Грошнице, Ждраљице и Драчке реке, неопходна изградња акумулација за оплемењивање Лепенице, која све више подсећа на канал отпадних вода, јер је низводно од Крагујевца река IV класе са потпуно неупотребљивом водом. Највише је загађују отпадне воде индустријских објеката, посебно „Црвене Заставе“ (табела 24.).



Сл. 32 – Загађење у реци Ждраљници
Pho. 32 – Water pollution in river Ždraljica

Од притока Лепенице највећа су загађења регистрована у Ждраљници од Доњосабаначке клисуре, која је загађена отпадним водама војне индустрије у Медни. Од осталих притока, посебно су загађени Бреснички, Сушички, Дивостински и Ердоглијски поток.



Сл. 33 – Загађење у реци Лепеници код Милатовца
Pho. 33 – Water pollution in river Lepenica near village Milatovac

Обиласком терена током 2004–2005. г. уочила сам велику немарност локалног становништва према водотоцима. Наиме, у већини токова у сливу Лепенице могу се уочити велике количине физичког отпада (делова аутомобила, пластичне и стаклене амбалаже). На појединим местима и само речно корито Лепенице је претворено у депонију. Такав случај је поред пута Баточина – Крагујевац у близини Цветојевца. Слично стање регистровано је и у Ждраљици (у селу Ждраљица), Ердечици, Угљешници и др. Према тврдњама локалних мештана из села Ждраљица добила сам информације да је оволика количина отпада, као што је приказано на сл. 29 последица неадекватног односа пре свега људи који су се последњих година доселили у овај крај са других простора и изградили куће у близини овог водотока. Очигледно да њихова свест о припадности овом крају још увек није довољно развијена

Посебан проблем у вези са загађењем воде је депонија комуналног отпада града Крагујевца, лоцирана на територији села Јовановац, око 4 km од центра града. Површина укупног простора износи око 14 ha, од чега се данас експлоатише око 10 ha. Процес санације ове депоније требало је да почне током 2005. г, а било је предвиђено и да инвеститор финансира мониторинг утицаја на животну средину. Међутим, комисија која је учествовала у изради ЛЕАП-а (Локалног еколошког акционог плана) је изнела мишљење да то још увек није урађено (*Група аутора, 2004 а.*). Мониторинг је требало да се односи првенствено на:

- мерење и анализирање узорака подземних вода;
- испитивање стања подземних вода;
- испитивање квалитета воде реке Угљешнице, на сектору код села Јовановац, где је лоцирана депонија за Крагујевац;
- контрола квалитета земљишта из непосредног окружења депоније

Пречишћавање отпадних вода

На територији Крагујевца постоје индустрије и предузећа које у свом технолошком процесу користе опасне материје (пре свега због застарелих технологија), које се не лагерију на адекватан начин, па постоји могућност за инциденте. Само фабрика „Застава Аутомобили“ на свом платоу у кругу има лагеровано преко 500 t опасног отпада из процеса лакирања (*Група аутора, 2004 а.*) Забрињавајуће је и да на територији града постоји велики број трансформатора и кондензаторских батерија које су пуњене токсичним уљем пираленом.

Постројење за пречишћавање отпадних вода Крагујевца лоцирано је изван градске зоне у атару села Цветојевац. Изграђено је у периоду

1989/90. г. по пројекту „Енергопројекта“ из Београда. На постројење за пречишћавање канализационих вода „Цветојевац“ доводе се комуналне и индустријске воде града Крагујевца. За индустријске воде предвиђени су предтретмани за испуштање у систем градске канализације. Након пречишћавања отпадних вода реципијент за ефлуент је река Лепеница. Пројектована и постављена технологија пречишћавања отпадних вода састоји се од следећих операција:

- примарне обраде (механичке обраде);
- секундарне обраде (аеробне биолошке обраде);
- евакуације третиране отпадне воде;
- третмана и евакуације муља (анаеробне обраде);
- третмана и коришћења биогаза.

На основу добијених резултата испитивања карактеристика отпадних вода, која врши Институт за заштиту здравља из Крагујевца, закључено је да:

- отпадне воде већине испитиваних узорака не показују знаке значајнијег оптерећења, осим у погледу садржаја амонијака, масти и уља и смањену концентрацију кисеоника;

- предтретмани индустријских отпадних вода у Крагујевцу не функционишу, што доводи до повећаног садржаја земноалкалних метала, сулфата, детерџената, цинка и сл, који нису карактеристични за комуналне отпадне воде;

- недостаје терцијарна обрада отпадних вода, што се манифестује повећаним садржајем амонијака у ефлуенту.

Комплетна постројења за пречишћавање отпадних вода су изграђена у: ДП „Партизан“, ДП „Млекара“, „Младост“, ДЕС „Шумадија“, ДП „Црвена Звезда“, ДП „Филип Кљајић“ и ДП „Аутосаобраћај“. Као највећи извор загађивања водотока у сливу Лепенице регистрована је група „Застава возила“. Због тога су на локацији групе у протеклом периоду изграђена постројења за предтретман отпадних вода из технолошких процеса. Према снимљеном стању из 1997. и 1998. г., степен изграђености и функционисања предтретмана је био различит. Укупно је пројектном документацијом било предвиђено 14 предтретмана и то: 4 предтретмана на локацији „Застава Аутомобили“, 1 предтретман на локацији „Застава Ковачница“, 2 предтретмана на локацији „Застава Алатница“, 2 предтретмана на локацији „Застава Наменски производи“, 2 предтретмана на локацији „Застава Камиони“, 1 предтретман на локацији „Лакирница“, 1 предтретман на локацији „Пролетер“, 1 предтретман на локацији „Застава 21. октобар“, 1 предтретман на локацији „Застава енергетика“, 1 предтретман на локацији „Застава Промет и сервис“.

Потпуна изграђеност и функционалност ових предтретмана требало је да обезбеди да се отпадне воде из технолошких процеса групе „Застава“ хемијски пречисте, тако да се несметано могу укључити у постројење за пречишћавање отпадних вода. За ову намену уложена велика финансијска средства, али завршетак радова није спроведен до краја, а бомбардовање објеката 1999. г. изазвало је оштећења на овим постројењима. Зато је неопходно извршити снимање стања свих предтретмана и испитивања квалитета отпадних вода из свих технолошких процеса и на основу тога дефинисати радове које треба спровести. (*Група аутора, 2004 б.*)

Заштита вода

Имајући у виду стање водних ресурса на територији Крагујевца неопходно је спровести следеће активности (*Група аутора, 2004 б.*):

- израду и примену мониторинга као основе за заштиту и побољшање квалитета (на бази мониторинга израдила би се детаљна хидробиолошка карта квалитета природних вода);
- предузимање мера да се постојећи извори загађења уклоне или сведу на могући минимум како би се побољшао квалитет воде;
- предузимање мера за спречавање даљих загађивања водених екосистема;
- израду катастра загађивача природних водотока;
- утврђивање стања постројења за пречишћавање отпадних вода и снимак стања свих предтретмана;
- дефинисање мера за оптимизацију третмана отпадних вода пре њиховог укључивања у природне екосистеме;

За реализацију предложених активности потребно је доношење одговарајућих локалних прописа и формирање стручног тима. Зато је 2003. г. формирана комисија за израду Локалног еколошког акционог плана (ЛЕАП) Крагујевца. Комисија је 2004. г. завршила Радну верзију ЛЕАП-а, која је упућена грађанима на јавну расправу, а затим је одржана тематска расправа ради упознавања са пристиглим предлозима и примедбама. На основу мишљења стручњака комисије и анкетираних јавности, међу *проблемима високог приоритета* у животnoj средини Крагујевца је и квалитет воде за пиће, а у *дугорочне проблеме* су између осталих сврстани и загађивање водотока и језера у Шумарицама и на Бубњу. На основу коначне листе приоритета, дефинисан је списак препоручених акција и стратегија за сваки проблем из области животне средине. Нажалост, Локални еколошки акциони план још увек није усвојила Скупштина општине Крагујевац.

**ПРЕДЛОЗИ ЛОКАЛНОГ ЕКОЛОШКОГ АКЦИОНОГ ПЛАНА
ЗА ХИДРОЛОШКЕ ОБЈЕКТЕ**

Активности	Начин спровођења	Време реализације
Побољшање стања, еколошка заштита и одржива експлоатација акумулације Грошница	Успостављање и стална контрола санитарних зона заштите Биомониторинг квалитета воде Строга контрола активности око акумулације: спречавање сече шума, израда техничке документације за чишћење муља и његово уклањање	континуирана активност континуирана активност 2005. г.
Побољшање и рационализација технолошког процеса прераде воде на Моравском систему	Систематско регенерисање изворишта Детаљно и систематско регенерисање подземне каптаже Постепено увођење цевастих бунара	2005. г. 2005. г. 2005. г.
Хидротранспортна оптимизација дистрибутивног система	Израда студије којом ће се предложити мере за реорганизацију постојеће дистрибутивне мреже и рационалну расподелу воде	2005-2006. г.
Заштита и побољшање квалитета воде на језеру у Шумарицама	Изградња таложника за спречавање наноса од бујичних удара на ушћу Увођење чуварске службе	2005. г. 2005-2006. г.
Санација језера Бубањ	Израда пројектне документације за санацију језера (чишћење муља, уклањања водене вегетације и даље порибљавања)	2005. г.
Изградња вишенаменске акумулације Дрезга	Израда техноекономске студије оправданости водозавхвата	2005-2006. г.
Побољшање квалитета површинских вода и заштита водотокова од загађења	Израда катастра загађивача Успостављање сталног биомониторинга квалитета вода	2005. г. континуирана активност

Таб. 24 – Катастар загађивача у сливу Лепенице (Група аутора, 2004. б)
 Tab. 24 – Polluter cadastre in Lepenica river basin (Group of authors, 2004. b)

Организације	Локација	Производни програм	Опасне материје	Опасан отпад
Д.Д. “Застава Аутомобили”	Град	Производња аутомобила	Хемијска средства за процес лакирања, галванску заштиту и калоницу, запаљиве течности, соли и средства за подмазивање и хлађење	Отпадни разређивачи и бензини, талози соли из галванске заштите, концентрати уља са ултрафилтрирања отпадних вода
Д.Д. „Наменска Производња”	Град	Производња личног наоружања, ловачког оружја и др.	Боје, лакови и разређивачи из процеса лакирања, цијанидне соли из процеса галванске заштите и муљеве из отпадних вода	Цијанидне соли, винилне смоле, нитроцелулоза
Д.Д. „Привредна возила”	Град	Израда лаких теретних возила и резервних делова	Хемијска средства за процес лакирања и галванску заштиту, запаљиве течности, соли и средства за подмазивање и хлађење	Отпадне боје водених завеса кабина и инсталација, отпадна уља, отпадни разређивач и бензин
Д.Д. „Застава Енергетика”	Град	Електро привредна и комунална	Јаке киселине и базе у процесу омекшавања воде, смоле за јонске измењиваче	Пираленско уље, пираленски отпад, пепео
Д.Д. „21 Октобар”	Индус. зона	Израда хладњака и грејача, светлосне опреме и сигнализације, волана и других делова од пластике	Сировине за полиуретане (полиоли и изоцијанат), хемијска средства за одмашћивање пасивизације, цинковања, декаптирања, алуминизације, каласања, бојења	Погача са постројења отпадних вода
“Црвена Звезда-Индустрија меса”	Индус. зона	Кланички послови, израда конзерви и сухомеснатих производа	Нема	Отпадни мазут из резервоара
„Филип Кљајић”	Индус. зона	Израда Галових ланаца, транспортера свих врста	Трафо уље типа пирален	Погача са постројења отпадних вода
“АЗМА”	Индус. зона	Изолациони материјали за аутомоб. индустрију	Фенолне смоле, битумени, пунила, растварачи	Нема
„Партизан”	Индус. зона	Кожарска индустрија	Средства за штављење, материјали за бојење, концентровани NaOH	Талог из рецикулације и из постројења отпадних вода
Млекара „Младост”	На ободу града	Млеко и млечни производи	Нема	Нешто прерађеног машинског уља
Електро-привреда	На ободу града	Електро привредна и комунална делатност	Нема	Кондензаторске батерије пуњене пираленом

ВОДОСНАБДЕВАЊЕ

Један од првих планских водовода у Србији био је Трмбаски водовод у сливу Лепенице. За његове потребе каптиран је Трмбаски извор, у виду бетонског и озиданог бунара дубине 8 m, а пречника 2 m. Овај водовод је био у употреби од 1904. до 1952. г. и имао је капацитет 3,2 l/s, односно дневни капацитет од 276 m³ воде.

Данас се Крагујевац снабдева водом за пиће са три система: *Грошничког, Моравског и Гружанског система*. Капацитет Грошничког система је око 157 l/s, Моравског 246 l/s и Гружанског 385 l/s воде за пиће. Од укупног броја корисника који користе воду са централног водовода, 48,8% користи воду са Груже, око 31,2% становника са Мораве, док воду са Грошнице користи око 20% становника (*Група аутора, 2004 б.*)

Систем за водоснабдевање Грошница

Градња овог система је започета 1931. г, а систем је пуштен у рад 1937. г. Водовод је пројектован за потребе индустрије и града од 50.000 становника и састоји из хидроакумулационог језера на реци Грошници, филтерског постројења за пречишћавање воде и дистрибутивне мреже. Након надвишења, брана Грошничког језера има конструктивну висину од 50 m, ката успора и ниво прелива је на 312 m н.в, а запремина језера износи 3,21 km³ (*Степановић, 1974.*).

Квалитет сирове воде одговара I и II класи, па се уз филтрацију и дезинфекцију релативно лако доводи до квалитета воде за пиће. Вода гравитацијом долази до потрошача, што утиче на смањење утрошка електричне енергије и цене.

У широј зони санитарне заштите не постоје загађивачи који би утицали на квалитет воде. Предности овог водовода су вода одличног квалитета и мали материјални трошкови транспорта, а недостаци су мала запремина акумулација, која директно зависи од хидрометеоролошких услова.

Систем за водоснабдевање Морава

Изградња Моравског система текла је у две фазе – прва фаза је започета 1965., а друга 1971. г. Водовод је пуштен у експлоатацију 1974. г. Систем се састоји од 14 рени бунара, црпне станице у Жировници, филтерског постројења у Кошутњаку и цевовода дужине 30 km. У

функцији су 12 рени бунара, док преостала 2 бунара већ дужи период не раде. Квалитет сирове воде одговара II класи због повремениг присуства Mn и Fe, који се на филтерском постројењу успешно елиминишу.

Пројектном документацијом су предвиђене зоне санитарне заштите, али се оне не поштују. Иако је подручје уже зоне ограђено, постоје пролази, тако да мештани несметано пролазе тракторима и другим средствима. Такође, у овој зони се сеју житарице (углавном кукуруз), наводно без примене минералних ђубрива и заштитних средстава.

Осим контаминације воде, применом хемијских средстава у пољопривредне сврхе, нема директних загађивача. Међутим, због великог броја загађивача који се налазе у сливу Велике Мораве постоји потенцијална опасност од загађивања*.

Предности овог водовода су вода доброг квалитета и знатна издашност (око 250 l/s). Међутим, удаљеност од 30 km и премошћавање висинске разлике у Никшићу захтева велики утрошак електричне енергије, што утиче на цену воде.

Систем за водоснабдевање Гружа

Систем је пуштен у рад 1984. г. и састоји од хидроакумулације на реци Гружа, постројења за пречишћавање воде, дистрибуционог водовода и других објеката за дистрибуцију воде до границе резервоара и висинске зоне за водоснабдевање града. Запремина акумулације износи 64,6 km³ (корисна запремина за водоснабдевање износи 48,4 km³). Већи део језера је мале дубине, што доприноси лошем квалитету воде, па је углавном III класе због Mn и повећаног утршка KMnO₄.

Пројектном документацијом предвиђене су зоне санитарне заштите, али се оне не поштују (изузев најуже зоне непосредно уз брану). Постоје велики проблеми везани за надлежности над језером. Наиме, ЈКП Водовод и канализација су одговорни за квалитет воде, али нису надлежни за језеро. Основна намена акумулације је за водоснабдевање, али се она непланирано користи и у друге сврхе, што утиче на квалитет воде.

Од почетка експлоатације језера квалитет сирове воде је био лош са тенденцијом погоршања због еутрофикације језера. Наиме, у сливу реке Груже значајни загађивачи су кланица Центрокоп – Београд и печурака Таково у Враћевшници. По одлуци Извршног одбора града Крагујевца,

* www.skgo.org,

Институт за заштиту здравља Крагујевац врши контролу отпадних вода које ове фирме испуштају у реку Гружу (обе фирме припадају општини Горњи Милановац). Иако постоје зоне санитарне заштите, на обалама језера се врше и пољопривредне активности, што утиче на процесе у језеру.

Предност овог водовода је што обезбеђује довољну количину воде Крагујевцу. Међутим, вода је лошијег квалитета (пре свега укуса и мириса), али је здравствено безбедна. Да би се добила хигијенски исправна вода, свакодневно је потребна велика количина хемикалија. Такође, удаљеност Гружанског језера (око 30 km) и савлађивање висинске разлике у Вучковици утичу на цену.

Технолошки процес прераде сирове воде

На сва три система врши се таложење, филтрација и дезинфекција са применом свих одговарајућих средстава. Сiroва вода са Грошнице и Велике Мораве се после технолошког процеса пречишћавања доводи до квалитета воде за пиће. На Гружанском систему технолошки процес је такав да воду не може да пречисти до квалитета воде за пиће. У води су присутне органске материје, па је вода хигијенски неисправна. Технолошки процес би се побољшао ако би се уградили адекватни филтери са гранулисаним активним угљем, који би органске материје свели у одговарајуће мере*.

Квалитет воде за пиће

На основу резултата анализа воде за пиће у току 2004. г. утврђено је да је од укупног броја узетих узорак свега 0,3% било бактериолошки неисправно, док је хемијску неисправност имало 57% узорак. Овако висок проценат неисправности потиче од гружанске воде због присуства органских материја, које се изражавају преко утрошка KMnO_4 . Воде са Моравског и Грошничког система су биле потпуно исправне.

За водоснабдевање *Баточине* користи се издан у алувијалној равни на излазном делу долине Лепенице. Још 1928. г., после избијања епидемије тифуса, констатовано је да је издан на територији насеља бактериолошки неисправна. Због тога се исте године приступило изградњи локалног водовода, који је напајан водом из извора у језерским

* www.grid.unep.ch,

седиментима с леве стране долине Лепенице. Међутим, та количина воде је била недовољна, те је 1947. г. проширена постојећа каптажа, али ни она није дала жељене резултате (знатно смањење воде у летњим месецима). Зато је 1962. г. каптажа локалног водовода постављена у суподину долинске стране и користи изданску воду алувијалне равни. Овим је решена само квантитативна страна проблема водоснабдевања, али не и квалитативна (*Зеремски, 1983.*). Према подацима Института за заштиту здравља Србије „Др Милан Јовановић Батут“ о здравственој исправности воде за пиће у току 1999 г., констатовано је да је микробиолошку неисправност имало 61% узорака, а физичко-хемијску чак 82% (*Симић и др., 2000.*). Каптажа се налази уз ивичне делове алувијалне равни и близу речног корита, па постоји могућност загађења путем инфилтрације од отпадних вода Лепенице, које долазе из Крагујевца. Велики проблем представља и ерозија у сливу Лепенице.

Извориште за водоснабдевање *Ланова* „Гаревина“ налази се 2 km југоисточно од насеља, у алувијалној равни формираној наносима Велике Мораве и Лепенице. Вишегодишња интензивна експлоатација подземних вода плитке алувијалне равни од 80 l/s на простору од 0,5 km² довела је до интензивирања инфилтрације падавина у каптирану издан са површине терена (на којем се обавља интензивна пољопривреда и загађивање), као и инфилтрације нитрата и нитрита из реке Лепенице (*Јемцов и др, 2004.*).

Предложена решења за изградњу нових акумулација за водоснабдевање

Акумулација на Грошничкој реци – На Грошничкој реци у Трешњеваку била је планирана изградња још једне водојаже (узводно од постојеће на Грошници). У ову акумулацију би се пребацивала вода из Дуленске реке. Међутим, економски није било оправдано подизање још једне мале акумулације на истој реци.

Акумулације на Угљешници – За коришћење воде Угљешнице урађено је неколико студија. У студији Б. Нешовића „Водопривредни проблеми Лепенице“ предложене су акумулације на Угљешници у Горњим Грбницама и на Ждраљници у Доњосабаначкој клисури, за наводњавање око 5.000 ha и за водоснабдевање Крагујевца. И студија П. Шулентића „Мелиорација Горње Лепенице“ од Грбница до Бадњеваца је такође са двојном наменом за наводњавање и водоснабдевање Крагујевца. Ово решење није било прихватљиво, јер је везано за наводњавање, дизање воде, изградњу тунела и помоћне акумулације. Студија М. Савића и

сарадника „Снабдевање Крагујевца водом“ односи се на изградњу акумулације „Грбице“ на Угљешници. Предвиђена је била бруто запремина акумулације од 11.000.000 m³, а корисна од 10.000.000 m³. Од акумулације би се спроводила вода цевоводом \varnothing 650 mm до резервоара у Виноградима на коти 240 m. Пречишћавање воде би се обављало код бране у Горњим Грбицама.

По другој варијанти предвиђао се довод воде из Ибра за наводњавање Шумадије, а главни доводни канал би прелазео преко бране на Угљешници и према потреби пунио водом акумулацију „Грбице“. По овом пројекту постоји и могућност да се повећа количина воде у овој акумулацији превођењем воде из Асановца, Грузе и Каменичке реке.

Ж. Степановић је оценио да су најповољнији геолошко-геоморфолошки услови за изградњу бране на Угљешници код Дрезге између Горњих Грбица и Пајазитова, код коте 243 m (али би се због снабдевања виших зона у Крагујевцу брана могла померити и неколико метара узводније). Уређаје за пречишћавање воде из ове акумулација би требало изградити у Виноградима.

Осим ове акумулације у сливу Угљешнице између Маинића и Опорнице постоји могућност за изградњу још једне. Изградњом поменуте акумулације на удаљености 4 – 5 km од Крагујевца могло би се просечно добити око 12.000.000 m³ воде, чиме би се максимално искористио слив Угљешнице. Значајно је и напоменути да би се изградњом акумулације на Угљешници, у горњем делу слива Лепенице, одстраниле поплаве и омогућило изравњавање воде, као и контролисано управљање и расподела.

Повољни услови за изградњу микроакумулација су и на: *Јабучкој реци у Корману, Цветојевачком потоку у Новом Милановцу, Лимовцу у Чумићу, Клисурском потоку у Доњим Грбицама и на Асановцу* (требало би да се вода из Асановца преведе у акумулацију „Грбице“ на Угљешници).

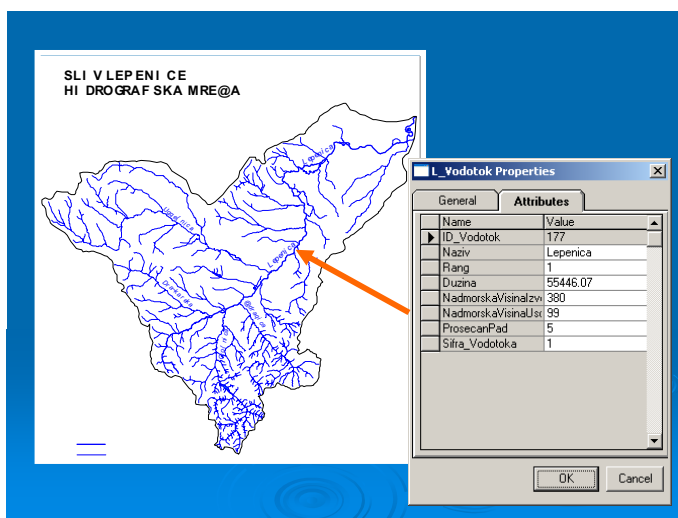
Остале притоке Лепенице не би биле погодне за изградњу акумулација за водоснабдевање, јер би у том случају Лепеница протицала кроз Крагујевац скоро без воде.

За водоснабдевање насеља у сливу Лепенице, пре свега за потребе Крагујевца, постојали су 70-их година прошлог века и предлози за изградњу:

- акумулације на *Студеници* – решење је у заједничкој изградњи водоводног система Краљева и Крагујевца, а из акумулација на Студеници могло би годишње обезбедити око 150.000.000 m³ воде;
- акумулација на *Ресави* – узводно од Стрмостена, одакле би се поставио цевовод до Брзана, а вода до Крагујевца, око 14.000.000 m³

ИЗРАДА ГИС-а ЗА СЛИВ

Основна компонента ГИС (Географски информациони системи) технологије је база графичких података која служи за географско дефинисање елемената простора – ентитета. За сваки ентитет су дефинисане три врсте информација: локација, врста ентитета и релацијске везе са осталим ентитетима и њиховим атрибутима. Графичка база ГИС-а формира се представљањем ентитета простора технологијом дигиталне топографије. Основни проблем који се јавља приликом израде ГИС-а је избор оптималног решења за формирање базе података. То је кључни део ГИС-а и битно се разликује од програма намењених за цртање и само графичку презентацију садржаја на физичкој површини земље (Нинков и др, 2000.). У изради ГИС-а за слив Лепенице примењени су софтвери: MicroStation, GeoMedia, Ultra Edit, Surfer 7. Map и AutoCAD.

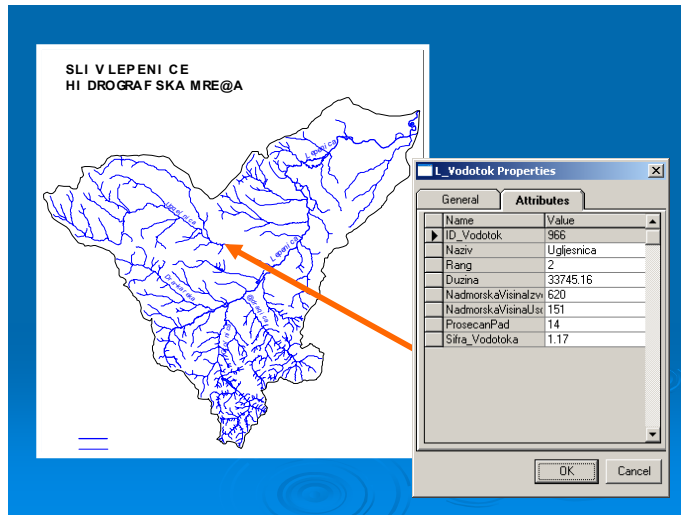


Сл. 34 – Подаци о Лепеници из ГИС-а

Fig. 34 – Lepenica river data from GIS

Рад је обухватао скенирање ТК 1:50.000 са слив и њихово геореференцирање. Грешка при геореференцирању је износила $\delta < 5$ m, односно до 1 mm на карти. Након тога издигитализован је одређени садржај (вододелница, хидрографска мрежа, изохипсе, кишомерне станице и градови). Дигитализацијом овог садржаја на ефикасан начин су одређени

морфометријски подаци у сливу, који су коришћени у овој магистарској тези. Предност употребе MicroStation-a у односу на класичне методе за утврђивање морфометријских података је знатно већа прецизност.



Сл. 35 – Подаци о Угљешници из ГИС-а

Fig. 35– Uglješnica river data from GIS

У другој фази израде ГИС-а за слив Лепенице примењен је софтвер GeoMedia, помоћу којег је дигитализована територија слива повезана са одговарајућом базом података. Наиме, дигитализован садржај је из MicroStation-a прекопиран у GeoMedia-у, а затим се приступило креирању одговарајуће базе података. У софтверу GeoMedia повезани су база података и Geoworkspace („гледач“), чиме је омогућено селековано приказивање информација. Након креирања ове базе корисницима је омогућено да на једноставан начин добију следеће информације о сливу реке Лепенице:

Слив – назив, површине (укупна површина, површине по висинским зонама површине субсливова), дужина вододелнице;

Реке – назив, шифра, дужина, надморске висине извора и ушћа, укупан и просечан пад;

Језера – назив, површина;

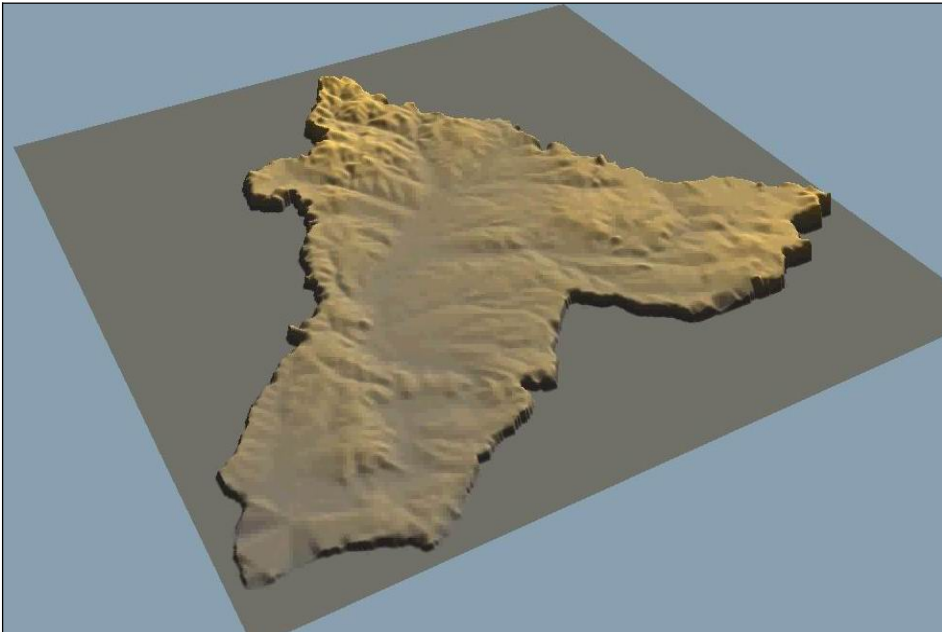
Кишомерне станице – назив, географске координате, просечне месечне и годишње количине падавина за период 1961-90;

Градови – називи.

У трећој фази израде ГИС-а за слив Лепенице добијени подаци послужили су за израду три тематске карте размере 1:200.000 (карте висинских зона, карте хидрографске мреже и карте изохијета).

Карте висинских зона и хидрографске мреже урађене су у софтверу GeoMedia на основу претходно добијених података, док су за израду карте изохијета коришћени софтвери Ultra Edit и Surfer 7. Map. Најпре је употребом софтвера Ultra Edit извршена конверзија географских координата кишомernih станица у Гаус – Кригерове координате, а затим су убачени и подаци о просечним тридесетогодишњим количинама падавина. На основу ових података уз помоћ софтвера Surfer 7. Map аутоматски су одређене изохијете на карти.

Осим израде одређених карата, дигитализована основа слива је применом софтвера AutoCAD и Globalmaper послужила за израду тродимензионалног модела ове територије. Такође, употребом GeoMedia-е и Access-а урађен је и шифарник река у сливу Лепенице (у прилогу).



Сл. 36 – Тродимензионални модел слива Лепенице (поглед са североистока)

Fig. 36 – Trodimensional model of Lepenica river basin (view from northeast side)

би се допремала гравитацијом. Ова акумулација би се користила и за водоснабдевање насеља Деспотовац, Свилајнац и др;

– акумулација „Роге“ – на Великом Рзаву узводно од Ариља, из које би могло годишње да се користи око 200.000.000 m³ воде (*Дедић, 2000.*).

За изградњу акумулације „Роге“ потребна су велика материјална средства, па би била економски оправдана само за регионално водоснабдевање. Из ње би се цевоводом доводила вода долином Западне Мораве, затим преко Бумбаревог Брда и делимично долином Груже преко Кикојевца до Угљешнице. На овај начин акумулација на Угљешници би располагала са око 120.000.000 m³ воде (12.000.000 m³ и 110.000.000 m³ из акумулације „Роге“) за потребе Крагујевца, Баточине, Брзана, Лапова, Марковца и Раче.

Главни правци магистралних довода-развода воде до центара потрошње би били (*Дедић, 1986.*):

– Ивањица – Чачак – Горњи Милановац – Кикојевац – Топола –

Смедеревска Паланка

– Студеница – Краљево – Врњачка Бања – Крушевац – Варварин –

Ћићевац

– Краљево – Кнић – Крагујевац – Баточина – Јагодина – Параћин

Хидролошки најповољнији услови у Шумадији су на Руднику, па је постојао план за изградњу „Рудничког система“. План је предвиђао да се у сливу Јасенице подигне акумулација код села Божурња на профилу Дрењак, а у сливу Лепенице на реци Угљешници на профилу Грбице. Допунске воде за Грбице би се узимале из слива Груже. Траса регионалног система би била: Пајазитово, Мали Шењ, Лужнице, Влакча, Чумић, Овсиште, Божурња. Руднички систем би обезбедио 60 – 80.000.000 m³ воде.

* * * * *

ЗАКЉУЧАК

Комплексним истраживањем слива реке Лепенице извршено је проучавање и систематизација физичко-географских карактеристика ове територије. Основни закључци су:

– геолошки састав слива је разноврстан и сложен, како стратиграфски тако и литолошки, јер су заступљене различите врсте стена (од кристаластих шкриљаца прекамбријске старости до неогених седимената и алувијалних наноса). Комплексна геолошка грађа у сливу условила је формирање различитих типова издани (фреатске, субартешке и артешке издани);

– слив Лепенице припада двома тектонским целинама - Родопској маси и Динаридима. Еволуција ових тектонских јединица условила је развој рељефа ове територије. По морфогенези заступљени су: *тектонски*, *флувијални* и *крашки облици рељефа*, као и колувијални и пролувијални процеси.

– статистичком анализом климатских параметара закључено је да је у сливу Лепенице заступљена умерено континентална клима са континенталним плувиометријским режимом;

– педолошки покривач у сливу Лепенице је разноврстан, а као основни тип тла издваја се смоница. Заступљена су и земљишта: гајњача, црвеница, подзол, алувијум и скелетно земљиште;

– од укупне површине слива Лепенице природни биљни покривач је очуван на око 41% територије и представљен је шумском, травном и мочварном вегетацијом. На већем делу територије (око 55%), нарочито у речним долинама Лепенице и њених притока самоникла вегетација је потиснута и њено станиште претворено у оранице и ливаде;

– речни систем Лепенице прилично је добро развијен, јер на свом 55,4 km дугом току прима 37 притока (21 леву притоку и 16 десних притока). Укупна дужина Лепенице са притокама I, II и III реда износи 653,8 km. Лева страна слива је пространија и састоји се од водонепропусних стена, што је условило већи број и већу дужину токова у односу на десну страну слива;

– код свих наведених хидролошких параметара значајних за анализу водног режима реке Лепенице максималне вредности се региструју у марту, као резултат топљења снега, велике влаге у земљишту и честих киша, а минималне у септембру, услед високе евапотранспирације и мањих падавина. На основу извршених анализа, а

према класификацији речних режима С. Илешича река Лепеница припада умерено континенталној варијанти плувио-нивалног режима;

– амплитуда између просечних малих и великих вода за период 1975-2006. г. износи $10,14 \text{ m}^3/\text{s}$, односно њихов однос је 1:10,1, што указује на прилично неуједначен режим протицаја Лепенице;

– амплитуда екстремних протицаја је још израженија и за исти период износи $192,964 \text{ m}^3/\text{s}$ (однос је 1:5361,1), па је неопходно предузимање одговарајућих биотехничких и хидротехничких радова за изједначавање протицаја у сливу;

– 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 и износи 702, 14 mm отекне само 130,78 mm или 17,8%, а испари 571,36 mm или 81,4%. Иако коефицијент инфилтрације износи 0,88, само 6% од наведене количине влаге из земљишта доспе у реку.

* * * * *

Радам на овој монографији утврђено је да су највећи водопривредни проблеми у сливу Лепенице: ерозија и бујице, поплаве, загађења воде и водоснабдевање.

Рецентни ерозивни процес је заступљен у већем делу слива (525 km^2 односно 82,2% од укупне површине) и претежно је антропогеног карактера. Нажалост, до сада није урађено много на ревитализацији земљишта и његовој заштити од ерозије. Неке од мера које се могу предузети у будућности су: биолошке антиерозивне мере (пошумљавање, затрављивање, терасасто подизање воћњака, орање по изохипсама), технички антиерозивни радови (изградња различитих објеката ради смањења падова, брзине воде и заустављања наноса) и административне забране.

Поплаве у сливу Лепенице су честе и имају бујични карактер. Јављају се најчешће почетком пролећа (за време отапања снега) и током лета (услед пљусковитих киша). У циљу заштите од поплава извршена је регулација Лепенице на дужини од 33 km, као и регулација корита већих притока на појединим секторима. Међутим, оваква регулација није довољна, што су показале последње две велике поплаве (1999. и 2005. г.). Одбрану од поплава треба допунити изградњом акумулација, које би задржале поплавни талас, уз могућност да се ове воде користе и за друге

потребе. Такође, потребно је и пошумљавати голети, али и поставити водомере на неким притокама Лепенице (на Угљешници, Драчкој реци, Ждраљици, и Јабучкој реци).

Према подацима РХМЗ-а река Лепеница спада у најзагађеније токове у Србији. По квалитету воде припада наизменично IV класи и ванкласним токовима. Највећи степен загађености воде у Лепеници је у току лета и почетком јесени, када је најмањи протицај, а највише је загађују отпадне воде индустријских објеката, посебно „Црвене Заставе”. Једна од мера за побољшање квалитета воде у овом сливу била би и изградња акумулација за оплемењивање Лепенице у горњем делу слива (односно у сливовима Грошничке реке, Ждраљице и Драчке реке).

Водоснабдевање у сливу Лепенице је од 70-тих година прошлог века представљало један од највећих проблема. Нарочито је био угрожен Крагујевац. Изградњом Гружанског водоводног система проблем је решен у квантитативном, али не и у квалитативном смислу. Анализом воде за пиће у току 2004. г. утврђено је да је од укупног броја узетих узорака свега 0,3% било бактериолошки неисправно, док је хемијску неисправност имало 57% узорака. Овако висок проценат неисправности потиче од гружанске воде због присуства органских материја. Осим тога, постоје проблеми и у водоснабдевању Баточине и Лапова. Један од предлога за решавање овог проблема у читавом сливу Лепенице био би изградња регионалног водоводног система, који би на адекватан начин омогућио водоснабдевање читаве Шумадије за наредних пар деценија.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексић А. (1882): *Прокоти Горњег Поморавља у Лепеницу*. Годишњица Николе Чупића, књ. 4, Београд.
- Анђелковић М. (1956): *Геолошки састав и тектоника Гледићких планина*. Геолошки анали Балканског полуострва, књ. XXIV, Београд.
- Арежина Ј. (1987): *Проблеми планирања и коришћења простора на подручју општине Крагујевац* (дипломски рад у рукопису)
- Вељовић В. (1967): *Вегетација околине Крагујевца*. Гласник Природњачког музеја, серија Б, књ. 22, Београд.
- Вујевић П. (1953): *Поднебље ФНР Југославије*. Архив за пољопривредне науке, св. 12, Београд.
- Гавриловић З. и др. (2000): *Бујичне поплаве из 1999 године – природна појава или не ?*. Зборник радова са научне конференције „Водни ресурси слива Велике Мораве и њихово коришћење“, СО Крушевац, Задужбина Андрејевић, Крушевац.
- Гавриловић Љ. (1981): *Поплаве у Србији у XX – узроци и последице*, Посебна издања књ. 52, СГД, Београд.
- Гавриловић Љ. (1988): *Хидрологија у просторном планирању*. Природно-математички факултет Одсек за географију и просторно планирање, Београд.
- Гавриловић Љ., Дукић Д. (2002): *Реке Србије*. Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.
- Гавриловић С. (1980): *Превентивна заштита од бујичних поплава*. Водопривреда бр. 66, Југословенско друштво за одводњавање и наводњавање и Југословенско друштво за заштиту вода, Београд.
- Дедић М. (1986): *Планирање и реализација снабдевања водом насеља дела слива З. Мораве и Шумадије са Поморављем*. Други конгрес о водама Југославије, књ. 3, Југословенско друштво за одводњавање и наводњавање, Љубљана.
- Дедић М. (2000): *Водоснабдевање и поплаве у сливу Велике Мораве*. Зборник радова са научне конференције „Водни ресурси слива Велике Мораве и њихово коришћење“, СО Крушевац, Задужбина Андрејевић, Крушевац.
- Дукић Д. (1984): *Хидрологија котна*. Научна књига, Београд.
- Жујовић Ј. (1893): *Геологија Србије I*. Српска Краљевска Академија, Београд.
- Зеремски М. (1969): *Хидрографске особине удолине Велике Мораве*. Зборник радова ГИ „Јован Цвијић“, књ. 22, Београд.
- Зеремски М. (1983): *Неотектоника Крагујевачке котлине са гледишта геоморфологије*. Зборник радова ГИ „Јован Цвијић“, књ. 35, Београд.

- Zorić S. i dr. (2004): *Ethoxyresorunfin O-deethylase Induction Potency in Sediment Samples from Rivers Lepenica and Morava – Surrounding Area of Kragujevac „Hot Spot“*. Organohalogen Compounds, Vol. 66, Novi Sad.
- Илић М. (1932): *О појави гипса у околини Крагујевца*. Геолошки анали Балканског полуострва, књ. 10, Београд.
- Јемцов И., Докмановић П., Милановић С. (2004): *Проблеми водоснабдевања Лапова*. Зборник радова 33. годишње конференције о актуелним проблемима коришћења и заштите вода „ВОДА 2004“, Југословенско друштво за заштиту вода „ВОДА 2004“, Борско језеро.
- Јовановић Б. (1969): *Релјеф средњег и доњег дела Великоморавске удолине*. Зборник радова ГИ „Јован Цвијић“, књ. 22, Београд.
- Кнежевић Б., Борели М., Бата Г. (1955): *Засипање Грошничког језера*. Посебно издање, књ. 5, Хидротехнички инстит „Јарослав Черни“, Београд.
- Ковачевић Н. и др (2000): *Велике воде у јулу 1999 године*. Зборник радова са научне конференције „Водни ресурси слива Велике Мораве и њихово коришћење“, СО Крушевац, Задужбина Андрејевић, Крушевац.
- Лазаревић Р. (1983): *Тумач за карту ерозије СР Србије 1:500.000*. Институт за шумарство и дрвну индустрију, Београд
- Милосављевић К. (1951): *Клине и сушне периоде у НР Србији*. Комитет за водопривреду владе НРС, Београд.
- Милосављевић М. (1969): *Климатске одлике удолине Велике и Јужне Мораве*. Зборник радова ГИ „Јован Цвијић“, књ. 22, Београд.
- Нинков Т., Стишовић Б., Манчић Ј. (2000): *Нека питања примене ГИС технологије у водопривреди*. „Водни ресурси слива Велике Мораве и њихово коришћење“, СО Крушевац, Задужбина Андрејевић, Крушевац.
- Оцокољић М. (1992): *Прилог познавању режима хидролошки неизучених река*. Географски годишњак бр. 28, Подружница СГД-а у Крагујевцу, Крагујевац.
- Оцокољић М. (1993): *Водни биланс притока Велике Мораве*. Гласник СГД, св. LXXIII, бр. 2, Београд.
- Петковић С. (1987): *Засипање наносом акумулација у СР Србији*. Водопривреда бр. 108, Југословенско друштво за одводњавање и наводњавање и Југословенско друштво за заштиту вода, Београд.
- Петровић Д., Манојловић П. (1997): *Геоморфологија*. Географски факултет, Београд.
- Поповић М. (1956): *Крагујевац и његово привредно подручје*. Посебно издање, књ. ССXLVI, Географски институт, књ. 8, САН, Београд.
- Радивојевић Т. (1911): *Лепенница*. Насеља српских земаља, књ. VII, Српска Краљевска Академија, Београд.
- Радивојевић Т. (1932): *Шумадија*. Шумадија у садашњости и прошлости, Југословенски дневник, Суботица.

- Рајић М. (1969): *Неке појаве звожђа у централној Шумадији*. Географски годишњак бр. 5, Подружница СГД-а у Крагујевцу, Крагујевац.
- Савић М. (1972): *Информације о енергетско-водоводном систему Ибар – Шумадија*. Географски годишњак бр. 8, Подружница СГД-а у Крагујевцу, Крагујевац.
- Симић М. и др. (2000): *Хигијенска исправност воде за пиће градских водовода на подручју централне Србије у сливу Велике Мораве у 1999 г.* Зборник радова са научне конференције „Водни ресурси слива Велике Мораве и њихово коришћење“ СО Крушевац, Задужбина Андрејевић, Крушевац.
- Степановић Ж., Милановић Д. (1965): *Крагујевац и околина – природа, становништво и привреда*. Гласник СГД, Подружница СГД-а у Крагујевцу, Крагујевац.
- Степановић Ж. (1966): *Крагујевачка котлина*. Географски годишњак бр. 2, Подружница СГД-а у Крагујевцу, Крагујевац.
- Степановић Ж. (1969): *Језера у Шумадији*. Географски годишњак бр. 5, Подружница СГД-а у Крагујевцу, Крагујевац.
- Степановић Ж. (1971): *Неке урвине у Шумадији у 1970 г.* Географски годишњак бр. 7, Подружница СГД –а у Крагујевцу, Крагујевац.
- Степановић Ж. (1973): *Природно-географске одлике Крагујевачког Црног Врха*. Географски годишњак бр. 9, Подружница СГД-а у Крагујевцу, Крагујевац.
- 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.
- Стефановић М. и др. (2000): *Проглашење ерозионих подручја – стратешки задатак*. Зборник радова са научне конференције „Водни ресурси слива Велике Мораве и њихово коришћење“ СО Крушевац, Задужбина Андрејевић, Крушевац.
- Тодоровић Д. (1932): *Пољопривреда у Шумадији*. Шумадија у прошлости и садашњости, Суботица.
- Цвијић Ј. (1909): *Језерска пластика Шумадије*. Гласник САН, св. LXXIX, Београд.
- Цвијић Ј. (1921): *Абразионе и флувијалне површи*. Гласник СГД, св. 6, Државна штампарија Краљевине СХС, Београд.
- Цајевић Ј. (1965): *Цвијићева геоморфолошка проучавања у околини Крагујевца*. Географски годишњак број 1, Подружница СГД-а у Крагујевцу, Крагујевац.

- Група аутора (1976): *Крагујевац у борби за воду – од извора до савременог водоводног система*. Новинско издавачка организација „Светлост“, Крагујевац
- Група аутора (1999): *Извештај градске комисије о последицама поплаве у јулу 1999. г. у Крагујевцу* (радни материјал)
- 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)
- Група аутора (2005): *Извештај градске комисије о последицама поплаве у јулу 2005. г. у Крагујевцу* (радни материјал)
- Report of United Nations Environment Programme (UNEP), Balkans Tasks Force (BTF) (2004): *Kragujevac – Project Proposal and Desriptions. Feasibility Study*
- Хидролошки годишњаци – Површинске воде, књ. 1 (1961–2004 г.), Републички хидрометеоролошки завод, Београд.
- Хидролошки годишњаци – Квалитет воде књ. 3 (1999–2004 г.), Републички хидрометеоролошки завод, Београд.
- Климатски годишњаци I (1975–2004 г.), Републички хидрометеоролошки завод, Београд.
- Климатски годишњаци II (1961–90 г.), Републички хидрометеоролошки завод, Београд.
- Топографска карта 1 : 50.000 – Краљево 2, Крагујевац 1, Крагујевац 2, Крагујевац 3, Крагујевац 4, Војногеографски институт (1984), Београд.
- Топографска карта 1 : 100.000 – Краљево, Крушевац, Војногеографски институт (1973), Београд.
- Топографска карта 1 : 100.000 – Крагујевац, Лапово, Војногеографски институт (1986), Београд.
- Топографска карта 1 : 200.000 – Крагујевац, Војногеографски институт (1987), Београд.
- Основна геолошка карта 1 : 100.000 – Крагујевац, Лапово, Савезни геолошки завод (1989), Београд.
- Геоморфолошка карта Србије 1 : 100.000, аутор Љ. Менковић, (карта у рукопису)
- Физичкогеографска карта СР Југославије 1 : 5.000.000, Географски атлас (2000), Геокарта, Београд.

интернет сајтови: www.sumadija.net, www.skgo.org, www.grid.unep.ch,
www.kragujevac.co.yu, www.encikolpedia.thefreedictionary.com

S U M M A R Y

Lepenica River is the left tributary of Velika Morava River and one of bigger rivers in Šumadija region. It is the main end the biggest river in Kragujevačka valley. From its source Studenac (380 m altitude) in Goločelo village on Gledičke planine Mountain to its mouth in Velika Morava River (99 m altitude) near Lapovo sity, it often changes direction because of terrain slope and geological structure. After regulation of riverbed and mouth, length of this river is 55,4 km, and river basin area is about 638,9 km².

Lepenica river basin teritorry has become the axis of economic and urban development in Šumadija region. However, because of disorderly water regime of Lepenica River and its tributaries appears insufficient of drinking water, as well as water for irrigation on one side, and on the other side this area suffers big damages from floods and currents (especially Kragujevačka valley).

Complex research of Lepenica river basin made possible study and systematization of its physical geographical features. The main conclusions are:

- river basin geological structure is various and complex, stratigraphical as well as litological, because there are different rocks category (from crystal shale to neogen sediment and alluvium). Complex geological structure in river basin caused different groundwater origin;
- Lepenica river basin belongs two tectonic parts-to Rhodopic and Dinaridi mountains. This tectonic parts evolution caused relief development in this territory. By morphogenesis there are: tectonic, fluvial and karst relief, as well as landslide
- It is concluded by statistic analyze of climatic elements that in Lepenica river basin appears temperate continental clime with continental pluvial regime;
- Pedological cover in Lepenica river basin is various, but as a basic soil type is separated smonica. There are also: gajnjača, podzol, crvenica and alluvium soils.
- From the total Lepenica river basin area natural vegetation is saved at about 41 % of territory and it is presented by wood, grass and swap vegetation. In bigger part of territory (about 55 %) \, especially in Lepenica and its tributaries river valley, this natural vegetation is damaged and its habitat is changed into cultivation soil and meadow;
- Lepenica river system is quite a bit developed, because on its 55,4 km long flow, it receives 37 tributaries (21 from the left and 16 from the right

side). Total length of Lepenica and its tributaries of I, II and III category amounts 653,8 km. Left side is wider and consists from waterproof rocks, which caused bigger number and longer flow in relation to river basin right side;

– All denoted hydrological parameters, which are imported for water regime analyze of Lepenica River have maximal values in March, as a result of snow melting, high soil humidity and frequently precipitation, and minimal are in September, caused by high evaporation and low precipitation. On the of completed analyzes, and by Ilešić river regime classification, Lepenica River belongs to the temperate continental variant of pluvial-nival regime;

– Average low and high water amplitude for period 1975-2006 amounts 10,14 m³/s, more exactly its ratio is 1:10,1, which indicates to rather unequal discharge regime in Lepenica river

– Extreme discharge amplitude is more expressive and for the same period amounts 192,964 m³/s (ratio is 1:5361,1), so it is necessary to take appropriate biotechnological and hydrotechnic measures for discharge equation in river basin;

– Water balance analyzes results for Lepenica river basin indicates on negative regime of river feeding by groundwater. Namely, from total precipitation quantity, which falls on river basin and amounts 702,14 mm, drains out only 130,78 mm (or 17,8 %) and evaporates 571,36 mm (or 81,4 %). Although infiltration coefficient amounts 0,88, only 6 % of denoted humidity quantity from soil comes to river.

* * * * *

By working on this study, it is established that the biggest waterworks problems in Lepenica river basin are: erosion and currents, floods, water pollution and water supply.

Recent erosion process is presented in bigger part of river basin (525 km², more exactly 82,2 % of total area) and mostly is caused by anthropogenic factor. Unfortunately, it isn't done a lot on soil revitalization and protection until now. Some of measures, which could be taken in future are: biological antierosion measures (afforestation, overgrowing with grass, orchards planting, plowing on isohipses), technical antierosion measures (building of different object for slope and water speed decreasing and alluvium stopping) and administrative measures.

Floods in Lepenica river basin are frequent and have currents character. They appear mostly in spring beginning (in snow melting period) and during

the summer (caused by rain shower). In aim to protect area from floods, it was taken regulation on Lepenica River in 33 km length, as well as river beds regulation on bigger tributaries in some sectors. However, this regulation isn't enough, what have been showed by two last big floods (in 1999. and 2005.). Foods defend should be supplemented by artificial lakes building, which will stop floods waves, with possibility for this water using in other purposes. Also, it is necessary to afforest bare mountainous terrains and set water level instruments in some Lepenica tributaries (in Uglješnica, Dračka reka, Ždraljica and Jabučka reka).

According to date from Republic Hydrometeorological Institute of Serbia, Lepenica river belongs to one of the most polluted river in Serbia. By water quality it is alternating in IV class and out of class. The biggest water pollution degree in Lepenica River is during summer and in autumn beginning, when it is the lowest discharge, and the biggest pollutant is waste water from industrial objects, especially industrial complex "Crvena Zastava". One of the measures for water better quality in this river basin should be artificial lakes building in upper part of river basin (more exactly in Grošnička reka –, Ždraljica – and Dračka reka river basin).

Water supply in Lepenica river basin was the biggest problem in this region in 70-th years of last century, especially in town Kragujevac. Building of Gruža water supply system, this problem is solved in quantity, but not also in quality sense. According drinking water analyze during 2004. by Republic Health Institute in Belgrade, it is established that from total number of taken samples only 0,3 % were bacteriological incorrect, while 57 % of total taken samples have chemical incorrectness. This high percentage of incorrectness comes from water in Gruža water supply system, because of organic matter presence. Besides this, there is also water supply problem in Batočina and Lapovo. One of the suggestions for problem solution in Lepenica river basin should be regional water supply system building, which will make possible adequate water supply in entire Šumadija region for a next couple decade.

**ПРИЛОГ
ADDITION**

**ШИФАРНИК РЕКА У СЛИВУ ЛЕПЕНИЦЕ
CIPHER KEY OF RIVERS IN LEPENICA RIVER BASIN**

Назив	Ранг	Шифра водотока	Дужина (m)
Лепеница	1	1	55446.1
Кијевски поток	2	1.1	10577.1
<i>Доброводички поток</i>	3	1.1.1	6866.7
<i>Бачински поток</i>	3	1.1.2	5802.1
Безимени поток	2	1.2	2862.2
Безимени поток	2	1.3	4103.8
Бадњевачки поток	2	1.4	4985.6
<i>Безимени поток</i>	3	1.4.1	871.9
Раљевац поток	2	1.5	6094.6
Стублина	2	1.6	3917.3
<i>Безимени поток</i>	3	1.6.1	1504.5
Безимени поток	4	1.6.1.1	699.8
<i>Безимени поток</i>	3	1.6.2	995.6
<i>Безимени поток</i>	3	1.6.3	1116.9
Безимени поток	2	1.7	971.3
Шеварски поток	2	1.8	1957.7
Безимени поток	3	1.8.1	409.0
Церовица	2	1.9	2925.6
Безимени поток	2	1.10	5935.4
Безимени поток	3	1.10.1	491.9
Реснички поток	2	1.11	10418.9
Безимени поток	3	1.11.1	5307.6
Безимени поток	4	1.11.1.1	395.0
Безимени поток	3	1.11.2	2330.9
Безимени поток	4	1.11.2.1	367.3
Безимени поток	3	1.11.3	823.4
Безимени поток	3	1.11.4	2823.2
Безимени поток	4	1.11.4.1	889.4
Безимени поток	3	1.11.5	1347.1
Безимени поток	3	1.11.6	1807.4
Безимени поток	4	1.11.6.1	577.3
Безимени поток	4	1.11.6.2	285.8
Безимени поток	4	1.11.6.3	344.0
Безимени поток	4	1.11.6.4	241.6
Безимени поток	4	1.11.6.5	295.2
Безимени поток	3	1.11.7	407.6
Ботуњски поток	2	1.12	4268.3
Безимени поток	3	1.12.1	465.9
Цветојевачки поток	2	1.13	10524.0
Безимени поток	3	1.13.1	2855.8

Безимени поток	3	1.13.2	5631.5
Безимени поток	4	1.13.2.1	1236.0
Безимени поток	4	1.13.2.2	802.1
Безимени поток	4	1.13.2.3	332.5
Тицина вода	3	1.13.3	2471.3
Безимени поток	4	1.13.3.1	475.4
Безимени поток	4	1.13.3.2	144.9
Бубањ поток	2	1.14	4822.5
Јабучка река	2	1.15	9150.2
Безимени поток	3	1.15.1	984.5
Безимени поток	3	1.15.2	1757.6
Безимени поток	3	1.15.3	239.2
Безимени поток	3	1.15.4	668.5
Безимени поток	3	1.15.5	2076.9
Безимени поток	4	1.15.5.1	817.6
Безимени поток	3	1.15.6	283.2
Маршићки поток	2	1.16	3152.2
Безимени поток	3	1.16.1	533.7
Безимени поток	3	1.16.2	360.2
Угљешница	2	1.17	33745.2
Безимени поток	3	1.17.1	1133.3
Безимени поток	3	1.17.2	2140.7
Лимовац	3	1.17.3	18684.0
Безимени поток	4	1.17.3.1	1239.5
Безимени поток	4	1.17.3.2	748.9
Безимени поток	4	1.17.3.3	664.6
Безимени поток	4	1.17.3.4	471.3
Безимени поток	3	1.17.4	3084.9
Безимени поток	3	1.17.5	2033.1
Клисура	3	1.17.6	4946.8
Безимени поток	4	1.17.6.1	5014.4
Безимени поток	4	1.17.6.2	158.2
Безимени поток	4	1.17.6.3	714.0
Хасановац	3	1.17.7	7338.6
Безимени поток	4	1.17.7.1	691.1
Безимени поток	4	1.17.7.2	1057.1
Безимени поток	3	1.17.8	3474.1
Зреоница	3	1.17.9	6457.3
Безимени поток	4	1.17.9.1	311.3
Безимени поток	4	1.17.9.2	127.0
Безимени поток	4	1.17.9.3	1199.4
Безимени поток	4	1.17.9.4	125.5
Безимени поток	4	1.17.9.5	593.6
Безимени поток	4	1.17.9.6	952.7
Тарановац	3	1.17.10	5573.9
Безимени поток	4	1.17.10.1	810.1
Безимени поток	3	1.17.11	1533.2
Безимени поток	3	1.17.12	2427.0
Безимени поток	3	1.17.13	3937.8
Безимени поток	4	1.17.13.1	585.8
Безимени поток	4	1.17.13.2	241.9
Безимени поток	3	1.17.14	1213.2

Безимени поток	3	1.17.15	634.5
Безимени поток	3	1.17.16	3769.5
Безимени поток	4	1.17.16.1	1020.5
Безимени поток	3	1.17.17	1510.7
Безимени поток	3	1.17.18	1599.6
Безимени поток	3	1.17.19	249.6
Бресница	2	1.18	7975.5
Безимени поток	3	1.18.1	1083.5
Безимени поток	3	1.18.2	1821.3
Безимени поток	3	1.18.3	458.2
Безимени поток	3	1.18.4	2077.1
Безимени поток	4	1.18.4.1	787.1
Безимени поток	3	1.18.5	529.9
Безимени поток	3	1.18.6	714.8
Безимени поток	3	1.18.7	719.5
Безимени поток	3	1.18.8	1413.5
Безимени поток	4	1.18.8.1	440.5
Безимени поток	3	1.18.9	2447.7
Безимени поток	3	1.18.10	444.6
Безимени поток	4	1.18.10.1	422.4
Сушички поток	2	1.19	10416.2
Безимени поток	3	1.19.1	1259.3
Безимени поток	3	1.19.2	1275.3
Безимени поток	3	1.19.3	1097.7
Безимени поток	3	1.19.4	2659.7
Безимени поток	3	1.19.5	440.1
Безимени поток	3	1.19.6	750.7
Алајбегов поток	2	1.20	2744.8
Ждраљица	2	1.21	9701.6
Безимени поток	3	1.21.1	1980.9
Безимени поток	4	1.21.1.1	342.0
Безимени поток	4	1.21.1.2	420.6
Безимени поток	3	1.21.2	2400.0
Безимени поток	4	1.21.2.1	188.2
Безимени поток	3	1.21.3	584.1
Безимени поток	3	1.21.4	2212.5
Безимени поток	4	1.21.4.1	296.8
Безимени поток	4	1.21.4.2	168.0
Безимени поток	3	1.21.5	1521.1
Безимени поток	4	1.21.5.1	51.0
Безимени поток	3	1.21.6	672.0
Вардакики	3	1.21.7	2871.4
Безимени поток	4	1.21.7.1	551.9
Безимени поток	4	1.21.7.2	295.7
Безимени поток	4	1.21.7.3	579.9
Медна	3	1.21.8	7882.8
Безимени поток	4	1.21.8.1	1020.5
Безимени поток	4	1.21.8.2	872.8
Безимени поток	4	1.21.8.3	1108.3
Безимени поток	4	1.21.8.4	682.4
Безимени поток	4	1.21.8.5	171.4

Безимени поток	4	1.21.8.6	146.2
Безимени поток	4	1.21.8.7	198.6
Безимени поток	4	1.21.8.8	955.3
Безимени поток	4	1.21.8.9	264.1
Безимени поток	4	1.21.8.10	587.6
Безимени поток	4	1.21.8.11	420.7
Безимени поток	4	1.21.8.12	413.3
Безимени поток	4	1.21.8.13	948.8
Безимени поток	4	1.21.8.14	453.2
Безимени поток	4	1.21.8.15	445.0
Безимени поток	4	1.21.8.16	1099.0
Безимени поток	4	1.21.8.17	483.5
Безимени поток	4	1.21.8.18	240.1
<i>Безимени поток</i>	3	1.21.9	595.7
<i>Безимени поток</i>	3	1.21.10	378.0
<i>Безимени поток</i>	3	1.21.11	428.4
<i>Безимени поток</i>	3	1.21.12	390.4
<i>Безимени поток</i>	3	1.21.13	455.4
<i>Безимени поток</i>	3	1.21.14	1393.0
<i>Безимени поток</i>	3	1.21.15	688.9
Безимени поток	4	1.21.15.1	1345.0
<i>Безимени поток</i>	3	1.21.16	2223.1
Безимени поток	4	1.21.16.1	1238.4
Безимени поток	4	1.21.16.2	929.7
Безимени поток	4	1.21.16.3	273.7
Безимени поток	4	1.21.16.4	642.1
Безимени поток	4	1.21.16.5	205.7
<i>Дубочац</i>	3	1.21.17	4245.4
Безимени поток	4	1.21.17.1	1291.7
Безимени поток	4	1.21.17.2	1181.3
Безимени поток	4	1.21.17.3	315.0
Безимени поток	4	1.21.17.4	362.8
Безимени поток	4	1.21.17.5	260.7
Безимени поток	4	1.21.17.6	308.3
Безимени поток	4	1.21.17.7	236.3
<i>Симийки поток</i>	3	1.21.18	3941.3
Безимени поток	4	1.21.18.1	571.7
Безимени поток	4	1.21.18.2	538.8
Пејовац	4	1.21.18.3	2737.6
Безимени поток	4	1.21.18.4	834.6
<i>Турски поток</i>	3	1.21.19	2248.2
Безимени поток	4	1.21.19.1	1984.5
Безимени поток	4	1.21.19.2	1769.9
Безимени поток	4	1.21.19.3	1485.4
Ердоглијски поток	2	1.22	1123.7
Грошница	2	1.23	17968.9
<i>Ердечица</i>	3	1.23.1	5779.7
Безимени поток	4	1.23.1.1	1982.4
Безимени поток	4	1.23.1.2	3489.7
Безимени поток	4	1.23.1.3	1083.6
Безимени поток	4	1.23.1.4	430.8
Безимени поток	4	1.23.1.5	631.3

Безимени поток	4	1.23.1.6	509.6
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.2	392.6
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.3	1455.9
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.4	2733.0
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.5	417.9
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.6	957.7
Безимени поток	4	1.23.6.1	450.0
<i>Попадинац</i>	3	1.23.7	3282.0
Безимени поток	4	1.23.7.1	1296.4
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.8	1831.9
Безимени поток	4	1.23.8.1	627.3
Безимени поток	4	1.23.8.2	451.8
Безимени поток	4	1.23.8.3	368.7
Безимени поток	4	1.23.8.4	424.1
Безимени поток	4	1.23.8.5	155.3
<i>Губавички поток</i>	3	1.23.9	4532.4
Безимени поток	4	1.23.9.1	1263.8
Безимени поток	4	1.23.9.2	1021.9
Ковачевића поток	4	1.23.9.3	2324.1
Безимени поток	4	1.23.9.4	416.1
Безимени поток	4	1.23.9.5	421.8
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.10	345.8
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.11	539.8
Безимени поток	4	1.23.11.1	310.0
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.12.	850.8
<i>Дубоки поток</i>	3	1.23.13	2446.1
Безимени поток	4	1.23.13.1	334.4
Безимени поток	4	1.23.13.2	323.4
Безимени поток	4	1.23.13.3	386.5
Безимени поток	4	1.23.13.4	262.9
Безимени поток	4	1.23.13.5	245.0
Безимени поток	4	1.23.13.6	607.2
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.14	1535.6
Безимени поток	4	1.23.14.1	624.4
Безимени поток	4	1.23.14.2	691.6
Безимени поток	4	1.23.14.3	434.1
Безимени поток	4	1.23.14.4	266.2
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.15	712.6
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.16	701.2
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.17	330.8
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.18	848.9
Безимени поток	4	1.23.18.1	153.9
Безимени поток	4	1.23.18.2	261.7
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.19	551.9
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.20	1002.5
Безимени поток	4	1.23.20.1	154.0
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.21	4334.5
Безимени поток	4	1.23.21.1	327.0
Безимени поток	4	1.23.21.2	741.0
Безимени поток	4	1.23.21.3	1916.0
Безимени поток	4	1.23.21.4	365.0

Безимени поток	4	1.23.21.5	143.7
Безимени поток	4	1.23.21.6	212.7
Безимени поток	4	1.23.21.7	235.7
Безимени поток	4	1.23.21.8	155.0
Безимени поток	4	1.23.21.9	307.1
Безимени поток	4	1.23.21.10	541.3
Безимени поток	4	1.23.21.11	2632.6
Безимени поток	4	1.23.21.12	188.9
Безимени поток	4	1.23.21.13	279.9
Безимени поток	4	1.23.21.14	229.4
Безимени поток	4	1.23.21.15	159.2
Безимени поток	4	1.23.21.16	146.1
Безимени поток	4	1.23.21.17	463.2
Безимени поток	4	1.23.21.18	162.2
Безимени поток	4	1.23.21.19	367.5
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.22	243.3
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.23	247.4
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.24	459.4
Безимени поток	4	1.23.24.1	159.3
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.25	758.3
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.26	166.7
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.27	437.2
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.28	1437.3
Безимени поток	4	1.23.28.1	217.5
Безимени поток	4	1.23.28.2	248.8
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.29	1818.6
Безимени поток	4	1.23.29.1	447.1
Безимени поток	4	1.23.29.2	307.2
Безимени поток	4	1.23.29.3	437.6
Безимени поток	4	1.23.29.4	148.6
Безимени поток	4	1.23.29.5	239.4
Безимени поток	4	1.23.29.6	415.7
Безимени поток	4	1.23.29.7	146.4
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.30	1941.1
Безимени поток	4	1.23.30.1	543.8
Безимени поток	4	1.23.30.2	305.9
Безимени поток	4	1.23.30.3	1041.5
Безимени поток	4	1.23.30.4	427.9
Безимени поток	4	1.23.30.5	273.3
Безимени поток	4	1.23.30.6	609.0
Безимени поток	4	1.23.30.7	498.2
Безимени поток	4	1.23.30.8	527.4
Безимени поток	4	1.23.30.9	470.7
Безимени поток	4	1.23.30.10	285.9
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.31	1560.0
Безимени поток	4	1.23.31.1	249.9
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.32	2320.9
Безимени поток	4	1.23.32.1	263.9
Безимени поток	4	1.23.32.2	1266.6
Безимени поток	4	1.23.32.3	109.5
Безимени поток	4	1.23.32.4	224.9
Безимени поток	4	1.23.32.5	205.4

Безимени поток	4	1.23.32.6	116.8
Безимени поток	4	1.23.32.7	155.9
Безимени поток	4	1.23.32.8	134.3
Безимени поток	4	1.23.32.9	296.7
Безимени поток	4	1.23.32.10	88.2
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.33	220.7
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.34	247.9
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.35	269.8
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.36	318.7
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.37	261.9
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.38	1465.4
Безимени поток	4	1.23.38.1	769.9
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.39	1924.4
Безимени поток	4	1.23.39.1	320.6
Безимени поток	4	1.23.39.2	334.3
Безимени поток	4	1.23.39.3	218.6
Безимени поток	4	1.23.39.4	737.9
Безимени поток	4	1.23.39.5	387.5
Безимени поток	4	1.23.39.6	515.4
Безимени поток	4	1.23.39.7	433.0
Безимени поток	4	1.23.39.8	73.1
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.40	240.9
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.41	155.2
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.42	235.7
<i>Бајчетински поток</i>	3	1.23.43	3100.9
Безимени поток	4	1.23.43.1	184.5
Безимени поток	4	1.23.43.2	207.5
Безимени поток	4	1.23.43.3	318.2
Безимени поток	4	1.23.43.4	146.2
Безимени поток	4	1.23.43.5	475.8
Безимени поток	4	1.23.43.6	326.8
Безимени поток	4	1.23.43.7	284.6
Безимени поток	4	1.23.43.8	713.1
Безимени поток	4	1.23.43.9	244.9
Безимени поток	4	1.23.43.10	780.9
Безимени поток	4	1.23.43.11	328.0
Безимени поток	4	1.23.43.12	246.3
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.44	141.0
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.45	236.4
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.46	142.8
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.47	395.2
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.48	943.8
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.49	715.7
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.50	216.1
<i>Безимени поток</i>	3	1.23.51	147.0
Дивостински поток	2	1.24	6932.8
<i>Безимени поток</i>	3	1.24.1	1588.9
<i>Безимени поток</i>	3	1.24.2	879.1
<i>Безимени поток</i>	3	1.24.3	2457.5
Драчка река	2	1.25	12913.0
<i>Безимени поток</i>	3	1.25.1	2518.3

Безимени поток	4	1.25.1.1	481.0
Безимени поток	4	1.25.1.2	290.8
<i>Видарички поток</i>	3	1.25.2	5481.7
Безимени поток	4	1.25.2.1	1395.6
Безимени поток	4	1.25.2.2	617.4
<i>Безимени поток</i>	3	1.25.3	885.4
<i>Безимени поток</i>	3	1.25.4	554.1
<i>Безимени поток</i>	3	1.25.5	1808.3
Безимени поток	4	1.25.5.1	429.2
<i>Безимени поток</i>	3	1.25.6	3718.7
Безимени поток	4	1.25.6.1	407.8
<i>Безимени поток</i>	3	1.25.7	1286.5
Безимени поток	4	1.25.7.1	993.8
<i>Безимени поток</i>	3	1.25.8	2659.7
<i>Безимени поток</i>	3	1.25.9	1516.2
<i>Безимени поток</i>	3	1.25.10	1436.6
Вињштански поток	2	1.26	4643.5
<i>Безимени поток</i>	3	1.26.1	615.6
Амбарина поток	2	1.27	1120.2
<i>Безимени поток</i>	3	1.27.1	650.5
Безимени поток	2	1.28	1170.2
Змајевац поток	2	1.29	4591.4
<i>Безимени поток</i>	3	1.29.1	1688.7
Бабушинац поток	2	1.30	3682.4
<i>Безимени поток</i>	3	1.30.1	825.7
Миленковац поток	2	1.31	1943.5
<i>Безимени поток</i>	3	1.31.1	1157.9
Долине поток	2	1.32	1471.0
<i>Безимени поток</i>	3	1.32.1	387.7
Безимени поток	2	1.33	845.2
Безимени поток	2	1.34	511.5
Маринац поток	2	1.35	761.6
Ристовски поток	2	1.36	1294.3
<i>Безимени поток</i>	3	1.36.1	698.5
Безимени поток	2	1.37	258.1

ИЗДАВАЧ
Географски институт
„Јован Цвијић“ САНУ

Прихваћено на седници Научног
већа Института 5. VII 2006.

УРЕДНИК
др Јасмина Ђорђевић

РЕДАКЦИЈСКИ ОДБОР
др Јасмина Ђорђевић
др Марина Тодоровић
др Мирчета Вемич
др Милан Радовановић
др Жељко Бјељац
др Иван Поповић

РЕЦЕЗЕНТИ
др Љиљана Гавриловић
др Владан Дуцић

ТЕХНИЧКИ УРЕДНИК И
ПРЕВОД НА ЕНГЛЕСКИ
мр Ана Милановић

КАРТОГРАФСКА ОБРАДА
мр Ана Милановић
мр Милован Миливојевић
Драгољуб Штрбац

АУТОРИ ФОТОГРАФИЈА
мр Ана Милановић
Никола Милановић

ШТАМПАЊЕ ОВЕ ПУБЛИКАЦИЈЕ
ОМОГУЋИЛО ЈЕ
МИНИСТАРСТВО НАУКЕ
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ТИРАЖ
300

ШТАМПА
Форма Б, Београд

PUBLISHING FIRM
Geographical Institute
“Jovan Cvijić”, SANU

Accepted at the meeting of the Scientific
Board of Institute 5. VII 2006.

EDITOR
Jasmina Đorđević, PhD

EDITORIAL BOARD
Jasmina Đorđević, PhD
Marina Todorović, PhD
Mirčeta Vemić, PhD
Milan Radovanović, PhD
Željko Bjeljac, PhD
Ivan Popović, PhD

REVIEWERS
Ljiljana Gavrilović, PhD
Vladan Ducić, PhD

TECHNICAL EDITOR AND
ENGLISH TRANSLATION
Ana Milanović, MSc

CARTOGRAPHICAL PREPARE
Ana Milanović, MSc
Milovan Miliwojević, MSc
Dragoljub Štrbac

AUTHORS OF PHOTOGRAPHS
Ana Milanović, MSc
Nikola Milanović

PRINTED OF THIS BOOK WAS
SUPPORTED BY
MINISTRY OF SCIENCE OF THE
REPUBLIC OF SERBIA

CIRCULATION
300

PRINTED BY
Forma B, Belgrade

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

911.2 (497.11)

628.1 (497.11)

МИЛАНОВИЋ; Ана

Хидрогеографска студија реке Лепенице /
Ана Милановић ; [аутори фотографија Ана
Милановић, Никола Милановић] - Београд :
Географски институт “Јован Цвијић” САНУ,
2007 (Београд : Форма Б). – 137 стр. :
илуст. ; 25 см. – (Посебна издања /
Српска академија наука и уметности,
Географски институт “Јован Цвијић” ; књ. 70)

На спор. насл. стр. : Hydrogeographical Study
of Lepenica River. – Тираж 300. –
Библиографија : 121-124. – Summary.

ISBN 978-86-80029-38-2

а) Слив Лепенице
COBISS.SR – ID 143190540