

ИНСТИТУТ ЗА ШУМАРСТВО, БЕОГРАД

**СТУДИЈА УГРОЖЕНОСТИ ПУТЕВА I И II РЕДА ОД
ПОЈАВЕ ПОПЛАВА И БУЈИЧНИХ ТОКОВА У СЛИВУ
КОЛУБАРЕ**

НАРУЧИЛАЦ: ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ ПУТЕВИ СРБИЈЕ

Београд, март 2017

ИНСТИТУТ ЗА ШУМАРСТВО, БЕОГРАД

**СТУДИЈА УГРОЖЕНОСТИ ПУТЕВА I И II РЕДА ОД
ПОЈАВЕ ПОПЛАВА И БУЈИЧНИХ ТОКОВА У СЛИВУ
КОЛУБАРЕ**

Руководилац студије

Директор

Проф.др. Станимир Костадинов

Др Љубинко Ракоњац, научни саветник

Београд, март 2017

Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава у бујичних токова у сливу Колубаре урађена је у

у Институту за шумарство, Београд

у периоду од 13.12.2016год. до 21.03.2017 год.

Руководилац студије

Проф.др Станислав Костадинов, дипл.инж.шум за ерозију и бујице

Сарадници на студији

Проф.др Славољуб Драгићевић, дипл.географ

Др. Томислав Стефановић, дипл.инж.шум. за водопривреду ерозионих подручја

Др Иван Новковић, дипл.географ

Мастер Драган Гагић, дипл.инж.грађ.

Зоран Јаћимовић, дипл.инж.грађ.

Проф.др. Драган Млађан, дипл.инж.

Мацт.инж.шум. Наталија Момировић

Посл. бр 1. Fi 297/13.....

Privredni..... суд у Beogradu..... судија Mirjana Trninić.....

као судија појединац у судскорегистарској правној ствари предлагача.....

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO, Beograd, Kneza Višeslava br.3.....

ради уписаusklađivanja sa Zakonom o klasifikaciji delatnosti i Uredbom o.....

klasifikaciji delatnosti.....

дана 18.06.2013....., донео је

РЕШЕЊЕ

Усваја се захтев предлагача за упис у судски регистар и одређује се упис у судски регистар, у регистарски уложак

бр. 5-777-00....., података садржаних у прилозима уз пријаву бр. 3.....

који су саставни део овог решења.

Судија,
Mirjana Trninić
ztp

Поука о правном леку: Против овог решења може се изјавити жалба, преко овог суда, Privrednom апелационом

суду у Beogradu..... у року од 8 дана од дана достављања преписа решења.

4. Препис решења

Фирма и седиште subjekta upisa	Institut za šumarstvo, Beograd, Ineža Viseslava br.3.			Прилог уз решење број	1
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште		5-777-00 T.S.Beograd			
Датум уписа	Ознака и број решења	Број уписа	Назив суда		
05.11.2008.god.	I F1 361/08	2	T.S.Beograd		
1.	Фирма и седиште subjekta upisa и његов матични број				
Institut za šumarstvo, Beograd, Ineža Viseslava br.3. Matični broj 17541102					
2.	Овлашћење subjekta upisa у правном промету				
Institut za šumarstvo je pravno lice i ima pravo da u pravnom prometu zaključuje ugovore i preuzima druge pravne radnje i poslove u okviru svojih predmeta poslovanja.					
3.	Врста и обим одговорности за обавезе subjekta upisa у правном промету и врста и обим одговорности за обавезе других subjekata				
Institut za svoje obaveze kao subjekt upisa u pravnom prometu odgovara celokupnom svojom imovinom.					
4.	Одговорност оснивача за обавезе subjekta upisa				
Osnivač za obaveze Instituta odgovara u slučajevima i pod uslovima propisanim Zakonom.					
Судија, Tatjana Vlasisavljević, s.r. za tačnost otpisane overava:					
Следи наставак број:				4. Прилог уз препис решења	

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз изворник решења и регистарски лист.

Број регистарског улошка регистарског
суда и његово седиште

5-777-00

Редни број	Фирма, односно назив и седиште, ознака регистра и број регистарског уписа, матични број и број рачуна оснивача односно име и адреса, лични број и број личне карте оснивача и члана	Број и датум акта о оснивању	Датум приступања
1	2	3	4
1	VLADA REPUBLIKE SRBIJE	Odluka 05 br. 023-1004/2004-001 od 19.02.2004.	
2			
3			
4			
5			

Уписани и уплаћени основни капитал, односно смањење основног капитала

Прилог уз
решење
број

3

Број регистарског улошка регистарског суда
и његово седиште

5-777-00 Привредни суд у Београду

Датум
уписа

Ознака и број решења

Број уписа

Назив суда

18.06.2013.

1 Fi 297/13

3

PS BEOGRAD

1.

Делатности, односно послови и послови спољнотрговинског промета субјекта уписа

- 72.19 Истраживање и развој у осталим природним и техничко-технолошким наукама.
72.11 Истраживање и експериментални развој у биотехнологији.
72.20 Истраживање и развој у друштвеним и хуманитарним наукама.
74.90 Остале стручне, научне и техничке делатности.
02.40 Услугне делатности у вези са шумарством.
41.10 Разрада грађевинских објеката.
62.01 Рачунарско програмирање.
58.11 Издавање књига.
70.22 Консултанске активности у вези с пословањем и усталим управљањем.
69.10 Правни послови.
69.20 Рачуноводствени, књиговодствени и ревизорски послови; пореско саветовање.
71.12 Инжењерске делатности и техничко саветовање.
72.20 Техничко испитивање и анализе.
71.11 Просторно и урбанистичко планирање.
Послови са иностранством и обављање спољнотрговинског промета у оквиру регистрованих делатности



Судија,

Minjana Tkninčić

Следи наставак број:

zto

4. Прилог уз препис решења

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија — прилог уз изворник решења и регистарски лист.

ОБРАЗАЦ: Прилог уз решење број 3

Прилог уз
решење
број

4

Број регистарског улошка регистарског суда
и његово седиште

5-777-00 Т.С.Београд

Датум уписа

Ознака и број решења

Број уписа

Назив суда

19.02.2009.god.

I F1 48/09

4

Т.С.Београд

1.

Имена лица овлашћених за заступање субјекта уписа и границе њихових овлашћења

Upisuje se:

Direktor Instituta za šumarstvo dr Ljubinko Askonjac, dipl. inž. šumarstva, ЈМБГ 0301903704509, ima pravo zastupanja sa neograničenim ovlašćenjima.

Briše se:

Vršilac dužnosti direktora Instituta za šumarstvo dr Ljubinko Askonjac, dipl. inž. šumarstva, sa neograničenim ovlašćenjima.

2

Имена лица овлашћених за заступање субјекта уписа у обављању послова спољнотрговинског промета и границе њихових овлашћења

Судија,

Tatjana Vlaisavljević, s.r.

za tačnost otpравke (overava):

Следи наставак број:

4. Прилог уз препис решења

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз изворник решења и регистарски лист.

ОБРАЗАЦ: Прилог уз решење број 4



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

ЛИЦЕНЦА

ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

Станимир Ц. Костадинов

дипломирани инжењер шумарства
ЈМБ 2005946710155

одговорни пројектант
објеката за уређење бујица и заштиту од ерозије и мелиорација шумских и
пољопривредних површина

Број лиценце

375 4795 03



У Београду,
20. новембра 2003. године

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ

Проф. др Драгослав Шумарац
дипл. грађ. инж.



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

ЛИЦЕНЦА

ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

Томислав П. Стефановић

дипломирани инжењер шумарства
ЈМБ 1205958714011

одговорни пројектант
објеката за уређење бујица и заштиту од ерозије и мелиорација шумских и
пољопривредних површина

Број лиценце
375 6087 03

У Београду,
25. децембра 2003. године



ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ

Проф. др Драгослав Шумарац
дипл. грађ. инж.



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

ЛИЦЕНЦА

ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

Драган Д. Гагић

дипломирани грађевински инжењер

ЈМБ 2203970710278

одговорни пројектант

саобраћајница

Број лиценце

315 3741 03



У Београду,
06. новембра 2003. године

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ

Милош Лазовић

Проф. др Милош Лазовић
дипл. грађ. инж.

ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК

ОПШТЕ

Поплаве и бујични токови, односно бујице представљају најчешће елементарне непогоде које могу да проузрокују вишенедељне прекиде саобраћаја. Кишне падавине и отапање снега у горњим деловима речних сливова најчешћи су узрочници поплава, како на великим рекама, тако и на бујичним токовима. Огромна количина воде која се слива у речна корита има велику кинетичку енергију. Бујична поплава представља нагли надолазак воде у речном кориту, оптерећене високом концентрацијом чврсте фазе—наносом који резултира изливањем из корита. Вода у бујичним токовима достиже брзину од 5 до 10 метара у секунди и са собом повлачи огромне количине наноса који су последица деловања ерозивних процеса.

Учесталост и интензитет поплава и бујичних поплава зависе од климатских фактора и физичко - географских карактеристика сливова који их чине сталном претњом са последицама у еколошкој, економској и социјалној сфери. Непланске активности на измени речних корита доводе до повећања ерозије и значајно увећавају деструктивну моћ поплава и бујичних поплава.

Геоморфолошке и хидролошке карактеристике слива реке Колубаре чине је предиспонираном за формирање поплавних таласа значајних запремина, са израженим максималним протицајем. На сливу реке Колубаре, постоји само неколико мањих акумулација и ретензија које имају релативно скромне капацитете за пријем поплавних таласа. Због тога су честа изливања при појави великих вода, чиме су угрожени здравље и имовина становништва, инфраструктура, привредни објекти и пољопривредне површине. Катастрофалне последице поплава 2014. године које су погодиле целокупан слив реке Колубаре, указале су на неопходност унапређења и предузимања одговарајућих мера заштите.

ЦИЉ ИЗРАДЕ СТУДИЈЕ

Учесталост поплава и бујица које се готово сваке године појављују на појединим водотоцима често изазивају оштећења саобраћајница, мостова и других објеката, што доводи до значајних штета. Катастрофалне последице поплавног таласа из маја 2014. године, указују да је неопходно унапредити заштиту од вода у сливу Колубаре и створити услове да се боље управља ризицима од поплава и бујичних поплава у складу са потребама просторног и привредног развоја подручја.

Израда Студије угрожености путева I и II реда од појаве поплава и бујичних токова подразумева издвајање простора угрожених изливањем великих вода одређених вероватноћа појављивања. Осим тога евиденција угрожених деоница путева I и II реда треба да омогући процену ризика на издвојеним угроженим деловима слива. Циљ израде Студије угрожености путева I и II реда од појаве поплава и бујичних токова је регистровање места на мрежи путева угрожених појавом поплава и бујичних поплава и дефинисање концепције заштите путне мреже од великих вода у сливу Колубаре. Из

Студије треба да произађе и предлог одређених приоритета у погледу мера и радова које треба предузети ради постизања адекватног нивоа заштите од поплава и бујица. У оквиру Студије треба предложити решења и мере заштите од поплава у сливу Колубаре и анализирати их са техно - економског, социјалног и еколошког аспекта.

У складу са тим, задатак Студије је да унапреди мере заштите од вода на државним путевима I и II реда. При изради Студије потребно је користити поуздане методе. Резултати Студије треба да пруже поуздане податке за будуће анализе, који ће послужити у процесу планирања и пројектовања. Сви будући радови којима се утиче на режим вода и објекти изложени утицају вода требало би да буду део комплексног решења заштите од поплава и бујица у целом сливу Колубаре, са одговарајућим критеријумима степена заштите на државним путевима I и II реда.

ЗАКОНСКИ ОКВИР И ДОСАДАШЊА ИСКУСТВА

Студија угрожености путева Iи Предаод појаве поплава и бујичних поплава у сливу реке Колубаре треба да буде израђена у складу са следећим законима:

- Закон о водама („Службени гласник РС“, бр. 30/10 и 93/12);
- Закон о режиму вода („Службени лист СРЈ“, бр. 59/98 и „Службени гласник РС“, број 101/05);
- Закон о јавним путевима („Службени Гласник РС” 101/05, 123/07, 101/11 и 93/12)
- Уредба о категоризацији државних путева ("Сл. гл. РС", број 119/13 и 105/13)
- Закон о планирању и изградњи („Службени гласник РС“, број 72/09, 81/09,64/10-УС и 24/11, 121/12, 42/13-УС, 50/13-УС, 93/13-УС, 132/14 и 145/14-исправка);
- Закон о ванредним ситуацијама („Сл. гласник РС“, бр. 111/2009, 92/2011 и 93/2012);
- Другим важећим законима и подзаконским актима која се односе на проблематику поплава и бујичних токова, а која су неопходна у процесу израде студије угрожености путева Iи Предаод појаве поплава и бујичних токова.

У оквиру Студије дати упоредни пресек досадашњих искуства код нас и у свету, као и препоруке за евентуално усвајање страних правилника, упутства и предлога мера заштите од појаве поплава и бујичних поплава.

САДРЖАЈ СТУДИЈЕ

1. Увод

У оквиру уводног дела неопходно је дефинисати појам поплава и бујичних токова и дати основне карактеристике елементарних непогода, као и циљ израде Студије угрожености путева I и II реда од појаве поплава и бујичних токова у сливу Колубаре.

2. Законски оквир и досадашња искуства

Приказати законску регулативу која дефинише ову област и степен имплементације Европских директива у законодавство Републике Србије. У оквиру овог поглавља дати и упоредни пресек досадашњих искуства код нас и у свету, препоруке за евентуално

усвајање страних правилника, упутства и предлога мера заштите од појаве поплава на државним путевима I и II реда.

3. Геопросторне карактеристике слива Колубаре

Приказати хидрографске карактеристике слива, територије општина које обухвата слив реке Колубара (административна подела), геолошке и геоморфолошке карактеристике, педолошки састав, демографске карактеристике (просечна густина насељености, насеља) и саобраћајну инфраструктуру (мрежа државних путева I и II реда).

4. Хидрометеоролошке карактеристике

Дати уводне аналитичке и истраживачке активности које подразумевају сакупљање релевантних података, ниво воде у речном кориту, количину падавина и друге податке који ће послужити у изради Студије. Као полазну смерницу за прикупљање података користити податке РХМЗ-а, као и податкерелевантних предузећа, института и завода који се баве прикупљањем и дистрибуцијом података о падавинама, нивоима воде у речном кориту и протицајима.

5. Евиденција места на путној мрежи угрожених појавом поплава

Приказати просторну расподелу угрожених места и идентификовати угрожене деонице на државним путевима I и II реда у сливу Колубаре са могућом појавом поплава и бујичних поплава.

6. Процена ризика од поплава

Регистровањем учесталости поплава и бујичних поплава и анализом података који се односе на угрожена места, дати процену појаве поплава на мрежи путева I и II реда у сливу Колубаре.

7. Предлог мера заштите

Утврдити скуп могућих превентивних мера у спречавању појаве поплава у фази пројектовања трасе пута и за места високог ризика на постојећој путној мрежи (фаза експлоатације). Предложити оквирне мере заштите од поплава на нивоу идејног решења за одабрану локацију (трајним или привременим конструкцијама за спречавање поплава и бујица).

8. Закључак

9. Прилози

10. Литература

САДРЖАЈ

І ОПШТИ ДЕО

1. Извод из регистра привредног суда у Београду о делатности института
2. Лиценце сарадника на изради студије
3. Пројектни задатак

ІІ ТЕХНИЧКИ ДЕО

1. УВОД	1
1.1. ПРИРОДНЕ НЕПОГОДЕ НА ТЕРИТОРИЈИ СРБИЈЕ.....	1
1.2. ПОПЛАВЕ	3
1.3. БУЈИЧНЕ ПОПЛАВЕ.....	4
1.4. ПРИРОДНИ ПРОЦЕСИ НА БУЈИЧНИМ СЛИВОВИМА	5
2. ЗАКОНСКИ ОКВИР И ДОСАДАШЊА ИСКУСТВА	6
2.1. ЕВРОПСКА ДИРЕКТИВА О ВОДАМА И ПОСЛЕДИЦЕ ПО БРДСКЕ СЛИВОВЕ	6
2.2. НАЈБОЉА ПРАКСА У СПРЕЧАВАЊУ И ЗАШТИТИ ОД ПОПЛАВА И УБЛАЖАВАЊУ ПОСЛЕДИЦА ОД ПОПЛАВА	7
2.3. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА У ОБЛАСТИ ВОДА И ПОПЛАВА У СРБИЈИ	8
3. ГЕОПРОСТОРНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СЛИВА КОЛУБАРЕ	11
3.1. Увод	11
3.2. ПРИРОДНИ УСЛОВИ У СЛИВУ КОЛУБАРЕ	18
3.2.1. <i>Историја стварања терена и геолошке карактеристике</i>	18
3.2.2. <i>Геолошке карактеристике слива Колубаре</i>	24
3.2.3. <i>Педолошке карактеристике слива Колубаре</i>	30
3.2.4. <i>Начин коришћења земљишта</i>	36
3.2.5. <i>Геоморфолошке карактеристике слива Колубаре</i>	39
4. КЛИМАТСКЕ И ХИДРОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ	47
4.1. КЛИМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СЛИВА КОЛУБАРЕ	47
4.1.1. <i>Анализа тренда падавина</i>	51
4.1.2. <i>Просторни распоред тренда падавина у сливу Колубаре</i>	57
4.1.3. <i>Анализа дневних падавинских екстрема за слив Колубаре</i>	60
4.2. ХИДРОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СЛИВА КОЛУБАРЕ	64
4.2.1. <i>Анализа режима протицаја Колубаре на хидролошком профилу Бели Брод</i>	66
4.2.2. <i>Средње воде - годишњи ток средњих вода</i>	66
4.2.3. <i>Колебање и тренд средњегодишњег протицаја</i>	68
4.2.4. <i>Динамика промена сезонских протицаја</i>	81
4.2.5. <i>Велике и мале воде - годишњи ток великих и малих вода</i>	82
4.2.6. <i>Тренд промена великих и малих вода</i>	85
4.2.7. <i>Прогноза појаве великих и малих вода</i>	91
4.2.8. <i>Специфични отицај</i>	95
4.2.9. <i>Водни биланс проучаваног дела слива Колубаре</i>	97
5. ПРОЦЕНА РИЗИКА ОД ПОПЛАВА	101
5.1. ИСТОРИЈСКИ ЗАПИСИ ПОПЛАВА У СЛИВУ КОЛУБАРЕ	101
5.2. ФАКТОРИ НАСТАНКА ПОПЛАВА У СЛИВУ КОЛУБАРЕ.....	105
5.3. МЕТОДЕ ПРОЦЕНЕ РИЗИКА ОД ПОПЛАВА У СЛИВУ КОЛУБАРЕ	110
5.4. FLASH FLOOD POTENTIAL INDEX (FFPI).....	111
6. ЕВИДЕНЦИЈА МЕСТА НА ПУТНОЈ МРЕЖИ УГРОЖЕНИХ ПОЈАВОМ ПОПЛАВА	115
6.1. ПОСТОЈЕЋА ПУТНА ИНФРАСТРУКТУРА У СЛИВУ КОЛУБАРЕ	115
6.2. ЕВИДЕНЦИЈА МЕСТА УГРОЖЕНИХ ПОПЛАВАМА И БУЈИЧНИМ ПОПЛАВАМА	116
7. ПРЕДЛОГ МЕРА ЗАШТИТЕ	138

7.1. ЗАШТИТА ОД ПОПЛАВА	138
7.2. ОДБРАНА ОД БУЈИЧНИХ ПОПЛАВА.....	139
7.3. РАДОВИ И МЕРЕ ЗА САНАЦИЈУ РАЗВИЈЕНИХ ПРОЦЕСА ЕРОЗИЈЕ	140
7.3.1. Ретенциони радови.....	141
7.3.2. Биолошки и биотехнички радови.....	143
7.3.3. Мелиорације	147
7.3.4. Технички радови у хидрографској мрежи.....	149
7.3.5. Забране	149
7.4. УСКЛАЂИВАЊЕ ПРОТИВЕРОЗИОНОГ УРЕЂЕЊА СЛИВА СА ЗАХТЕВИМА ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ ШУМА НА ТОМ ПОДРУЧЈУ	152
7.5. ОДВОДЊАВАЊЕ И ЗАШТИТА САОБРАЋАЈНИЦА ОД ДЕЈСТВА ВОДЕ.....	153
7.5.1. Утицај воде на стабилност објекта	153
7.5.2. Технички радови за заштиту путева од површинских вода.....	154
8. ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ ЗАШТИТЕ ОД ЕРОЗИЈЕ И ОДБРАНЕ ОД БУЈИЧНИХ ПОПЛАВА У СЛИВУ РЕКЕ ОБНИЦЕ	156
8.1. Увод.....	156
8.2. Геолошке карактеристике слива реке Обнице.....	156
9. ЗАКЉУЧАК	161
10. ЛИТЕРАТУРА	163
11. ПРИЛОЗИ.....	167

II ТЕХНИЧКИ ДЕО

1. УВОД

1.1. Природне непогоде на територији Србије

Све већа научно-технолошка развијеност савременог друштва није умањила неопходност познавања и разумевања природних услова и процеса који владају на Земљиној површини. И поред бројних покушаја да овлада природом, да је потчини и прилагоди својим потребама, да успостави контролу над природним процесима, савремени човек није успео у потпуности да остане независан од природе. Све израженија антропопресија условила је и пораст деградације природних услова на Земљиној површини. Ове промене настају деловањем природних процеса чији су интензитети мање или више модификовани деловањем човека. Као резултат измењености природних услова и процеса, јавили су се и негативни одговори природе на такво стање. Као одговор природе на промену природних услова и процеса, јављају се *природне непогоде*.

Као резултат деградације природних услова дошло је до повећања броја и интензитета природних непогода и њиховог негативног утицаја на природу, становништво и материјална добра. Разумевање узрока настанка природних непогода има немерљиву важност у изради стратегија просторног развоја, правилној намени површина, спречавању деградације животне средине (заштити простора), итд. Осим тога, овакав приступ представља реалну основу за развијање савременог начина управљања природним непогодама, побољшање степена спремности државних структура, локалних заједница и становништва за реаговање у ванредним ситуацијама које су условљене природним непогодама. Развијање свести, а на основу тога и мера за ублажавања последица природних непогода тичу се сваког човека, друштва и нације. Природни услови најчешће представљају потенцијале, а непогоде ограничења у планирању, уређењу и развоју једног простора, те се морају адекватно изучити пре почетка планирања намене коришћења земљишта.

Квантитет и фреквентност природних непогода прогресивно расте са технолошким напретком човечанства, односно са степеном деградације животне средине. Последњих деценија није евидентан само тренд повећања броја природних непогода, него је присутно и повећање њихове деструктивности. У периоду од 1900. до 2013. године догодиле су се 25.552 природне непогоде. Од тога, највише је било хидросферских, затим атмосферских, литосферских и биосферских катастрофа. У њима је укупно настрадало 65 милиона људи, повређено 15 милиона, а без дома је остало 337 милиона становника наше планете. У наведеном периоду, највише је било појава поплава, укупно 8.331 забележен догађај. Током периода 1900-2013. година, са фокусом на десетогодишње периоде, највише природних катастрофа догодило се у периоду 2000-2013. година (10.240), а најмање од 1911. до 1920. године (162). Од тога, највише погинулих је било од 1901. до 1910. (12.764.966), а најмање (973.794) у периоду од 1991. до 2000. године. Највише повређених било је у периоду од 2001. до 2013. године (8.268.219), а најмање од 1901. до 1910. године (82). У периоду од 2001. до 2013. године, највише људи (152.128.062) је остало без дома, док је тај број био најмањи (140.200) у периоду од 1940. до 1950. године (Cvetković V., Dragičević S., 2014).

Природне непогоде су резултат просторне интеракције између екстремних природних догађаја и становништва које је осетљиво на такве процесе (Degg M., 1992). *Природне непогоде су појаве нарушавања стабилности природних система деловањем природних процеса, у последње време знатно модификованих антропогеним утицајем.* Уколико нанесу огромне штете друштву, односно насељеном подручју, природне непо-

годе постају природне катастрофе. Према дефиницији УН (UNCHS, 1994), природна катастрофа је међусобни утицај природних опасности изазваних у већини случајева неочекиваним и изненадним природним догађајем, и услова угрожености, који проузрокује озбиљне губитке за човека и његову средину (природну и изграђену). Наведени губици стварају патње и хаос у нормалним оквирима живота, друштвено – економским, културним, и понекад политичким. Такве ситуације захтевају помоћ од стране међународних и националних институција, као допринос самосталном и заједничком одговору. "Катастрофа је елементарна непогода или друга несрећа и догађај који величином, интензитетом и неочекиваношћу угрожава здравље и животе већег броја људи, материјална добра и животну средину, а чији настанак није могуће спречити или отклонити редовним деловањем надлежних служби, органа државне управе и јединица локалне самоуправе, као и несрећа настала ратним разарањем или тероризмом" (Закон о ванредним ситуацијама, „Сл. гласник РС“, бр. 111/09, 92/11 и 93/12).

Настанак, обим и време трајања природних непогода у већини случајева се не могу унапред предвидети, али се за извесне појаве, на основу искустава, статистичких података и методе моделовања, а с обзиром на место појаве, може предпоставити да ће до њих доћи. Постоји велики број класификација природних непогода. С обзиром на то да оне представљају нагле и екстремне природне феномене, према месту настанка и развоја непогода најприкладнија њихова класификација била би на *литосферске* (вулканизам, сеизмизам, геоморфолошке непогоде – клизишта одрони и урушавања тла, удари астероида, комета и метеорита) атмосферске (интензивне падавине, екстремне температуре, олујно-градоносне непогоде, електрична пражњења, мраз, поледица, магла, суша), хидросферске (поплаве, цунами, лавине) и биосферске (епидемије, епизоозе, епифитозе, шумски пожари).

Свака територија на Земљиној површини зависно од комплекса физичко-географских услова има своје специфичности и природне предиспозиције за одређене појаве и процесе, па тиме и за одређену врсту природне непогоде. Територија Републике Србије изложена је опасностима од природних непогода и технолошких удеса, а степен угрожености је различит у зависности од врсте непогоде или удеса, али довољан да може изазвати знатне последице, угрозити здравље и животе људи и проузроковати штету већег обима на материјална добра. Планирање и уређење простора са становишта обезбеђења заштите од природних непогода и технолошких удеса представља саставни део планирања, уређења и заштите простора.

Имајући у виду природне карактеристике територије Србије, као најважнији потенцијални ризици од катастрофа, изазваних природним и антропогеним факторима, детерминисане су литосферске (сеизмизам, клизишта), атмосферске (олујно-градоносне, суша), хидросферске (поплаве) и биосферске (шумски пожари) непогоде. Процењује се да је око 25 % територије Републике Србије захваћено клизиштима и одронима, а јачим категоријама ерозије више од 35 % њене територије.

Тренутно стање заштите од природних непогода на територији Србије карактерише непотпуност и недоступност информација о ризицима од могућих природних непогода, као и о последицама које могу изазвати, при чему се посебно издваја недовољно учешће јавности "public participation". Посебно се издваја недовољан капацитет локалних органа, стручних служби и консултаната за савремени приступ управљању ризицима од природних непогода, као и неадекватан мониторинг природних, природно-антропогених и антропогених процеса у циљу заштите од природних непогода. Тренутно стање карактерише и неодговарајући законски оквир и недостатак адекватних законских и техничких регулатива, као и непостојање јединствене базе података о просторном размештају одређених природних непогода, односно дереминисање потенцијално критичних зона. Стање

укупног система заштите од природних непогода на територији Србији није задовољавајуће, посебно у односу на просторне аспекте управљања ризиком.

1.2. Поплаве

Потенцијално плавна подручја у Србији захватају површину од 1,52 милиона ha и на њима се налази око 500 већих насеља и 515 индустријских објеката. Поред тога, поплавама је угрожено 680 km железничких пруга и око 4.000 km путева (Петковић С., Костадинов С., 2008). Дакле, на територији Србије, поплаве и клизишта представљају најчешће природне непогоде. У Србији се проблем изливања великих вода јавља практично на свим рекама, и малим и великим. Водопривредни аспект ерозије и наноса добро је познат, јер су проблеми ерозионе продукције и транспорта наноса присутни у скоро свим областима водопривреде. Нажалост, још увек не постоји Катастар клизишта за територију Србије, а то је неопходно за било какву намену коришћења површина. Осим катастра клизишта, не постоји ни Карта ерозије (последња је штампана 1983. године), као ни катастри бујичних токова новијег датума. Овим се потврђује недовољна интеракција између просторног планирања и превенције ризика од природних непогода.

Поплава се дефинише као појава изливања великих вода из речног корита, а велика вода је највиши достигнути ниво воде у реци током једног поводња. Оне настају када прилив воде у речно корито премашује капацитет природног ретензирања или инфилтрације, односно када је површински отицај максимално изражен. Поплаве на рекама су у највећем броју случајева природне појаве, али на обим поплава може утицати и антропогени фактор. Настају једностраним или мултиплицираним деловањем више фактора, како природних, тако и антропогених. Услед деструктивности овог природног феномена, чине се значајни напори у предвиђању, прогнози и заштити од поплава, чији ефекти нарочито долазе до изражаја ако постоји подршка и разумевање овог проблема од стране свих угрожених.

Поплаве су пре свега, природне непогоде, које могу озбиљно пореметити економски развој друштва, изазвати штете животној средини, често и људске жртве. Материјална богатства су много више угрожена него раније, ненадокнадиви губици људских живота су чешћи услед веће учесталости појаве поплава (Вукадиновић 2003). Дакле, у садашње време оне настају као последица комбинације природних и антропогених чинилаца, тј. релација у систему човек – животна средина. Антропогени утицај је условио феномен климатских промена који повећава вероватноћу појаве поплава као и других елементарних непогода. У том смислу, сценарији климатских промена су од изузетног значаја као и, на основу тога, предвиђање појава поплава. Као последица промене режима падавина, јавио се велики дисбаланс између корисних – малих и средњих вода и са друге стране великих, поплавних и штетних вода, у корист ових последњих (Гавриловић Љ, 1981).

Од недавно, управљање ризицима од поплава је обавеза према Директиви 2007/60/ЕК за земље чланице Европске Уније. Како Србија тежи чланству Европске Уније, наша земља усклађује своје законодавство са ЕУ. Имплементација Директиве о поплавама је на самом почетку.

Појава поплава може бити изазвана атмосферским (обилне падавине, топлење снежног покривача, ледене бране), геоморфолошким (клизишта и одрони), технолошким (оштећења на бранама) као и узроцима тектонског порекла (цунами) (Гавриловић, 1981). У Директиви о процени и управљању ризицима од поплава Европске Уније (2007/60/ЕК, члан 2.), дата је подела поплава које се дешавају у границама Европске Уније, и то:

- поплаве великих река

- поплаве планинских бујица
- поплаве повремених медитеранских токова
- поплаве у приобалним зонама које долазе са мора.

За наше природне услове релевантна су прва два типа поплава, тј. у нашој земљи важи следећа генетска класификација поплава (Гавриловић, 1981):

- поплаве изазване кишом и отапањем снега
- ледене поплаве
- поплаве услед коинциденције високих вода
- поплаве изазване клижењем земљишта и бујичне поплаве.

1.3. Бујичне поплаве

Као посебан тип поплава на водотоцима, издвајају се *бујичне поплаве*. Њихова појава је везана за бујичне водотоке, чија је основна карактеристика специфичан хидролошки и псамолошки режим (режим наноса). Као резултат продукције наноса у сливу јавља се његово премештање од вододелнице ка водотоку и даље транспортовање хидрографском мрежом. Основна карактеристика бујичних токова је незнатна количина воде у већем делу године, али велики протицаји после интензивних падавина. У том периоду они постају двофазни, односно осим воде (течна фаза) транспортују и велике количине наноса (чврста фаза), што повећава ризик изливања воде из корита. Бујичне поплаве у сливу настају као последица интензивних падавина или наглог отапања снежног покривача, а одликују се брзим формирањем бујичних таласа. Основна карактеристика ових таласа је вода засићена великим концентрацијама наноса, кратко трајање и велике штете. За разлику од средњих и великих водотока на којима је трајање великих вода продуженог интензитета, што омогућава правовремено реаговање и заштиту од поплава, код бујичних водотока је потпуно другачија ситуација. Због велике брзине формирања и наиласка поплавног таласа, мало је времена за превентивно деловање (практично онемогућена редовна одбрана, већ се одмах ступа у фазу ванредне одбране од поплава), па је мониторинг посебно значајна мера заштите од бујичних поплава.

На територији Србије, јужно од Саве и Дунава према катастрима бујичних токова рађених педесетих и шездесетих година XX века, регистровано преко 12.500 бујичних токова (без Војводине). На основу најновијих истраживања, у периоду 1915-2013. година, на територији Србије је регистровано 848 догађаја бујичних поплава у којима је живот изгубило више од 133 људи (Петровић А., 2014).

То значи да је практично угрожена цела Србија, јужно од Саве и Дунава (брдско-планински део Србије). Ипак, треба истаћи да су поред градова Крагујевца, Јагодине, Љубовије, Пирота, Грделице и Власотинца најугроженија подручја: Грделичка клисура и Врањска котлина, слив реке Нишаве, Ибарска клисура, слив Тимока, слив реке Јадар, слив реке Колубаре, слив Дрине узводно од Лознице, сливови Млаве и Пека, слив Биначке Мораве на Косову и Метохији. У наведеним подручјима су главне саобраћајнице коридора 10 у источној и југоисточној Србији (према Софији и Турској и на југ према Солуну и Атини), као и регионалне саобраћајнице уз Ибар и Дрину.

Овај феномен је карактеристичан за брдско-планинске сливове у Србији који су угрожени водном ерозијом различитих категорија разорности. Процес ерозије земљишта присутан је на целој територији Србији, а годишња продукција наноса износи $37.25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, што је четири пута више у односу на нормалну геолошку ерозију (Kostadinov, 2007). Најизразитији бујични сливови у Србији су сливови притока Јужне, Западне и Велике Мораве, код којих је однос малих и великих вода у значајнијем дисбалансу

(1:1000 и више), што указује и на интензивне процесе ерозије у сливовима (Kostadinov, 2008).

1.4. Природни процеси на бујичним сливовима

Генеза бујичних поплавних таласа је резултат више природних процеса на бујичним сливовима који представљају компоненте хидролошког циклуса (Bewen, 2001; DeBarry, 2004). Тако, процес отицања на једном бујичном сливу представља део глобалног хидролошког циклуса.

Када се анализира процес отицања, морају се анализирати и процеси интерцепције, евапотранспирације и инфилтрације. Појава задржавања дела кишнице на вегетационом покривачу која не учествује у формирању отицаја назива се интерцепција. Интерцептивна кишница се највећим делом враћа у атмосферу испаравањем, а део апсорбује вегетација. Под појмом евапотранспирација подразумева се губитак воде путем испаравања са земљишта и водених површина као и вегетационог прекривача. Интензитет евапотранспирације је у вези са температуром ваздуха и воде, влажности ваздуха, инсолацијом, брзином ветра али и особинама земљишта и вегетације (Ђukić, 2012d). Прегледом литературе, може се уочити да се у неким хидролошким прорачунима отицаја, процеси евапорације и транспирације биљака обично третирају заједно.

Инфилтрација воде у земљиште је веома важан процес вертикалног кретања воде кроз земљиште с обзиром да утиче на смањење површинског отицаја, а одвија се под дејством гравитационих и капиларних сила (Rawls et al., 1996). Међутим, процес инфилтрације битно зависи од степена сатурисаности земљишта. Када је земљиште засићено претходним падавинама, моћ инфилтрације је мала и обрнуто. На почетку кише инфилтрација је највећа, а током трајања кише интензитет инфилтрације опада.

Када интензитет кише превазиђе инфилтрациони капацитет земљишта долази до формирања површинског отицаја. Ефективне или нето падавине су онај део укупних бруто падавина који чини отицај. Укупан отицај у бујичном сливу се састоји из три компоненте: површински отицај, подповршински отицај и подземни отицај. Површински отицај се односи на отицај по површини падина и хидрографском мрежом, подповршински на отицај који се креће површинским слојем земљишта и са кашњењем доспева у хидрографску мрежу, а подземни отицај на део кишних падавина који се инфилтрира у земљиште, понире и доспева до вододржљивих стенских маса а онда путем извора доспева на површину терена и у хидрографску мрежу (Rawls, 1964; Prakash et al., 1996; DeBarry, 2004; Bewen, 2008; Ристић & Малошевић, 2011).

Екстремне кишне епизоде су главни покретач процеса генезе површинског отицаја и ерозије земљишта који су директно и блиско повезани. Они се одвијају готово симултано и њихови продукти, огромна количина воде и наноса, улазе у хидрографску мрежу и настављају своје кретање као двофазни флуид (Bathurst, 2007). Снага воде у оваквим процесима чини да протицај воде и пронос наноса током бујичних поплавних таласа представљају највећи удео у укупном годишњем протицају и транспорту наноса. Ерозија земљишта, тј. процес генезе наноса представља одношење површинског слоја земљишта под утицајем површинског отицања воде и значајан је фактор деградације земљишних ресурса неког подручја (Гавриловић, 1975; Костадинов, 2008).

2. ЗАКОНСКИ ОКВИР И ДОСАДАШЊА ИСКУСТВА

Имајући у виду значај воде као ресурса без кога не би био могућ живот на Земљи, Европска Унија посвећује велику пажњу водама са аспекта коришћења, заштите вода од деградације и заштите од вода. У оквиру својих надлежности, усвојила је Оквирну директиву за воде (*Water Framework Directive* - WFD-а, Оквирна директива за воде).

2.1. Европска директива о водама и последице по брдске сливове ¹

У уводу Европске директива о водама, *Water Framework Directive_CY.pdf* (WFD-а) дају се између осталог и потенцијалне импликације на управљање брдским сливовима. Дају се одговори на питања зашто је била потребна директива и који су “најреволуционарнији аспекти” директиве. Закључује се да се последице по управљање брдским сливовима могу поделити на:

- Последице по брдске река и језера
- Последице које се односе на управљање земљиштем (пољопривреду, шумарство)
- Последице на шљункаре.

Улога Директиве о водама је да се заштите површинске воде, транзитне воде, обалне и подземне воде, чиме се спречава даље погоршање стања и побољшава акватичност екосистема, као и терестријалног екосистема и мочвара које директно зависе од стања акватичног екосистема. Европска директива о водама WFD се не односи само на квалитет воде, што се често погрешно тумачи. У директиви се посебно истиче неопходност планирања и управљања рекама на основу сливова (*River Basin Management Planning*). Земље чланице су у обавези да учине све да план управљања рекама на основу сливова буде обезбеђен за сваки регион који се у потпуности налази на њиховој територији.

Сви захтеви WFD-а (*WaterFrameworkDirective_CY.pdf*) примењују се, осим на средње и доње токове река, и на горње токове река, као и на притоке са сливовима површине $A > 10 \text{ km}^2$ и на језера чије су површине $A > 0.5 \text{ km}^2$, или на било које величине које се морају очувати због свог значаја. Брдске реке и језера имају различит квалитет биолошких, морфолошких и хемијских елемената, али морају постићи тзв. *добро стање* (*good status*). Неки од ових система ће бити први пут заштићени законом.

Револуционарни аспекти се састоје у постављању циљева и стандарда за цео акватични екосистем, што се мора постићи интегралним плановима и контролом дифузног загађења. Контрола дифузног загађења подразумева адекватно управљање пољопривредним и шумским земљиштем и планом коришћења земљишта. Последице по управљање брдским земљиштем су: захтеви да се контролише дифузно загађење мерама заштите од ерозије (што ће имати за последицу промену управљања овим земљиштем), а потреба за регулисањем киселости вода ће према неким претпоставкама повећати захтеве за повећаном киселости брдских површина, и могуће потребе за обнављањем шума у сливу.

Детаљне мере би могле захтевати приступ решавања у два или три нивоа и то:

- Почетна мера садржи Основни план производње на земљишту уз ограничену примену,

¹ *WaterFrameworkDirective_CY.pdf*

- Наредна мера садржавала би Детаљни план производње и примену комбинације земљиште/нутриент мера и
- Коначну меру би чиниле мере на циљним, ризичним сливовима, од којих би користи имало више газдинстава.

2.2. Најбоља пракса у спречавању и заштити од поплава и ублажавању последица од поплава ²

Након великих поплава у Европи 2002. године чланице Европске заједнице Холандија и Француска преузеле су вођство у изради документа под називом *Intl_BestPractices_EU_2004.pdf* (Праксе ЕУ) "Најбоља пракса у спречавању и заштити од поплава и ублажавању последица од поплава" (у даљем тексту "Најбоља пракса ..."). Ради се о документу који представља обновљену и допуњену верзију Смерница за спречавање поплава у складу са одрживим развојем, који је претходно израдила Економска комисија Уједињених Нација за Европу (United Nations and Economic Commission for Europe (UN/ECE) – Guidelines on Sustainable flood prevention 2000, Водич за одрживу превенцију поплава 2000). "Најбоља пракса..." се састоји из три дела: у првом делу су описани основни принципи и приступи решавања проблема, у другом се разматрају начини за примену, а у трећем су дати закључци.

У првом делу након основних констатација о поплавама као природном феномену и негативном утицају људи на поплаве, као што су урбанизација, агрикултурне мере, сеча шума, наводе се као важни следећи проблеми и с тим у вези предлажу одговарајуће препоруке:

- "Противпоплавана" стратегија треба да разматра целу површину слива, промовише се координирани развој и управљање акцијама које се тичу воде, земљишта и припадајућих ресурса
- С обзиром на учесталији и, по последицама, израженији тренд поплава, мора се изменити став према поплавама са пасивног (ублажавања последица) на активни (спречавање или превенцију не само чешћих него и оних поплава ређе појаве)
- Коришћење поплавних подручја треба прилагодити постојећем ризику. Одговарајући инструменти и мере треба да буду развијени за све проблеме који се тичу поплава: сама поплава, пораст нивоа подземних вода, загушење канализационе мреже, ерозија, масовно таложење наноса, проблем клизишта, поплава леда итд.
- У циљу ефикасног решавања, неопходна је примена комбинације инвестиционих (грађевинских) и неинвестиционих мера
- Тачна и благовремена прогноза и узбуњивање су предуслов за смањење штета од поплава, чија ефикасност битно зависи од припреме и одговарајуће реакције
- Промена климе ће према ИРСС конференцији у Шангају 2001. године проузроковати многе негативне појаве. Закључено је да се може очекивати следеће: у 21. веку просечне температуре ће порастати за 1.4-5.8 °C, а с тим у складу очекивани пораст нивоа мора за 9-88 cm, влажна подручја ће постајати све више влажна, а сува све више сува, што ће имати за последицу већу вероватноћу појаве поплава и дуже и чешће сушне периоде.

У другом делу "Најбоље праксе ..." поновно се истиче важност примене основних принципа одрживости и то:

² Intl_BestPractices_EU_2004.pdf

- Мешање људи у природне процесе мора бити заустављено, штете компензоване и у будућности спречени даљи негативни утицаји.
- Интегрално управљање сливним површинама је једини прави начин управљања сливовима. Оно подразумева укључивање целокупног слива, интердисциплинаран и прекогранични приступ, координиран развој и координиран начин управљања ресурсима.

Од недавно, управљање ризицима од поплава је обавеза према Директиви 2007/60/ЕК за земље чланице Европске Уније. Како Србија тежи чланству Европске Уније, наша земља усклађује своје законодавство са ЕУ. Имплементација Директиве о поплавама је на самом почетку. Међутим, историјски осврт по питању поплава у истраживаној области - речном сливу треба да буде чак и полазна тачка. Према Директиви о поплавама - поглавље 2, члан 4, став 2, потребно је урадити *прелиминарну процену ризика од поплава* и то на основу, између осталог, историјских података и описа поплава које су имале значајан утицај на људско здравље, животну средину, привредну делатност и културно наслеђе:

„Прелиминарна процена ризика од поплава спровешиће се на основу расположивих или лако доступних информација, као што су историјски подаци и анализе дугорочних тенденција, и посебно утицај климатских промена на појаву поплава, ради обезбеђења процене могућих ризика.(...)“

2.3. Законска регулатива у области вода и поплава у Србији

У вези са путевима и утицају вода и поплава разматрани су следећи закони Републике Србије :

- Закон о водама („Службени гласник РС“, бр. 30/10 и 93/12);
- Закон о режиму вода („Службени лист СРЈ“, бр. 59/98 и „Службени гласник РС“, број 101/05);
- Закон о јавним путевима („Службени Гласник РС” 101/05, 123/07, 101/11 и 93/12)
- Уредба о категоризацији државних путева ("Сл. гл. РС", број 119/13 и 105/13)
- Закон о планирању и изградњи („Службени гласник РС“, број 72/09, 81/09,64/10-УС и 24/11, 121/12, 42/13-УС, 50/13-УС, 93/13-УС, 132/14 и 145/14-исправка);
- Закон о ванредним ситуацијама („Сл. гласник РС“, бр. 111/2009, 92/2011 и 93/2012);

Закон о водама Републике Србије најдетаљније третира проблематику коришћења вода, заштите вода од деградације и заштити од штетног дејства вода (поплава). Доношењем Закона о водама ("Службени гласник РС", број 30/10) започет је процес реформи у сектору вода који треба да обезбеди успешно функционисање и развој овог сектора, као и усаглашавање прописа у области вода са прописима ЕУ. У циљу унапређења Закона у децембру 2016 Народна скупштина Републике Србије донела је Закон о изменама и допунама Закона о водама. Значај ових измена и допуна је и у томе што се њима Закон о водама усаглашава са законима и прописима који су донети после њега, те се тиме стварају услови да се боље газдује водама са циљем што боље заштите вода, коришћење вода и заштите од вода.

Овим изменама и допунама стварају се услови за убрзање процеса издавања грађевинских дозвола у сектору вода. Ради растерећења будућих инвеститора свих оних услова и и сагласности које издају неки државни или други орган, односно посебна организација или јавно предузеће, кроз измене закона којим се уређује планирање и изградња уведен је поступак обједињене процедуре, тако да уместо инвеститора орган надлежан за издавање грађевинске дозволе, по службеној дужности, у обједињеној процедури прибавља те услове, сагласности и друге потребне доказе. Такође, доношењем овог закона уређује се располагање и управљање водним земљиштем, што је веома битно имајући у виду да се на водном земљишту обављају значајне привредне делатности.

Овим законом се предлаже укидање водног подручја Београд, што је позитивно због тога што на постојећем административном подручју града Београда није било могуће интегрално управљање на водним подручјима: Сава, Дунав и Морава, у складу са водопривредним прописима, директивама ЕУ и домаћом хидротехничком праксом. Поред оријентације овог закона да се уклапа са законодавством (директивама) Европске Уније, са стручне стране гледано, постоји примедба на члан 23 Закона. У ставу 1 члана 23 Закона о водама стоји:

- (1) Јавно водопривредно предузеће основано за обављање водне делатности на одређеној територији (у даљем тексту: јавно водопривредно предузеће) управља водним објектима за уређење водотока и за заштиту од поплава на водама I реда и водним објектима за одводњавање, који су у јавној својини и брине се о њиховом наменском коришћењу, одржавању и чувању.

Став 3 овог члана гласи:

- (3) Водним објектима за уређење водотока и заштиту од поплава на водама II реда, објектима за заштиту од ерозије и бујица, који су у јавној својини, управља, брине се о њиховом наменском коришћењу, одржавању и чувању јединица локалне самоуправе на чијој се територији објекат налази.

Овакво решење није добро из разлога што локалне самоуправе немају стручне ни ти финансијске ресурсе да решавају проблеме ерозије и бујичних поплава, што се и показало за време катастрофалних поплава у Србији, током маја и септембра 2014. године. Треба рећи да је проблематика ерозије, бујичних токова (који су последица ерозије земљишта у сливу) и бујичних поплава у надлежности државе у свим развијеним земљама

У закону о изменама закона усвојено је да ће поред водотокова I реда у надлежности Јавног водопривредно предузећа бити и ерозија и водотокови II реда (бујице), али само узводно од водних акумулација, што није довољно.

Закон о ванредним ситуацијама, проблематику вода помиње у два члана:

- у члану 84, став 3 каже “Надлежни орган јединице локалне самоуправе израђује план заштите од спасавања од поплава на терену локалне самоуправе“. То је у складу са Законом о водама.
- у члану 85 став 5 се каже „Одбрану од поплава на неуређеним водотоковима ван система редовне одбране водопривредних предузећа, планирају и спроводе јединице локалне самоуправе, надлежни орган и штабови за ванредне ситуације и правна и физичка лица чија је имовина угрожена од ових поплава“.

И у овом закону у ствари се прихвата став из члана 23 Закона о водама, на који стручна јавност има примедбу изнету напред. Логично је да локална самоуправа има свој Штаб за ванредне ситуације и да по Закону о водама треба да уради и усвоји План

издвајања ерозионих подручја и Оперативни план за одбрану од поплава, али Јавно водопривредно предузеће односно Републичка дирекција за воде треба да те акције, као и радове и мере за превенцију од поплава, финансијски покрије потпуно или већим делом.

Закон о јавним путевима проблематику заштите путева од поплава спомиње и члановима 57 и 58 у којима се говори о одржавању јавних путева, које је у надлежности и обавези управљача јавног пута (члан 57). У члану 58 се говори о радовима на одржавању. Радови на редовном одржавању јавног пута јесу нарочито:

- 1) преглед, утврђивање и оцена стања пута и путног објекта;
- 2) местимично поправљање коловозне конструкције и осталих елемената тупа пута;
- 3) чишћење коловоза и осталих елемената пута у границама земљишног појаса;
- 4) уређење банкина;
- 5) уређење и очување косина насипа, усека и засека;
- 6) чишћење и уређење јаркова, ригола, пропуста и других делова система за одводњавање пута;

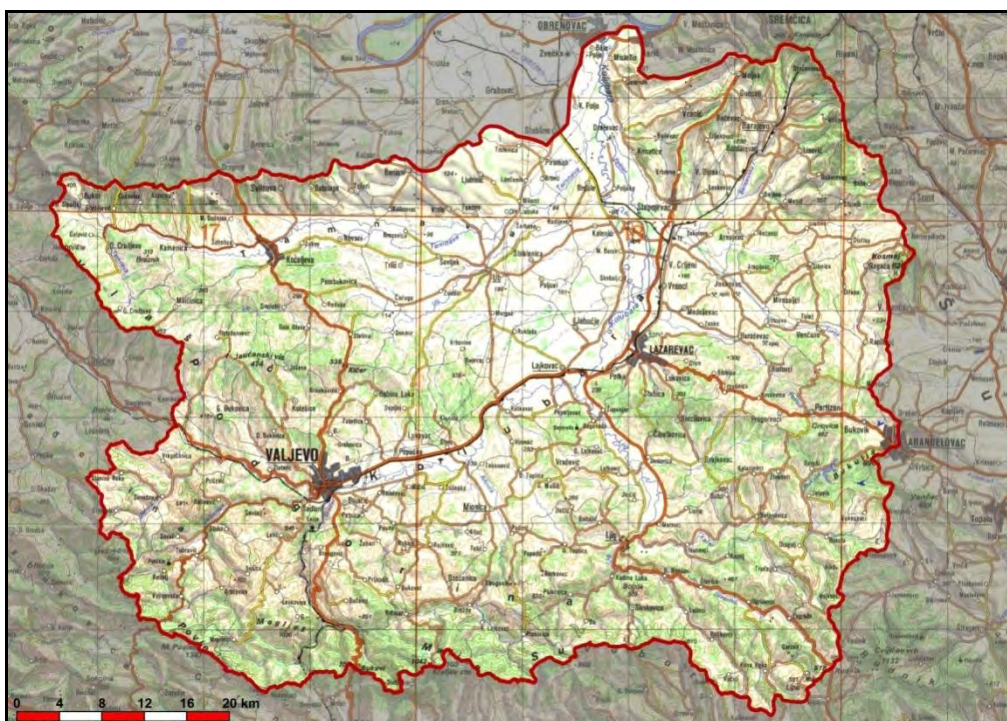
Посебно су важни радови из ставова 4, 5 и 6 који доприносе заштити од ерозије и одводњавању путева. Ови радови морају перманентно да се изводе. У осталим законима, заштита путева од поплава се не спомиње.

Укупно гледано, законска проблематика везана за воде и поплаве је у великој мери усаглашена са законодавством у Европској Унији, уз примедбу која је изнета на члан 23 закона о водама. Остаје само да се ти закони перманентно и доследно спроводе.

3. ГЕОПРОСТОРНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СЛИВА КОЛУБАРЕ

3.1. Увод

Географски положај јесте једно од кључних својстава територије, природни потенцијал и ограничавајући фактор развоја, али и важан чинилац не само њеног демографског, насеобинског, привредног и инфраструктурног развоја, него и административно-политичког статуса. То је сложена и променљива категорија, вишеструко одређена многим природним и антропогеним факторима. Како се природне компоненте веома споро мењају, основне узроке промена географског положаја требало би тражити у трансформацијама привредних, политичких и историјских услова, како посматраног простора, тако његовог ближег и даљег окружења. На вишедимензионалност географског положаја слива Колубаре утичу различити чиниоци апсолутног и релативног положаја, те је неопходно да се његовом детаљном одређивању приступи са неколико различитих аспеката.



Сл. 1. Географска карта слива Колубаре

Апсолутни положај је готово непроменљив и чине га *математичко-географски* и *физичко-географски положај*.

Математичко-географски положај одређен је просторним координатним системом (географска ширина φ и географска дужина λ). Слив Колубаре се налази у средишњем делу северног умереног климатског појаса и захвата западни део Србије, а на њега отпада 4,12% њене укупне површине. Простире се између Ваљевских планина (Медведник, Јабланик, Повлен, Маљен и Суворор) и Рудника на југу, шумадијских планина (Букуља, Космај) на истоку, Влашића и Цера на западу и ниске Посавине на северу. У морфографско-територијалном смислу, слив има облик неправилног четвороугла, а растојање између најзападније тачке која се налази на североисточним падинама Влашића ($19^{\circ} 30'$ ИГД) и најисточније тачке на Космају ($20^{\circ} 35'$ ИГД), тј. у правцу запад-исток, износи 81,2 km. Растојање између најсеверније тачке слива која се налази на ушћу Колубаре у Саву ($44^{\circ} 40'$ СГШ) и најјужније код Накучана ($44^{\circ} 05'$ СГШ), односно у правцу

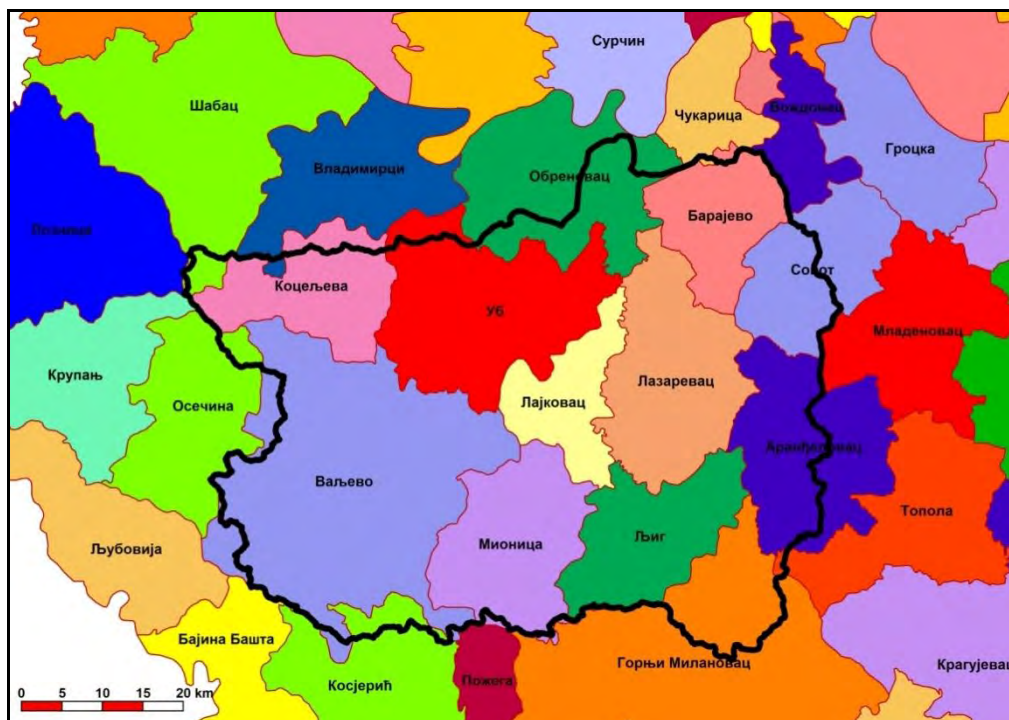
север-југ, износи 64 km. Највиша тачка у сливу је врх Повлена на 1346 m, а најнижа је ушће Колубаре у Саву са надморском висином од 73 m. Висинска разлика између ове две тачке износи 1273 m (Драгићевић С., 2002).

Са северне стране слив Колубаре се граничи са Добравом и десним, кратким притокама реке Саве. Са источне стране, границу чине сливови В. Луга, Кубршнице и Јасенице, леве притоке Велике Мораве. На југу границу чине сливови Дичине, Чемернице, Скрапежа, притока Западне Мораве. На југо-западу границу чине десне притоке Дрине. Са западне стране слив Колубаре се граничи са сливом Јадра.

Физичко-географски положај слива Колубаре је разноврстан и вишезначан. Сходно макро-регионалној подели Европе, он се налази на крајњем северу Југоисточне Европе, на самој њеној граници са Централном Европом. Будући да се 45° северне географске ширине налази незнатно северније (пролази кроз Руму), слив Колубаре је у самом средишту умереног климатског појаса, са веома повољним условима за живот, насељавање и привређивање, што је условило и веома развијену и диперзну саобраћајну инфраструктуру.

У традиционалној регионално-географској подели положај слива Колубаре је контактни – на додиру панонске и перипанонске Србије. Ако се границом између низије и обода панонског басена сматра река Сава, онда слив Колубаре припада перипанонској Србији.

Релативни положај је променљив и његове трансформације у првом реду су последица карактера и темпа социо-економских, геополитичких и геостратегијских процеса који делују непосредно или посредно. Слив Колубаре обухвата делове или целокупне територије општина Обреновац, Барајево, Сопот, Лазаревац, Коцељева, УБ, Ваљево, Лајковац, Мионица, Љиг, Аранђеловац, Горњи Милановац и Косјерић. Према регионалној подели, слив се простире на територији Колубарског, Мачванског, Моравичког, Шумадијског, Златиборског округа, а обухвата и део територије Града Београда.



Сл. 2. Општине у сливу Колубаре

Таб. 1. Основни подаци о општинама и броју становника у сливу Колубаре

Општина	Округ	Површина [km ²]	Површина у сливу [km ²]	Процент општине у сливу [%]	Удео у укупној повр. слива [%]	Број становника 2002. год.	Број становника у сливу	Пројекција броја стан. у сливу за 2020. год
Младеновац	Београд	343.5	0.2	0.1	0.01	52490	0	0
Сопот	Београд	273.2	144.1	52.8	4.0	20390	4889	4250
Вождовац	Београд	147.4	1.2	0.8	0.03	151768	0	0
Чукарица	Београд	157.2	2.1	1.3	0.1	168508	337	375
Барајево	Београд	215.3	210.0	97.6	5.8	24641	24641	32398
Лазаревац	Београд	382.7	382.7	100.0	10.5	58511	58511	59612
Обреновац	Београд	411.1	161.7	39.3	4.4	70975	23281	25459
Осечина	Колубарски	316.4	17.6	5.6	0.5	15135	554	405
Ваљево	Колубарски	903.9	829.5	91.8	22.8	96761	96070	97140
Мионица	Колубарски	330.0	321.5	97.4	8.8	16513	16187	15654
Љиг	Колубарски	278.0	276.2	99.3	7.6	14629	14390	13077
Лајковац	Колубарски	193.3	193.3	100.0	5.3	17062	17062	16455
Уб	Колубарски	452.4	420.8	93.0	11.6	32104	30395	29498
Шабац	Мачвански	792.5	21.2	2.7	0.6	122893	818	649
Лозница	Мачвански	617.9	0.1	0.02	0.003	86413	0	0
Коцељева	Мачвански	255.1	221.3	86.7	6.1	15636	13630	14325
Владимирци	Мачвански	337.5	6.4	1.9	0.2	20373	213	189
Г.Милановац	Мачвански	838.9	163.1	19.4	4.5	47641	3916	2734
Топола	Шумадијски	347.9	4.1	1.2	0.1	25292	5	0
Аранђеловац	Шумадијски	377.2	222.4	59.0	6.1	48129	11905	11256
Б. Башта	Златиборски	676.0	0.4	0.1	0.01	29151	0	0
Косјерић	Златиборски	357.9	38.5	10.8	1.1	14001	531	382
Пожега	Златиборски	429.0	0.02	0.004	0.001	32293	4	0
							317339	323858

Већи део слива је густо насељен, а укупан број становника у њему је око 317339. Највећи број становника је сконцентрисан у Ваљево, Лазаревцу и Обреновцу. Велики утицај на кретање становништва у сливу Колубаре, било да је реч о механичкој или биолошкој компоненти кретања, имали су процеси урбанизације и индустријализације који су започети након другог светског рата, и који су довели до процеса деаграризације. На промену броја становника битно су утицали и географски положај слива, као и социоекономски положај становника, али и развој саобраћајне инфраструктуре на територији слива. Са демографског аспекта, највећи општински центар са наглашеним енергетско-индустријским, управним, просветним, културним, финансијским, трговинским, саобраћајним и другим функцијама је општина Обреновац. Географски положај општине Обреновац представља њен неспорни развојни потенцијал који би тек требало да се економски конкретизује. У односу на општине у непосредном обреновачком окружењу он има изразите компаративне предности, али и бројне недостатке (плавна површина и загађење).

Сливом Колубаре обухваћено је становништво делова, или целих територија општина: Аранђеловац, Барајево, Ваљево, Владимирци, Горњи Милановац, Косјерић, Коцељева, Лазаревац, Лајковац, Љиг, Мионица, Обреновац, Осечина, Сопот, Уб и Шабац. Укупан број становника овог подручја је 317.339 (према Попису из 2002. године). Просечна густина насељености у сливу Колубаре се креће око републичког просека (87 ст./km²), али посматрано по деловима територије, густина насељености је знатно виша, на пример у општини Лазаревац: 153 ст./km², односно далеко испод просека, као у слу-

чају обухваћеног дела општине Косјерић: 14 ст./km². Природни прираштај је у последњем међупописном периоду био негативан на целом подручју слива.

Социо-географски положај слива Колубаре дефинисан је ширим историјским, културно-цивилизацијским и етно-демографским контекстима. Вековима не само на пространом цивилизацијском и империјалном трансгресионо-регресионом frontiјеру, већ и на граници српске средњовековне државе, у 20. веку простор где се налази слив Колубаре стабилизовао се унутар српског етничког, историјског, духовног и државног простора. Шта више, он се сада налази у његовом средишту, у оквиру западне територије Србије и унутар ареала кога одређују реперна места новије српске национално-ослободилачке, политичке, културне, просветне и економске историје.

Економско-географски положај слива Колубаре јесте кључни чинилац његовог укупног географског положаја и проистекао је из расположивих потенцијала не само територије појединих општина, него и простора у блиском окружењу. Плодно земљиште, повољни климатски и хидрографски услови допринели су развоју пољопривреде, али је на развој аграрног тржишта и пласман производа одлучујуће утицао убрзан пораст урбаног становништва, развој инфраструктуре и положај у близини Београда. Позицију слива Колубаре као једног од водећих енергетских центара на југоистоку Европе одредио је положај богатих, лигнитних лежишта, али и конкретна локација термоелектрана "Никола Тесла" А и Б на десној обали Саве (ван територије слива).

Највећи развојни потенцијал градова и насеља у сливу Колубаре у будућности биће њихов саобраћајно-географски положај. Новоизграђени саобраћајни коридори и нове саобраћајнице темељно ће променити значај у првом реду града Обреновца, Уба, Љига као традиционалних посредника и транзитних места на комуникацијама између Београда и области на западу и југозападу (Мачва и доње Подриње, североисточни и западни региони Републике Српске, западне и југозападне области Србије, средње и горње Подриње). Модерне саобраћајнице биће покретач бржег економског развоја, али ће, исто тако, индуковати и бројне негативне процесе – повећано загађење ваздуха издувним гасовима, еколошке опасности за земљиште и воде услед потенцијалних саобраћајних несрећа већих размера, пресецање локалних саобраћајница, пољопривредних ареала и насеља, "трошење" плодног земљишта које ће заузимати саме саобраћајнице, али и индустријски и услужни објекти поред њих (бензинске пумпе, сервиси, угоститељски објекти).

Саобраћајно-географски положај слива Колубаре проистиче из његовог положаја у односу на шире (регионалне, континенталне) геополитичке и геостратегијске структуре и односе, позиције унутар Србије. У геостратегијском смислу, слив Колубаре се налази на једној од важнијих балканских проходница (Колубарској) која је из низијског централноевропског простора усмерена ка планинској области "Динарске тврђаве". Сходно томе, он има контактну комуникацијску и геополитичку улогу између Панонског басена и Балканског полуострва. То условљава лепезасту мрежу регионалних и магистралних друмских саобраћајница (I и II реда) које се у њему укрштају. У оквиру државног простора Србије, он припада њеној изузетно геополитички значајној централној територији, али истовремено, има и посредничку функцију између средишњих, северних и западних области земље.

Слив Колубаре се нашао и у гравитационом појасу једног трансбалканског коридора (Коридор Хоргош - Београд - Пожега - Јужни Јадран). Овај Коридор повезује Панонски и Јадрански басен и савладава брдско-планинску баријеру између њих управо дуж србијанско-црногорског правца где је она најшира, највиша, са високим степеном дисецираности, непогодна за градњу, веома скупа и изразито баријерна, али саобраћајно, економски и геополитички непроцењиво важна. Новоизграђени ауто-пут пролази мање-више кроз средиште слива Колубаре (са десне и леве стране Колубаре). Он прела-

зи на територију слива код ушћа Колубаре у Саву (на десној долињској страни), а даље према југу ауто-пут је трасиран левом долињском страном Колубаре, што ће за општину Обреновац имати и неке негативне последице – додатна просторно-функцијска фрагментација територије општине на источни и западни део која ће појачати баријерну улогу коју је и до сада имала Колубара (недостатак мостова и путева између Великог Поља, Стублина и Пиромана на левој страни и Мислођина, Дражевца и Конатица на десној страни реке); отежан приступ и очекивано запуштање (запарловање) пољопривредног земљишта које ће у великој мери остати изоловано унутар појаса између друмског коридора и Колубаре (ауто-пут пресеца бројне атарске путеве); мали број надвожњака и подвожњака за локалне путеве, а нарочито непостојање још једне петље код Пиромана која би привредно активирала јужни део општине и била важна за везу ауто-пута са Ибарском магистралом (неприхваћен предлог Комисије за планове општине Обреновац).

Слив реке Колубаре има повољан саобраћајни положај захваљујући бројним речним долинама кроз које се лакше савлађује брдско-планински терен. Долина Колубаре представља природни правац који обезбеђује повезаност Колубарско-тамнавског слива са суседним сливовима и административним подручјима: на северо-истоку са Београдом, на југо-западу са Ваљево и Ваљевским планинама, а долином Љига са Шумадијом и Западном Моравом.

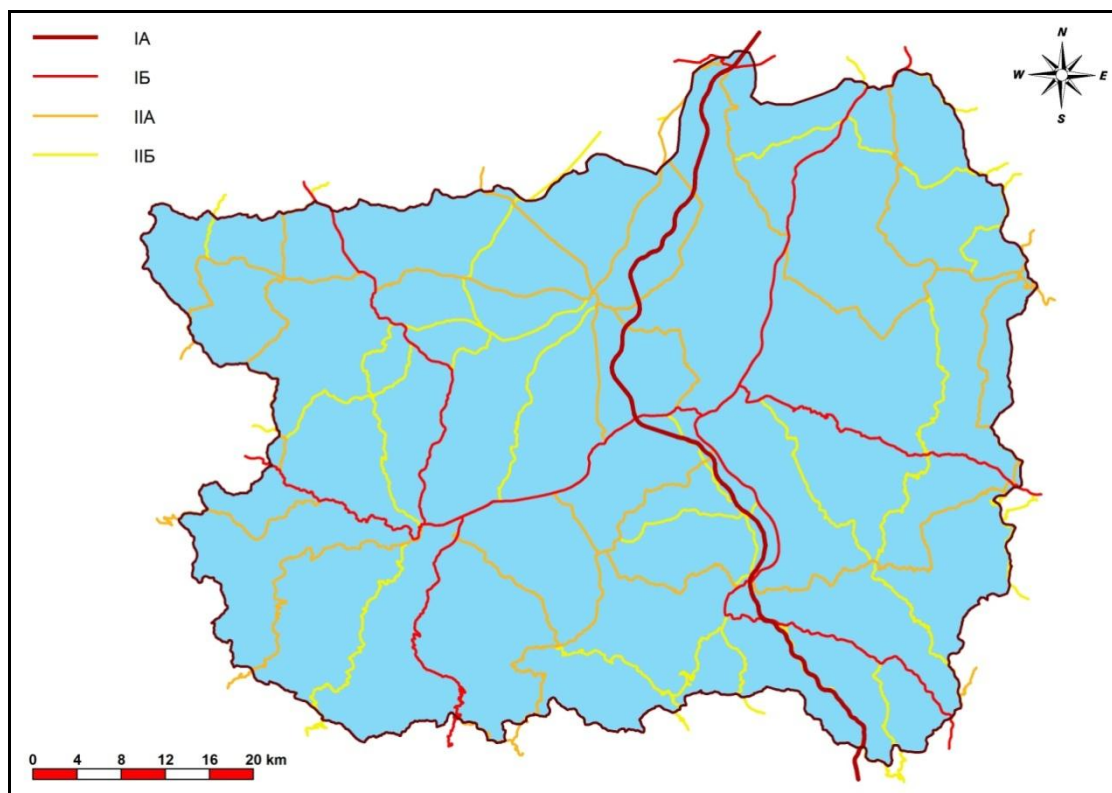
Најважнији путеви су Коридор Јужни Јадран, затим Ибарска Магистрала, путни правац Београд-Обреновац-Уб-Ваљево и железничка пруга Београд-Бар. У Лајковцу се од пруге Београд-Бар одваја пруга ка Горњем Милановцу и Чачку. Лајковац је пругом уског колосека, повезан са Аранђеловцем.

Кроз слив Колубаре пролази магистрални пут М-22 који повезује Београд са средишњим, западним и југозападним делом Србије, правцем Београд-Обреновац-Уб-Ваљево, користећи природне предиспозиције пролаза од севера према југу. Регионална саобраћајница R-202 упоредничког правца, веза је између Мионице и Ваљева као центра региона.

У Колубарском угљеном басену је присутан железнички, камионски и транспорт угља. Допремање и отпремање угља врши се ка ТЕ Никола Тесла у Обреновцу, ТЕ Колубара А, ТЕ Морава у Свилајнцу и Колубара Прерада.

Таб. 2. Укупна дужина свих саобраћајница у сливу Колубаре

Општина	Дужина путева (km)
Барајево	67
Лазаревац	129
Обреновац	104
Ваљево	558
Лајковац	196
Љиг	283
Мионица	306
Коцељева	784
Уб	255
УКУПНО:	2682



Сл. 3. Путна мрежа у сливу Колубаре

На подручју *Колубарског округа* најразвијенији су друмски и железнички саобраћај. Укупна дужина магистралних, регионалних и локалних путева је 2.682 km. Остали путеви су мањег значаја и претежно локалног карактера. Укупна дужина путева I и II реда у *сливу Колубаре* износи 1155,93 km, од чега путеви IA категорије имају дужину 80,79 km, путна мрежа IB категорије 249,13 km, IIA категорије 447,08 и IIB категорије 378,92 km.

Таб. 3. Дужине саобраћајница различитих категорија у сливу Колубаре које су предмет ове Студије

Категорија	Дужина [km]
IA*	80.79
IB	249.13
IIA	447.08
IIB	378.92
Укупно	1155.93

Дакле, када се анализира положај слива Колубаре са становишта *микро-положаја*, изазови ће и даље остати физичко-географска ограничења – на северу и у средишњем делу слива низак, поплавама угрожен, замочварен и за живот људи често неадекватан простор ("нездрavo место") са високим нивоом подземних вода, а на истоку, југу и западу – изражен потенцијал ерозије и клизишта, која ће и даље угрожавати пољопривредне површине, насеља и саобраћајнице. Да би чиниоци релативног положаја (у првом реду саобраћајно-географски) још више допринели квалитету укупног географског

положаја слива Колубаре, неопходно је даље антропогено деловање које би било одговорно осмишљено и стратешки планирано.

Карактеристичан *мезо-положај*, природно предиспониран контактом равнице и брежуљкасто-планинског терена, те додатно обликован долињским сутоком Саве, Колубаре и Тамнаве, економски се надграђује захваљујући тространим конвергентно-дивергентним утицајима – Колубарског лигнитног басена на југу, термоенергетских капацитета на северу и северозападу, те београдске урбане агломерације на североистоку. Свеколике користи оваквог положаја слив Колубаре имаће само ако елиминише постојеће и предупреди потенцијалне негативне утицаје природног и еколошког угрожавања рударско-енергетског комплекса и "усисавајућу" гравитациону моћ Београда.

Повољности *макро-положаја* слива Колубаре економски ће се валоризовати индиректно – посредством ванредне вредности географског. Услов да би се значајна позиција слива Колубаре валоризовала и остварила јесте да Србија што пре заврши ауто-пут према Црној Гори (Јужни Јадран) и тако спречи могућност преусмеравања јужноевропских саобраћајних токова на конкурентске (заобилазне) коридоре 4, 8 и 5 ц, али и заштити саобраћајнице од природних непогода којима је слив Колубаре веома угрожен.

3.2. ПРИРОДНИ УСЛОВИ У СЛИВУ КОЛУБАРЕ

3.2.1. Историја стварања терена и геолошке карактеристике

У палеогеографском смислу, слив Колубаре припада већим делом Динарској палеогеографској области, а мањим (источним) делом шумадијској палеогеографској области. Да би се у потпуности сагледала палеогеографска еволуција слива Колубаре, морало се поћи од палеотектонског развоја ширег простора од самих граница слива. Имајући у виду чињеницу да се истраживани простор налази на контакту више тектонских и палеогеографских јединица потпуно је јасно да су се одређене тектонске фазе манифестовале на један начин у једној палеогеографској области, а на сасвим другачији у другој. Другим речима, за време издизања и убирања у једној области, у другој је долазило до формирања басена и акумулирања басенских творевина.

За време бајкалског тектогенетског циклуса долази до убирања и консолидације Панонида и они тада егзистују као Панонска маса, а истовремено долази до појаве предрасполозиција за почетак стварања Шумадијске и Динарске палеогеографске области (Група аутора, 1989). За време каледонско-херцинске тектогенезе долази до настанка и развоја сложене динарске палеогеографске области и до њене диференцијације на јединице нижег ранга тј., на Јадарски и Ибарски басен. У шумадијској палеогеографској области долази до развоја старијег палеозоица, а затим и до убирања правца североисток-југозапад. Почетком палеозоица долази до формирања шумадијско-динарске дислокације која одваја Шумадијску од Динарске палеогеографске области.

Најстарије творевине чије је присуство доказано у пределу јадарске области припадају силуру и девону. Посебно је важно истаћи да се у девону јавља веома богата и разноврсна фауна што омогућава детаљнију палеогеографску реконструкцију ове области, али је она веома оскудна у Шумадијској и Моравској палеогеографској области. За време девона у јадарској области долази до образовања две депозиционе средине, влашићке и ваљевске. Влашићка депозициона средина је током читавог девона представљена плитким литоралним регионом који се налазио на јужном ободу Панонског копна и одликовао се карактеристикама теригене седиментације. Материјал теригеног порекла допирао је највећим делом са Панонског копна, али и са подводних кордиљера који су се истицали унутар депозиционе средине. Упоредо са седиментацијом врши се и спуштање морског дна, а као резултат тога настају теригене наслаге великих дебљина. Ваљевска депозициона средина је током девона заузимала централни и јужни део јадарског басена и у доњем девону је представљала плитко море удаљено од копна са израженом мирном седиментацијом. У средњем девону, ова средина се простире од Дрине на западу, па долином Јадра и северних падина Соколских планина, Повлена, Маљена све до љишко-милановачке дислокације, а карактерише се образовањем подводних гребена и удубљења (Група аутора, 1989). Током горњег девона у ваљевској депозиционој средини долази до даље диференцијације морског дна и стварања карбонатно-теригених асоцијација стена. Претпоставља се да је теригени материјал спираан са подводних гребена док су карбонатне стене таложене у мирнијим срединама. Сматра се да је Шумадијска палеогеографска област у девону представљала плитководну топломорску област у којој су таложене карбонатне стене чијом метаморфозом и настају венчачки мермери.

На граници између горњег девона и доњег карбона долази до палеогеографских промена и диференцирања ваљевске депозиционе средине, тако да у доњем карбону на простору Јадарског басена постоје три депозиционе средине: дружетићка, ваљевска и влашићка. Дружетићка депозициона средина представља праву морску средину, смештена је у североисточном делу Јадарског басена и захвата шире просторе долине Уба,

као и окоlinу Дружетића, а карактеришу је творевине представљене карбонатним стенама. Важно је истаћи да се у оквиру дружетићке и ваљевске депозиционе средине развијају секундарне депозиционе средине чиме је знатно отежано одређење палеогеографских услова у доњем карбону. У влашићкој депозиционој средини владају исти услови као и за време девона. Између доњег и средњег карбона Јадарски морски басен је захваћен тектонским покретима који доводе до значајнијих палеогеографских промена. Наиме, у средњем карбону егзистују ваљевска и влашићка депозициона средина док се дружетићка спаја и придружује ваљевској. Већих промена у овим срединама у односу на доњи карбон нема. На граници између средњег и горњег карбона долази до значајних геодинамичких промена, а као резултат тога настају изразите промене у динарској палеогеографској области. Највећи део Јадарског басена се издиже (долази до убирања девонских, доње и средње карбонских седимената), оплићава и потпуно прелази у копнену област, тако да долази до смањења морских басена. На тај начин долази до формирања Јадарског копна које се придружује пространом Панонском копну, а море се задржава у јужном делу јадарског басена. За Шумадијски басен доњег карбона се претпоставља да је у њему и даље егзистовало море из девона, али крајем овог периода и у средњем карбону долази до издизања Шумадијског басена тако да се на његовом месту формира Шумадијско копно. Ово копно постоји и током горњег карбона, перма и тријаса и представља границу између Моравске и Динарске палеогеографске области (Група аутора, 1989).

У перму долази до палеогеографских промена на копненим и у морским срединама, а један од разлога је промена климе. Наиме, топлу и влажну климу из карбона замењује топла и сува клима перма. Процес издизања који је захватио Јадарски басен у горњем карбону наставља се и током највећег дела перма, тако да и даље егзистује пространо Јадарско копно на коме сада долази до стварања слатководних површина чија се генеза објашњава појавом повремених веома обилних атмосферилија. Повремени веома интензивни кишни периоди условљавали су ерозију вегетацијом непокривеног копна и акумулирање теригеног материјала у морским срединама. У горњем перму долази до веома снажне трансгресије која напредује према северу и плави читаво Јадарско (Влашићко-близоњско) копно те се на тај начин на читавом простору поново успоставља карбонатни седиментациони режим.

У почетку мезозоика на простору који захвата слив Колубаре постоје, као и за време палеозоика, две палеогеографске области. У Динарској палеогеографској области за време доњег тријаса јасно су издвојени Јадарски и Ибарски басен. Јадарски басен је био плитководно литоралног карактера са истоветним условима седиментације на читавом простору. Ибарски басен је у дољем тријасу био смештен између Јадарског басена на северу и истоку и Дринског на западу и југозападу (Анђелковић М., Митровић-Петровић Ј., Урошевић Д., 1992). За време средњег тријаса читава Динарска палеогеографска област бива покривена морем. У Јадарском басену средњег тријаса јасно је диференцирана ваљевска депозициона средина, у којој се у анизијском кату формирају доломити и доломитични кречњаци, а у ладинском кречњаци који директно покривају доломите. Главно обележје Ибарском басену средњег тријаса даје вулканогено-седиментна серија која се везује за анизијски и ладински век. Током горњег тријаса Јадарски басен задржава приближно исте контуре као и у средњем тријасу, али је важно нагласити да долази до престанка вулканске активности. Ваљевска депозициона средина и даље има плитководни карактер са постојањем бројних лагуна, а карактерише је таложење спрудних и субспрудних кречњака, а крајем тријаса ова депозициона средина прелази у копно. За разлику од Јадарског басена, Ибарски басен горњег тријаса има дубоководни карактер (250-500 m) и манифестације слабог метаморфизма. У Шумадијској палеогео-

графској области током тријаса и даље постоји Шумадијско копно које захвата читаву област.

У истраживаној области крајем тријаса и почетком јуре услед дејства староки-мријске тектогенезе долази до значајнијих палеогеографских промена тако да Јадарски басен прелази у копнену средину, а Ибарски басен у коме је процес издизања био спо-рији задржава морски карактер са израженом карбонатном седиментацијом. Током до-ње јуре Јадарско копно (равничарски терен без дисецираности рељефа) обухвата читав простор бившег Јадарског морског басена и спаја се на северу са Панонским копном. За време средње јуре настављају се позитивна кретања и од равничарског терена формира-ју се брдско и брдско-планинско копно. Ово условљава појаву интензивне ерозије и де-нудације постојећег карбонатног тријаског копна и откривања палеозојске основе која постаје генератор стварања кластичног материјала у околним морским басенима (Група аутора, 1989). У Ибарском басену овог времена долази до тоњења и даљег повећања ду-бине. За време горње јуре, током оксфорда и кимерица, задржавају се исти палеогео-графски услови који су постојали и током средње јуре. Ибарски морски басен ове дата-ције представљао је део Тетиса и захватао је јужне делове истраживане области, а про-стирао се од Зворника на западу па преко Соколских планина, Медведника, Маљена, Суворора све до Дринског копна. Седиментациони процес започет у средњој јури на-стављен је и током оксфорда и кимерица, а у титону долази до стварања вулканогено-седиментне серије. Од копнених средина на овом простору током оксфорда и кимерица и даље егзистује Јадарско копно, а захвата простор северно од линије Уб-Јадар. У овом периоду долази до навлачења Јадарског копна преко стена ствараних у Ибарском басе-ну. Током титона у Ибарском басену долази до стварања три депозиционе средине и то: Маљена, Повлена и Поћуте. Највећи простор Ибарског басена захватала је депозициона средина Маљена која је обухватала његове северне и јужне падине, а карактерисала се релативно дубоким морем. Депозициона средина Повлена представљала је плитководну морску средину погодну за развој спрудних организама, док је депозициона средина Поћуте била под дубоким морем батијалног карактера. У титону Јадарско копно задр-жава све одлике претходног периода.

У Шумадијској палеогеографској области на прелазу између тријаса и јуре тј., по-кретима старокимријске тектогенезе долази до обнављања Шумадијског морског басе-на. Почетком догера јавља се поновна активност три крупне дислокације меридијанског правца: моравско-шумадијске (између Моравида и Динарида), шумадијске (средишњи делови Шумадида) и копаоничке (између Динарида и Шумадида) (Анђелковић М., Ми-тровић-Петровић Ј., 1992) и тада почиње вулканска активност. Дакле, почетком догера почиње комадање шумадијског копна и наставља се током титона.

Почетком доње креде и даље егзистују Ибарски басен и Јадарско копно. Током валендинског и отривског века Динарска палеогеографска област бива захваћена веома снажним геодинамичким процесима који се манифестују крупним палеогеографским променама. У Ибарском басену долази до убирања творевина и њиховог сабијања под дејством Јадарског блока који надире на њега и доводи до потпуног издизања и регре-сије мора из Ибарског басена. Истовремено долази и до навлачења Ибарског блока пре-ко Дринског блока, тако да сада на истраживаном простору постоје Јадарско копно, а на простору некадашњег Ибарског басена, Ибарско копно. Ова два копна постоје и то-ком барема и апта и називају се Интердинарикум. Током алба и на прелазу између алба и ценомана јављају се нове трансгресије из Шумадијске палеогеографске области које плаве поједине ниже источне делове Интердинарикума и доводе до стварања нових морских басена (Љишки басен) (Анђелковић М., Митровић-Петровић Ј., Јанкичевић Ј., 1989). Љишки басен је захватао просторе између љишко-милановачке дислокације на истоку, плавио северне падине Маљена и Суворора и пружао се ка западу до Осечине.

У Шумадијској палеогеографској области током доње креде долази до формирања Рудничког басена који захвата источне делове истраживаног простора. Он егзистује током барема, апта и алба, а карактерише се флишном седиментацијом.

Током горње креде морски басени захватају највеће просторе у геолошкој историји. Као што је већ речено, аустријском фазом алпске орогенезе између доње и горње креде долази до трансгресије која плави источне делове Интердинарикума. У турону и сенону се наставља спуштање копна тако да морска трансгресија захвата нове просторе и долази до формирања Ваљевског басена. Током кампана у Љишком басену долази до формирања флиша (љишки флиш) који је посебно развијен око Љига, Струганика и Рајца. У кампан-мастрихту долази до појаве Струганичког басена који је захватао околину Струганика и Брежђа, а одатле се настављао према северу и североистоку. Током горње креде долази до повлачења мора из највећег дела Шумадијске области. У кампану се формира Барајевска депозициона средина.

Почетком палеогена тј., за време ларамидске фазе алпске орогенезе (креда-палеоген) долази до повлачења мора из највећег дела шире околине Београда и пространи морски басени бивају замењени копненом средином. Са палеогеографског аспекта промене које су се на истраживаном простору десиле током палеогена су најзначајније, јер се деловањем ларамидске, пиринејске и савске фазе алпске орогенезе поново активирају палеозојско-мезозојске дислокације дуж којих се врше диференцијална кретања блокова. Овим деловањем на једној страни долази до спуштања блокова и настанка слатководних међупланинских депресија, а на другој до издизања блокова и образовања копнених средина као основе за појаву ерозивних процеса. У олигоцену су образоване Савска и Ваљевска међупланинска депресија (Анђелковић М. и др., 1991), при чему се сматра да је Савска депресија настала на простору савске зоне, а од копнених површина: Савско и Маљенско копно. На простору Шумадијске области флиш заузима и даље велику површину, а завршни слојеви стварали су се у току најстаријег палеогена. У олигоцену се формира Шумадијска језерска депресија и Рудничко копно које захвата западни део ове области.

Почетком неогена (олигомиоцен) током савске фазе алпске орогенезе на простору слива Колубаре долази до издизања у олигоценским депресијама и оне прелазе у копнену средину. Штајерска фаза (средњи миоцен) доводи до поновног оживљавања седиментационог циклуса и у овом периоду се издвајају Ваљевска и Савска депресија. У оквиру Ваљевске депресије постоји Ваљевско-мионичко језеро правца пружања СЗ-ЈИ, док у Савској депресији егзистује Тамнавско језеро. Од копнених средина ове датације издвајају се Савско, Јадарско и Маљенско копно. Савско копно се граничи са Панонидима и са севера ограничава Савску депресију, а Јадарско копно се простире између Савске и Ваљевске депресије. Током читавог олигомиоцена, доњег и средњег миоцена између Моравске и Динарске копнене области егзистује Шумадијска копнена област. У Шумадијској депресији егзистује Аранђеловачко језеро, а у Милановачко-белановичкој депресији (западне и југозападне падине Рудника) Белановичко језеро.

За време баденског ката (тортона) тектонским спуштањем дуж старих а и нових раседа стварају се услови за трансгресију Паратетиса на ове просторе, али у почетку она захвата ниже терене на којима су егзистовала плитка језера. Оваква дешавања довела су до тога да се на овом простору почетком баденског ката појављују морски предели каквих није било током палеогена и старијег неогена. Присуство баденског ката утврђено је у Колубарском басену који у овом периоду представља залив Панонског басена покривен плитким морем нормалног салинитета. Наиме, “на простору западно од линије дуж које се додирују Шумадиди и Унутрашњи Динариди до планине Цера и његовог северног подгорја а на југу до појаса планина Влашић, Словачки Висови, Букуља, односно од Бобије, Памбуковице, Лазаревца до Рудоваца, за време баденског века про-

стирао се један од залива јужног обода панонског дела Паратетиса” (Анђелковић М. и др., 1989). Дакле, на истраживаном простору за време бадена постојале су копнене и морске површине. Копнене области су захватале простор између колубарског залива и Ваљевско-мионичког језера, као и јужно од језера. Ваљевско-мионичко језеро које је у пребаденско време имало одлике међупланинске депресије, одржава се током читавог бадена.

Током сармата копнене средине су захватале просторе данашњих планина Венчаца, Букуље, Словачких висова, Влашића, као и делове некадашњег Ваљевско-мионичког језера. У овом периоду на највећем делу Ваљевско-мионичког језера формирано је ниско, равничарско копно још увек незахваћено ерозивним процесима, а на копну “Високе Шумадије” такође нема великих висинских разлика. Што се тиче морских акваторија, у сармату долази до плавлена нових површина изазваног спуштањем појединих блокова. Осим Колубарско-тамнавског залива сада настаје и горњо-колубарски залив који плави мање (средишње) делове некадашњег Ваљевско-мионичког језера, са обе стране реке Колубаре (јужно од Словца). У овом новоформираном заливу вода је била слабо покретљива са сниженим садржајем салинитета, а у крајњим јужним деловима скоро слатководног карактера. Колубарско-тамнавски залив сарматског стадијума простира се од Мачве и Поцерине на западу до мезозојско-серпентинске греде на истоку и планина Влашића, Словачких висова и Букуље на истоку (Анђелковић М. и др., 1991). У сливовима левих притока Тамнаве простирали су се плитки делови мора са обилним приносом теригеног материјала што несумњиво указује на постојање развијене хидрографске мреже. У источном делу слива Колубаре и даље постоји Венчанско-аранђеловачки канал (у бадену повезивао колубарско-тамнавски и великоморавски залив Паратетиса), али је сада нешто ужи услед издизања Букуље и Венчаца. Климатске прилике у сарматском стадијуму истраживаног простора имају карактеристике тропско-суптропског појаса са веома развијеном флором. Према мишљењу П. Стевановића (1980), почетком панона долази до колебања морског нивоа, а разлог је дејство епирогених покрета и аридизација климе. Деловањем атичке фазе алпске орогенезе долази до издизања Карпата и прекидања везе између панонског и дакијског дела Паратетиса. Копненим пределима за време панона припадају осим сарматског копна и готово сви терени Ваљевско-мионичког језера укључујући и средишњи део који је током сармата припадао горње-колубарском заливу. Међутим, током панона највећи део истраживане области био је под плитким морским покривачем. Најпре у горњем, а затим и у доњем току савремене Колубаре простирао се Колубарски басен са два залива: Горњоколубарским и Колубарско-тамнавским. Горњоколубарски залив овог периода захватао је далеко мању површину него за време сармата. Колубарско-тамнавски залив имао је већу површину од данашњег површинског налазишта лигнита. Венчански канал се проширује на рачун смањења космајског острва.

На прелазу између панона и понта долази до снажних тектонских покрета чији је резултат био поновно успостављање везе између панонског и дакијског дела Паратетиса. На простору који данас обухвата слив Колубаре за време понта постојали су и морски и копнени делови, али је важно нагласити да копнене средине све више добијају данашњи изглед. Према мишљењу бројних истраживача (Анђелковић М. и др., 1991) највећу површину море захвата у колубарско-тамнавском заливу Панонског мора. Копнене површине понтиске старости знатно су дисециране те се издвајају равничарски, брдско-планински и мочварни предели. Равничарски терени су захватили простор некадашње горњоколубарске увале, као и просторе некадашњих језерских басена. Што се тиче ерозивних процеса на брдско-планинским пределима овог периода, претпоставља се да је у колубарско-тамнавски басен материјал доношен денудацијом са палеозојског обода као и праколубаром која се у залив уливала негде у близини Лазаревца (Анђелко-

вић М. и др., 1989). Мочварни простори понтиског ката су настали одвајањем морских делова басена и њиховим ослађивањем, а као резултат тога долази до развоја бујне вегетације и нагомилавања великих количина биљног материјала од којег настаје угаљ. Клима овог периода се карактерише великом влажношћу и високим температурама.

Што се тиче климатских прилика током кенозоика, може се са великом сигурношћу рећи да услед глобалног захлађивања у току миоцена, а посебно током плиоцена долази до смањивања тропског и суптропског климатског појаса и слив Колубаре захвата све хладнија клима, која крајем антропогена прелази у хладну климу Леденог доба.

У току геолошке прошлости, као што се могло и уочити, околина Београда била је час копно, час море, више копно него море. Према мишљењу П. Стевановића (1968), околина Београда за последњих 600 милиона година била је копно укупно око 500 милиона година, а под морем остала око 90 милиона година. На простору данашње Панонске низије постојало је копно које потања и на његовом месту се формира Панонски басен. У њега продире вода из старог Средоземног мора – Тетиса и долази до формирања Панонског мора. Оно је било део далеко већег мора које се протезало од Бечког басена на западу, преко Панонске низије и Влашке низије до Црног мора на истоку. Ниво Панонског мора се више пута подизао и спуштао услед тектонске активности терена, али и великог колебања количине падавина. Што се тиче карактеристика копна које се простирало дуж јужног обода колубарско-тамнавског залива може се предпоставити да је оно било брдско, те да су се са њега у морски залив сливали бројни водотоци. На овакав закључак упућују нас карактеристике седимената у заливу који се простирао уз то копно (Анђелковић М., 1989).

3.2.2. Геолошке карактеристике слива Колубаре

Површином слива од 3.638,47 km² река Колубара заузима знатан простор западног дела Србије, протичући кроз различите делове терена. Та разноликост се огледа у геолошком саставу и старости појединих делова у самом сливу, као и у геотектонској различитости терена кроз које река Колубара протиче. Слив је изграђен од најразноврснијих метаморфних, магматских и седиментних стена које су палеозојске, мезозојске или квартарне старости.

Из претходног поглавља се могло видети да је простор који данас обухвата слив Колубаре имао сложен и дуг историјско-геолошки развој који се може пратити од палеозоика, преко мезозоика, кенозоика до творевина које су формиране у блиској прошлости. У овом дугом временском раздобљу долазило је до неправилног смењивања депозиционих и копнених средина што је резултирало веома разноврсном геолошком грађом терена. Добрим познавањем палеогеографских карактеристика терена отвара се могућност правилне геолошке анализе и издвајања свих присутних творевина морског и континенталног порекла.

На основу досадашњих резултата геолошких истраживања не може се са већом сигурношћу рећи да на простору слива Колубаре постоје творевине силурске старости. Има наговештаја да се на десној страни пута Словац-Ваљево (Лозничка река) налазе силурски кристаласти бели кречњаци што говори о постојању морске средине овог периода, али треба нагласити да су ове творевине алохтоног порекла и да се за сигурније закључке мора утврдити место њиховог првобитног формирања. Творевине девонске старости утврђене су и детаљно анализирани у јадарској и ибарској зони Динарске палеогеографске области, а најраспрострањеније су на простору Врагочанице, Пецке, Бранковине, Дружетића и на Влашићу. Према мишљењу већине истраживача (Анђелковић М. и др., 1987) у јадарском морском басену девонске старости формиране су четири фације: фација кречњака и шкриљаца са конодонтима, фација пешчара и шкриљаца, фација цефалоподских кречњака, фација коралских кречњака. У ибарском морском басену наталожени седименти девонске старости су покретима варисцијске тектогенезе метаморфисани. Што се тиче Шумадијске палеогеографске области, у метаморфитима Венчаца и Букуље нису пронађени фосилни остаци, али се и поред тога сматра да ове творевине припадају старијем палеозоику тј., девону. Цео комплекс Вагана и Букуље везује се за контакт са Букуљским гранитоидним плутоном, када су ове творевине метаформисане. Ова серија садржи албит–хлорит–мусковитске шкриљце, изграђене од ситних лиски мусковита, хлорита, албита и кварца. Обично се налазе удаљени од контакта са плутоном. Поред њих метаморфни комплекс је изграђен још од серицитских шкриљаца и филита, који су састављени највише од кварца и серицита (Павловић М., 1953). Карбонске творевине пронађене су само у Динарској палеогеографској области, а најбоље су развијене на Медведнику и Влашићу. У јадарском басену овог периода стваране су и карбонатне и теригене стене. Карбонске стене у свом саставу имају арените, алевролите, глинене шкриљце и различите типове кречњака. Због тога што највеће распрострањење имају у области планине Влашић, у литератури се може пронаћи термин Влашићка формација. На простору Медведника, слива Обнице, као и на североисточним падинама Влашића могу се уочити стене средње и горњо пермске старости. Представљене су пешчарима и глиненим шкриљцима као и тамно сивим до црним битумозним и стратификованим кречњацима. На простору Близонски вис-Словац, творевине средњег девона почињу кварцним конгломератима, а изнад њих је слој шкриљаца. У источном делу слива Колубаре присутне су стене нерашчлањеног палеозоика означене као нискокристаласти комплекс Вагана и Букуље.

Мезозојске творевине у сливу Колубаре имају знатно распрострањење, а представљене су највише седиментним, нешто мање магматским, вулканогено-седиментним и метаморфним стенама формираним током све три периоде мезозоика. Тријас је посебно заступљен од Медведника на западу, преко шире околине Ваљева, Маљена, Повлена до границе са Шумадијом на истоку (Анђелковић М. и др., 1987). То су тачније простори јадарске и ибарске зоне унутрашњих Динарида. У јадарској зони творевине доњег тријаса су представљене фацијом кречњака, доломита, пешчара и шкриљаца. У средњем тријасу јадарске и ибарске области осим доломита и доломитичних кречњака који су сиве или тамно сиве боје, а развијени су у уском делу тока Јабланице и једном делу Градца, далеко већи значај и распрострањење имају ладински масивни кречњаци. Ова велика кречњачка маса налази се јужно од Ваљева и заузима простор од више десетина квадратних километара. У литератури су познати као Лелићко–Баћевачка крашка област. Серија је сачињена од масивних и банковитих кречњака и ређе доломита. Јављају се разноврсне кречњачке стене, масивни, једри, прекристалисали или јако силификовани кречњаци. Боја им варира од сиве, преко млечно беле до жућкасте и мркоцрвене (Група аутора, 1975).

За време ладина преко анизијског слоја долази до појаве изразите вулканске активности са изливима порфирита, вулканских бреча и туфова. Она је посебно била изражена у долини Јабланице, на Медведнику, Поћути, Лелићима и Јабланику. Пробијају старије доломите и кречњаке, а у њима изазивају локалне хидротермалне промене. Очврсли су у различитим нивоима (сувулкански, субаерски, субмарински) где су већином били експлозивни вулкани дајући велике количине пирокластичног материјала. Порфирити су изграђени од андезина, амфибола, пироксена, и апатита, местимично праћени прослојцима рожнаца. Елементи горњег тријаса веома су слични средње тријаским творевинама и њему припадају спрудни кречњаци са карактеристичним коралима, хидрозоама, бризоама и другом фауном. Најчешће су то масивни, тамно сиви и белчасти кречњаци. Уско су повезани са Лелићко – Баћевачком крашком облашћу на коју директно налажу, а још су развијени и на северним падинама планине Маглеш.

Као што је већ наглашено у историји стварања терена, крајем тријаса долази до формирања Јадарског копна што је директно утицало на карактер творевина овог периода. Сливно подручје Колубаре обухвата различите стене јурске формације, а карактерише се: дијабаз–рожначком формацијом, серпентинитима и серпентинисаним перидотима, габровима, кречњацима и лапорцима турон–сенона и Љишким флишем кампан–мастрихта (Група аутора, 1975).

Дијабаз–рожначка формација ($J_{2,3}$) захвата огромне делове терена дуж венца Ваљевско–подрињских планина. Генерални правац пружања ове зоне је северозапад–југоисток, од Љубовије преко Медведника и Повљена, па све до Горњег Милановца. Састав дијабаз–рожначке формације чине и седиментне и магматске творевине: рожнаци, пешчари, глинци, кречњаци, брече и дијабази, долерити, мелафири, спилити и габрови. Основно обележје формацији дају дијабази, глинци и разнобојни рожнаци. Стене се често смењују, али се могу пронаћи делови на којима се јавља само једна или две врсте стена.

У граничном прелазу ка Јадарском терену формација је претворена у тектонски меланж. Старост целе серије се процењује на средњу и доњу јуру. Одређена је на основу присуства карактеристичне микрофауне у седиментним стенама. Све магматске стене су алтерисале у великој мери.

Велики перидотитски комплекс Маљена и Суворора налази се мањим делом у јужним деловима слива Колубаре (Букови и Дивчибаре). Најчешће се јављају харцбургити са ређим прелазима у лерзолите или још ређе у дуните. Процес серпентинизације је

веома присутан и интезиван. Око 50% оловина је промењено у серпентин, па су прелази харбургит – серпентин чести.

Габрови (9) се јављају у виду мањих маса по северном ободу Маљенског перидотитског масива. Минерални састав ових стена чине оливин габрови, габронортити, нормални и кварцни габрови. Веома су скромног распрострањења.

Дијабаз и слилит ($\beta\beta$) су откривени на простору између Маљена и Повлена. Смештени су на самом јужном до југозападном делу слива, у изворишним деловима Градца, тј. Забаве. Дијабази су често претрпели алтерације, а изграђени су од алтерисаног плагиокласа и моноклиничног пироксена.

Конгломерати и кречњаци алб-ценомана ($K_{1,2}$) су уочени на локалностима у околини села Брежђа и Г. Лајковца (јужно од Мионице). Серија почиње конгломератима које смењују детритични и конгломератични кречњаци. Захваљујући амонитској фауни одређена је старост. Једновремено са конгломератима и кречњацима настајали су флишни седименти алб-ценомана ($K_{1,2}$). Развијени су источно и југоисточно од Љига, у горњим токовима Качера и Драгобиља. Флиш је представљен ритмичком сменом лапораца и пешчара. Ценомански конгломерати, кречњаци, лапорци и пешчари (K_2^1) имају велико распрострањење, северно од планинског масива Маљена и Сувобора, а јужно од Мионице. Локализовани су у области села Ба, Планинице, Струганика и Брековца. Најзаступљенији су плавичасти лапорци, док су виши делови наизменично изграђени од лапораца и кречњака, ређе лапоровитих пешчара. Налазима микро и макро фауне утврђена је старост седиментних стена.

У пределу Осеченица–Брежђе–Струганик–Брековац и на североисточној страни Сувобора (потес Лом–Рајац) јављају се кречњаци турон–сенонске старости ($K_2^{2,3}$). Належу трансгресивно на Лелићко–Баћевачку крашку област. Доњи део серије припада турону сачињен од детритичних кречњака са интеркалацијама лапораца и прослојцима рожнаца. Виши део формације има знатно веће распрострањење и то у околини Осеченице, Струганика и Берковца. Заступљени су слојевити, плочасти и банковити лапоровити кречњаци са по којим банком рудистних кречњака или мањим силицијским примесама. Седименти турон–сенонског флиша ($K_2^{2,3}$) могу се уочити у долинама Качера и Бољковачке реке. Више локалности, јужно од Мионице и источно од Љига су изграђене од алевролита, граувака и вапновитих лапораца.

Седименти флишне серије, кампан–мастрихта (K_2^3) формирају се у Шумадијској зони. Најзаступљенији су око Љига ширећи се ка западу и југу, али и у североисточном делу слива Колубаре. Због тога што је река Љиг великим делом тока усекла своје корито у ове творевине у литератури се може често наћи термин за флишну серију – "Љишки флиш". У литолошком погледу најзаступљенији су лискуновити средњезрни пешчари, који су слабо везани и лако се распадају. Налази биљног детритуса су чести, а на основу макро и микро фауне старост серије је одређена као кампан–мастрихт. Седименти садрже све карактеристике једне флишне серије, почињући конгломератима који градијацијом прелазе у крупнозрне субграуваке. Могу се пронаћи секвенце изграђене од микроконгломерата, субграувака и алевролита (Група аутора, 1978).

На основу досадашње проучености кенозојских творевина на простору слива Колубаре могу се извршити доста поуздане реконструкције геолошких прилика за време кенозоика. Према мишљењу Анђелковић М. и др. (1987), "сложени геодинамички процеси, прво само убирања и навлачења (од почетка терцијара до пре двадесетак милиона година), а затим све више неотектонски покрети (издизање или спуштање појединих блокова) доводе до стварања све пространијег "Балканског копна" с једне стране и Панонске депресије с друге стране (нарочито од пре 25 милиона година до данас). На ободу ова два најкрупнија нова морфоструктурна елемента обликује се савремена геоло-

шка грађа шире околине Београда. Ова сложена геодинамика условљава и одређује основне просторе деградације и разарања с једне стране као и просторе у којима долази до интензивне, често и веома брзе седиментације”.

Преко описаних стенских комплекса и делова земљине коре (терана) леже терцијарни комплекси. Они су настајали после интензивних тектонских збивања на тектогенетски оформљеној подлози. Врло лако се разликују од палеозојских и мезозојских творевина и представљени су седиментним или магматским комплексима.

Најстарије палеогене творевине припадају слатководном седиментном циклусу. Представљене су језерским седиментима, а јављају се у Ваљевско–Мионичком басену, јужно од Коцељеве. Леже трансгресивно преко старијих формација, а изграђене су од конгломерата, пешчара, лапорца са интеркалацијама туфова, туфита и битуминозних глинаца (уљних шкриљаца). Старост је врло јасно одређена на основу флористичких остатака. Све наслаге неогена су најчешће хоризонталне или врло ретко благо поремећене, а на великим површинама су покривене квартарним речно–језерским терасним наносима. Неогени седименти немају изражену тектонику, али се могу уочити, такозвани колубарски, пећански, пештански и црљански раседи.

У мионичко–белановичком басену (простор између Словачких висова, Вагана и Букуље на северу и Маљена, Суворора и Рудника на југу) неоген је представљен слатководним језерским и бракичким седиментима средњег и горњег миоцена. У западном делу овог басена (Клашнић, Санковић) развијени су сиво–бели лапорци са посебно израженим профилем Беле стене (Група аутора, 1978). Конгломерати баденског ката јављају се на више места: у околини Аранђеловца представљени су грубим кластитима састављеним од кварцита, кристалистих шкриљаца и еруптивних стена (гранит, дацит), док су околини Коцељеве они ситнозрнији. Осим у околини Коцељеве и Аранђеловца, присуство творевина овог одељка утврђено је и у средишњим деловима Тамнавско–Колубарског залива: код Бањана (фосилизоване и лапоровите глине), код Вреоца (глиновите творевине, сиви пескови и пешчари, кречњаца са појавом сивих карбонатних пешчара, глиновите алеврити), код Радљева (сиве песковите глине).

Захваљујући бројним истраживањима која су пратила експлоатационе услове у Колубарском басену лигнита дошло се и до сазнања о карактеристикама творевина горњег миоцена. На простору слива Колубаре сарматске творевине су најчешће прекривене панонским и квартарним наслагама, али су захваљујући појављивању на површини код Свилеуве и Коцељеве ипак добро проучене. Поменуте творевине су представљене песковито–пешчарским фацијама. Површински изданци сармата јављају се и око Доњег и Горњег Мушића, Љига и Мионице и представљени су белим лапорцима са туфитима и битуминозним шкриљцима који су познати као “Белостенска серија” (Анђелковић М. и др., 1987). Бракични сарматски седименти и каспибракични панонски седименти су широко распрострањени. Најбоље развијене локалности су у троуглу Мионица, Љиг, Лајковац и Коцељева (леве и десне обале Тамнаве), десне обале реке Љиг, Качер и Оњег, као и горњи токови Пештана и Турије. Представљени су разнобојним песковима са прослојцима шљунка, песковитих и пиритичних глина са честим појавама лигнита. Такође, могу бити представљене глинама лапорцима, кварцним песковима и шљунковима, који често садрже фосилоносни материјал. Осим каспибракичних и бракичних услова седиментизације језерски слатководни седименти заузимају знатна пространства у сливу реке Колубаре. Представљени су слатководним паноном и лоцирани на североисточним падинама Влашића, југозападно од Ваљева и у области Ваљевске Каменице. На свим локалностима јављају се у виду већих или мањих ерозионих остатака. Сачињавају их шљункови, пескови, глине и кречњаци.

Вулканити и њихови пирокластички у Сливу Колубаре представљају само део велике вулканогене зоне Рудник–Љиг. Поменута зона спада у млађе терцијарне вулканске

области и састављена је из низа мањих вулканских центара. Најзаступљенији су кварцлатити, латити и дацити који чине једну генетску целину. Састављени су од крупнијих андезина и кварца, биотита и амфибола, док у основној маси доминира кварц. Стални пратиоци оваквих излива су различите пирокластичне стене, вулканске брече, агломерати, туфобрече, туфови, стопљени туфови – игнимбрити. Локализовани су у околини Славковице, средишњег дела тока реке Качер и широј околини Љига.

Гранитски интрузиви изграђују планинске масиве Брајковца, Вагана и Букуље. Старости су највероватније између 20 до 30 милиона година. Око ових гранитоида уочљиви су контактнометаморфисане палеозојске стене.

Током понта долази до стварања кварцних пескова, песковитих глина, глиновитих пешчара и шљункова. Њихово распрострањење утврђено је у Посаво–Тамнави, низводно од Коцељеве и узводно од Уба. Има их још са десне стране Пештана, у долини Турије и Бељанице, као и мањим десним притокама. Наслагама ове старости припада и лигнит Колубарског басена, чија дебљина варира од 250 до 300 метара.

У Доњоколубарској долини понтиски седименти су покривени млађим речно-језерским и алувијалним наслагама које су представљене речним терасама (ерозивним, ерозивно-акумулативним, акумулативним) и различитим типовима седимената про страних алувијалних равница. Речно-језерски седименти (слојеви са *Corbicula fluminalis*) представљају најстарије квартарне седименте на простору слива Колубаре. Откривени су бушењем у Обреновцу, Дрену и Грабовцу, налазе се на дубини од 10-19 m преко понтиских наслага, а представљени су хетерогеним шљунковима и шљунковитим песком (Група аутора, 1980). У доњој Колубари и обреновачкој Посавини (од Саве на северу до Лазаревца и Рудоваца на југу) издвојене су три акумулативне терасе (Стевановић П, Маровић М. и Димитријевић В., 1992):

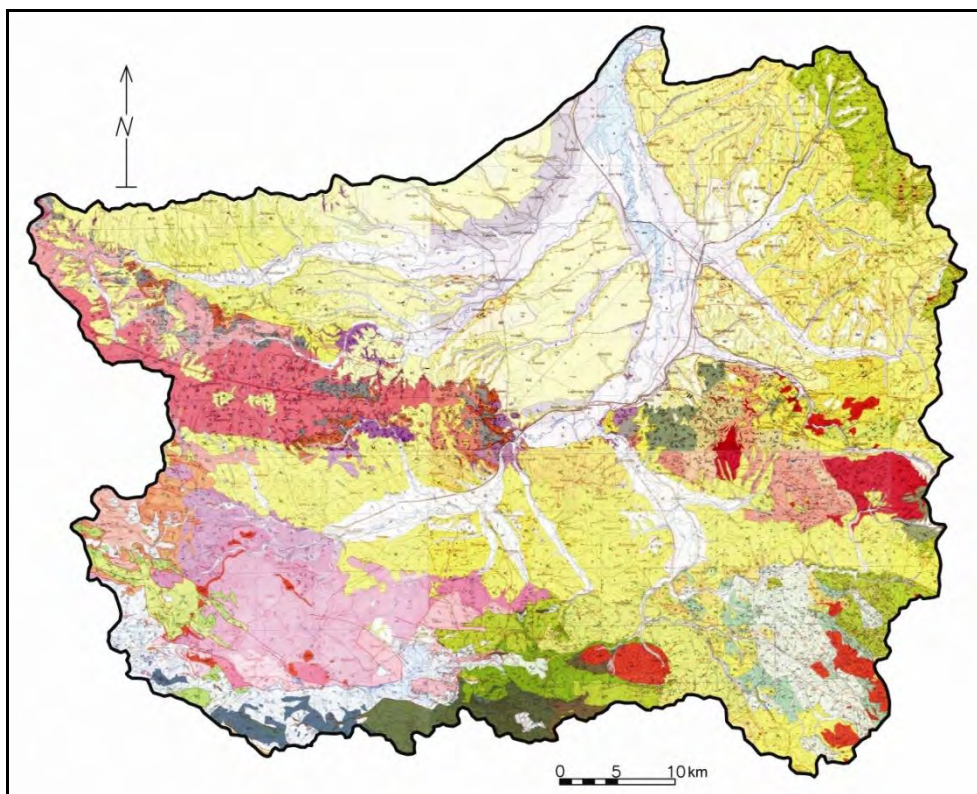
1. 3-5 m, инундациона тераса Колубаре (алувијум)
2. 20-40 m изнад савско-колубарске низије (бањанско-радљевска)
3. 60-80 m изнад Пештана и Турије (јунковачка).

Прва и најнижа тераса представља појас плавлена реке Колубаре и представљена је поводањским наслагама дебљине 5 m. Испод ње се налази рецентна алувијална равна Колубаре. Друга тераса је најраспрострањенија у Колубарском басену, док се трећа јавља на источној обали Колубаре, тачније не вододелници између Колубаре и Пештана.

На основу приказаних геолошких карактеристика терена, приступило се обједињавању појединих литолошких чланова у литолошке комплексе.

Таб. 4. Заступљеност обједињених литолошких комплекса у сливу Колубаре

Назив литолошког комплекса	Површина (km ²)	Удео у укупној површини слива (%)
Квартарни седименти	840,10	23,09
Неогени седименти	1.300,16	35,75
Комплекс флишних и везаних кластичних стена	426,49	11,72
Комплекс карбонатних стена	343,57	9,44
Комплекс магматских стена	135,65	3,73
Дијабаз-розна формација	102,93	2,83
Комплекс ултрамафита и серпентинита	58,05	1,60
Комплекс метаморфних и шкриљавих стена	431,05	11,85
Укупно	3.638,47	100,0



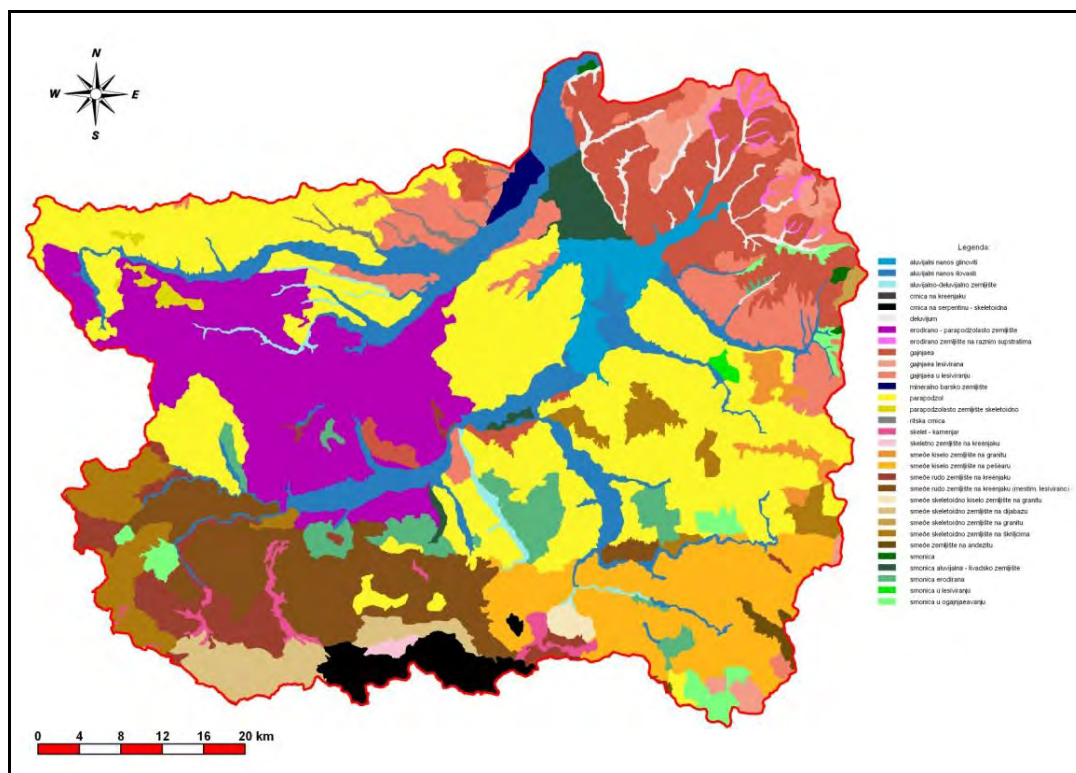
Сл. 4. Основна геолошка карта слива Колубаре



3.2.3. Педолошке карактеристике слива Колубаре

На простору који данас захвата слив реке Колубаре могуће је издвојити различите генетске типове земљишта, а њихов распоред условљен је деловањем основних педогенетских чиниоца у које су убрајају: геолошка основа, рељеф, клима и вегетација. Ако се зна да су комбинације међусобног деловања поменутих чинилаца подложне променама у времену и простору бива јасно зашто се на топографској површини формирају различити типови земљишта. Деловање сваког фактора на процес генезе земљишта није предмет ове Студије, тако да ће бити приказан просторни распоред и основне карактеристике оних типова земљишта који су заступљени у издвојеном простору.

Сва земљишта у сливу реке Колубаре могу се према својој старости поделити на старија и млађа, а оваква одредница условљена је резултатом деловања педогенетских чинилаца и времена. Полазећи од становишта да је простор захваћен овим истраживањем речни слив, умесно је нагласити да се у речним долинама најчешће налазе млађа земљишта. Ова земљишта се могу јавити и на вишим деловима терена, али најчешће на местима где су стара, претходна, земљишта различитим процесима ерозије однешена. Сва остала земљишта у сливу су сигурно старија од описаних.



Сл. 5. Геопросторни распоред генетских типова земљишта у сливу Колубаре

Таб. 5. Заступљеност генетских типова земљишта у сливу Колубаре.

Тип земљишта	Површина [км ²]	Удео у укупној површини [%]
алувијални нанос глиновити	75.13	2.06
алувијални нанос иловасти	307.04	8.44
алувијално-делувијално земљиште	22.46	0.62
црница на кречњаку	0.34	0.01
црница на серпентину - скелетоидна	69.97	1.92
делувијум	30.16	0.83
еродирано - параподзоласто земљиште	467.31	12.84
еродирано земљиште на разним супстратима	11.43	0.31
гајњача	283.34	7.79
гајњача лесивирана	57.25	1.57
гајњача у лесивирању	225.53	6.20
минерално барско земљиште	15.22	0.42
параподзол	910.91	25.04
параподзоласто земљиште скелетоидно	11.62	0.32
ритска црница	10.82	0.30
скелет - камењар	25.56	0.70
скелетно земљиште на кречњаку	6.07	0.17
смеђе кисело земљиште на граниту	31.14	0.86
смеђе кисело земљиште на пешчару	263.98	7.26
смеђе рудо земљиште на кречњаку	100.91	2.77
смеђе рудо земљиште на кречњаку (местимично лесивирано)	260.48	7.16
смеђе скелетоидно кисело земљиште на граниту	11.72	0.32
смеђе скелетоидно земљиште на дијабазу	79.92	2.20
смеђе скелетоидно земљиште на граниту	5.68	0.16
смеђе скелетоидно земљиште на шкриљцима	140.27	3.86
смеђе земљиште на андезиту	11.10	0.31
смоница	4.43	0.12
смоница алувијална - ливадско земљиште	46.85	1.29
смоница еродирана	99.72	2.74
смоница у лесивирању	4.71	0.13
смоница у огајњачавању	47.41	1.30
Укупно	3638.47	100.00

У сливу реке Колубаре **смоница (вертисол)** заузима релативно мале површине. Примарни утицај на формирање овог типа земљишта има матична стена коју у овом случају представљају терцијарне језерске глинe. Секундарни фактор њихове генезе су климатске карактеристике, при чему је најважније постојање смене влажног и сувог периода. У висинској зоналности рељефа заступљене су између 200–300 m надморске висине што у конкретном случају представља јужни део сливног подручја. С обзиром да је то земљиште хидрогеног порекла овакав висински распоред је сасвим очекиван, јер се јављају на речним и језерским терасама и најчешће су у свом развоју прошла подводну, ливадско-ритску и ливадску фазу. Претпоставља се да су у прошлости далеко веће површине слива Колубаре биле под смоницом, али су дејством педогенетских фактора преображене у друге типове земљишта.

Под термином смоница увршћени су подтипови еродирана и огајњачена смоница и слојеви са нормалном смоницом. Основна морфолошка одлика нормалне смонице је да је то претежно дубоко земљиште (до 1,5 m). Еродирана смоница је знатно плића и

одговара по својој дубини 1/3 хумусно–акумулативног хоризонта нормалне смонице. Огањачена смоница се разликује претежно по боји од нормалне.

Посебна карактеристика смонице у сливу Колубаре је да садржи велики проценат глиновите компоненте (више од 70 %), рН им је од 6,1–7,3 количина хумуса осредња, а садржај Р и К прилично мали. Ова земљишта припадају групи најплоднијих земљишта у сливу и способна су да дају високе приносе уз мање агротехничке мере поправке. Због великог садржаја глине веома споро пропуштају упијену воду, па и кише малог интензитета на смоници изазовају површинско отицање, а за време суша стварају се дубоке пукотине. Због чињенице да су смонице тешко глиновита земљишта која се у влажном периоду одликују пластичношћу, а у сувом кохерентношћу, овај тип земљишта спада у категорију еродибилнијих земљишта. Зависно од структуре и начина коришћења еродибилност овог типа земљишта на проучаваном простору је веома варијабилна, али обично припада класи средње ерозије.

Мање површине под смоницама налазе се у атарима села Словац, Поћута, Грачаница, затим северно и јужно од Буковице и мале површине у селу Забрдице. Има их и у атарима села Бујачић, Петница, Клинци и Жабари. Највеће површине под смоницом у сливу Колубаре налазе се између Горњег и Доњег Мушића, Тодориног Дола, Врачевића, Дучића и Грмикоже. Регистроване су северно од Белановице и Накучана, и око насеља Рањци и Бољковци.

У простору који обухвата слив Колубаре, посматрано по висинској зоналности, **гајњаче (еутручни камбисол)** су заступљене између 130–240 m надморске висине тј., у његовим северним и североисточним деловима. Овај тип земљишта се формира у семихумидним областима са средњом годишњом количином падавина од 600-700 mm, изразито сушног лета и средње годишње температуре од 10-12 °С, а матични супстрат представљају језерски и речни наноси иловастог састава (Миљковић Н., 1996). Претпоставља се да су настале метаморфозом смоница при чему су ово добро дренирана земљишта, пропустљива за воду (порозност је 55%), карактеристична за просторе некадашњих храстових шума. Водне особине су им неупоредиво боље него код смоница. Прелази у геолошку подлогу често су веома оштри.

Нису богате хумусом, његов садржај се креће просечно око 3% (у распону од 2-6%) и са дубином опада. Богате су Са и Mg и другим биогеним елементима. Киселост им је често неутрална, али не показују тенденцију ка закисељавању. Садржај Р је веома мали, а К осредњи. У пољопривредном погледу гајњаче представљају веома квалитетно земљиште и битно се разликују од осталих земљишта у сливу реке Колубаре. Лоциране су на таласастим долинама са малим нагибом што повећава могућност њиховог искоришћавања у ратарству, повртарству, воћарству и виноградарству. Најчешћа дебљина гајњача креће се од 120–160 cm, а биљне жиле имају могућност дубоког укорјењавања. Проблем са овом групом земљишта је што лако подлеже укисељавању и испирању, тако да је на стрмим падинама подложна ерозији.

Просторно посматрано, гајњаче у сливу Колубаре заузимају простор од Мислођина, Дражевца, Степојевца, Шиљаковца, Гунцата, Бождаревца, Бељина, Сибнице, Дучине, до Неманикућа и Рогаче.

Као посебан тип земљишта на простору слива Колубаре издвојене су **илимеризоване гајњаче (еутручни камбисол)**, односно гајњаче са испраним глиновитим састојцима (lat. *limare* – испрати глину). Подлога на којој се јавља овај тип земљишта су незвани седименти (језерски седименти, речне терасе), а од климатских услова неопходна је количина падавина виша од 700 mm и просечна годишња температура између 8-12 °С (Љешевић М., 2003).

Илимеризована гајњача у сливу Колубаре припада групи слабо киселих земљишта, са осредњом количином хумуса и незнатном количином храњивих супстанци. На

основу тога, може се рећи да су ово лошија земљишта од гајњача. Када се налази у почетном стадијуму представља пристојно земљиште, али са поодмаклим стадијумом илимеризације постаје неподесна за усеве. Може се користити за шљиву или јабуку, а уколико се примењују одређене агротехничке мере оплемењивања требало би бити крајње обазрив, да се поменути процес не би додатно убрзао.

У сливу Колубаре земљишта илимеризоване гајњаче простиру се у периферним северним и северозападним деловима, а мањих површина има у доњем току Тамнаве. Лоциране су изнад површина са гајњачама преко 240 m надморске висине. Обухватају села Вранић, Губеревац и Бабе. Има их и у атарима села Араповац, Миросаљци, Тулеж, Дрлупа, Венчане и Раниловић. У сливу Тамнаве овај тип земљишта заступљен је на висинама око 120 m. Веће површине се могу наћи код Вуконе, Стублина, Црвене Јабуке и Бањана. Мање површине су између Рупља, Бргула и Каленића, око Радјева, Врела и Такова, као и западно од Уба, око Трлића.

У сливу реке Колубаре **еродирано илимеризовно земљиште (еродирани еутрични камбисол)** налази се обједињено у једну целину. Захвата просторе између горњих токова Тамнаве, Уба и Колубаре, као и централне и западне делове све до границе Уб–Словац. На западној страни слива еродирана илимеризована земљишта захватају просторе и до 400 m надморске висине. Просек се обично креће између 280–320 m надморске висине, док у области Словца, Степање и Гвозденовића распрострању се до испод 200 m надморске висине.

Сви терени које прекрива ова група земљишта одликују се брежуљкасто–брдовитим карактером конфигурације, а то је био и основни услов за њихово настајање. Осим рељефа као доминантног педогенетског чиниоца, ни утицаји умерене климе са количном падавина преко 650 mm и подлогом песковитих иловача нису били мањег значаја. Земљишта су веома сиромашна и кисела, тако да представљају неповољну средину за развој биљних култура. Имају мали водни капацитет и слабо упијају воду, а током сушних периода усеви на њима врло брзо пропадају.

Еродирана илимеризована земљишта пружају могућност за сталну појаву ерозионих процеса. Употреба оваквог термина за ову групу земљишта је адекватна и на тај начин обележава њихове основне одлике и истовремено упозорава да је потребан посебан систем агротехничких мера ради што бољег искоришћавања.

Псеудоглејна земљишта (параподзол) захватају највећу површину у сливу Колубаре (око 25%), а заступљена су на равним или благо заталасаним теренима (најчешће на старим речним алувијалним терасама). Најчешће се јављају на надморским висинама 150–350 m, а матична стена на којој се формира овај тип земљишта мора бити по механичком саставу услојена, тако да се испод површинског пропустљивог слоја, на дубини од 30–40 cm налази непропустљиви слој (глина) који задржава воду (Миљковић Н., 1996). Присуство воде изнад непропусног слоја условљено је количном падавина и за наше услове она мора износити више од 700 mm годишње. Водна својства су веома значајна јер утичу на састав самог земљишта и његов варијетет и на основу ове особине издвајају се равничарски и падински псеудоглеј.

Ово су изразито кисела земљишта, сиромашна глином, хумусом и хранљивим материјама. Имају неповољне хемијске и водно-ваздушне особине и теже су пропусне за воду. У стручној литератури о овој групи земљишта владају опречна мишљења. С обзиром на педогенезу једна група аутора сматра да су параподзолна, а други стручњаци да су псеудоглејна. Заступници друге теорије, своје предпоставке заснивају на томе да земљишта немају никакве везе са подзолима, а опет наводе како су уочени процеси оглејавања и тиме оправдавају свој назив псеудоглеј.

Псеудоглејна земљишта на овим теренима су, вероватно, имала неколико претходних развојних фаза. Донекле то није био развојни него деградациони пут постанка

пseudogleја, јер су као продукт добијена земљишта веома рђавих одлика. Тај пут деградације и осиромашења би могао да се састоји из четири стадијума:

- нормално земљиште
- земљиште у деградацији
- илимеризовано земљиште
- pseudogleј

Pseudogleј је веома подложен ерозији и формирању јаружастих творевина, те је из тог разлога неопходно спроводити противерозионе мере заштите и адекватан начин обраде. Основни задатак ових мера је регулација водно-ваздушног режима у земљишту са циљем да се зона стагнације вода што више спусти у дубину (Љешевић М., 2003).

Својим широким распрострањењем pseudogleјна земљишта заузимају северне делове слива тј. простор око Градојевића, Вукочине, Драгиња, Свилеуве преко Бањана и Вукићевице све до Стублина. На западном делу слива налазе се између Горњег и Доњег Црнољева, на простору Стапара, Горње Буковице и Рабаса. У централним деловима pseudogleј је нашао место између Уба, Бргула, Скобаља, Лајковца и Степање. Највеће површине под овим земљиштима су у централно-источним деловима Колубаре, између речних долина Турије, Пештана, Качера, Љига, као и између речних долина Љига, Топлице, Рибнице и Лепенице.

Велики делови речних долина у сливу Колубаре покривени су **ливадским земљиштима (семиглеј)**. Формирана су у средишним деловима алувијалне равни, претварањем алувијалних наноса са високим нивоом подземне воде, а захваљујући великој влажности одликују се развијеном травном и шумском вегетацијом. Она је под аеробним условима формирала велике количине хумуса, а под утицајем подземних вода промене су вршене и у дубљим слојевима.

Ливадска земљишта имају дубок профил, а по садржају храњивих материја спадају у групу веома богатих земљишта. Најчешће су то карбонатна земљишта неутралне до слабо алкалне реакције, а ако су безкарбонатна онда су неутралне до слабо киселе реакције и добрим количинама хумуса (Љешевић М., 2003). Због велике близине воде, тешког механичког састава, сувишне влажности у зимском периоду и недовољне биолошке активности бонитет ливадских земљишта је на врло ниском нивоу. Оваква земљишта се претежно користе као ливаде дајући сено слабијег квалитета. Приноси могу бити изванредни само у сушним периодима. Квалитет и искористивост земљишта би могао да се постигне применом адекватних водопривредних мера.

Као ливадска земљишта се третирају сва земљишта речних долина у сливу Колубаре. Западно од Ваљева распрострањена су у уским речним долинама Јабланице, Обнице, Буковице. Низводно су карактеристична за скоро све десне притоке: Лепеницу, Рибницу, Топлицу, Љиг са својим притокама - Угриновачки поток, Качер и Оњег. Има их у долинама Луковице, Шушњарице код Лазаревца, Пештана, Турије, Бељанице са њиховим притокама. Такође, ливадска земљишта се налазе у левим притокама Колубаре, и то у долинама Рабаса, Враничине, Кладнице, Тамнаве са Убом, Таковске реке, Јошевице, Суваје, Царевца, Трстеничице и многих мањих притока.

У сливу реке Колубаре веома је заступљена група **смеђих земљишта (дистрични камбисол)** која су образована на различитим геолошким подлогама те у њиховој генези, геологија представља главни педогенетски чинилац. У оквиру групе смеђих земљишта издвојене су три подгрупе: смеђа земљишта на шкриљцима, на магматским и седиментним стенама.

Смеђа земљишта (дистрични камбисол) на шкриљцима карактерише присуство бројних одломака који су настали разоравањем шкриљаца. Искључиво су образована на шкриљавим (метаморфним) стенама, а одликују се добрим упијањем воде. Због изра-

жене трошности лако су подложна процесу ерозије која је посебно условљена одсуством заштитног вегетационог слоја.

Распрострањена су у југозападном делу слива између села Орашца, Врагочанице, Станине Реке и Дренајића, као и између Ситарнице, Суводања, Ребеља, Арсића и Тошића. Мање површине под смеђим земљиштем лоциране су југозападно од Ваљева и у средњеисточном делу слива око села Жупањац, између Лукавице и Трбушнице, јужно од Крушевице и око Вукосавца.

Смеђа земљишта (дистрични камбисол) на магматским стенама заузимају све оне терене на којима су уочене геолошке појаве магматских стена. Геолошка подлога су гранити, дијабази, андезити и други. Смеђе земљиште на дијабазу формирано је на брдско-планинској конфигурацији терена и у условима нешто влажније и хладније климе. Иако је дијабаз отпорна стена, због смене топлих и хладних периода долази до његовог распадања, односно стварања детритичног слоја са базном реакцијом. Земљишта су скелетоидна, механички састав је доста лак услед чега су ова земљишта веома пропусна, добро дренирана и сува. Оваква земљишта су предодређена за шумску производњу, па би их за то требало и користити. Када шумски покривач није присутан, честе су појаве еродованих зона.

Уочавају се у јужном делу слива око Мравинца, Радановца, Ватинаца и Букова, као и села Кик, Суботићи, Милојевићи, Целовићи, Перунићи, Новаковићи и Шујдовићи. Такође их има јужно од Кадине Луке, а северозападно од Славковице, јужно од Пантића, северозападно од Рудника, северозападно од Јаловика, западно од Аранђеловца, источно од Пркосаве и јужно од Венчана.

Смеђа земљишта (дистрични камбисол) на седиментним стенама за подлогу обично имају једре кречњаке са малим уделом нерастворног остатка, пешчаре или флиш. Ако се јављају у планинским областима, заступљена су на заравнима и блажим нагибима, шкрапама и вртачама. Текстура им је иловаста до глиновита иловаста и приликом сушења не долази до формирања вертикални пукотина већ се цела маса распада на ситне зрнасте и прашкасте агрегате. Због тога су она добро пропусна за воду и прилично аерисана. Иако се налазе на карбонатним стенама, земљишта су безкарбонатна (због испраности калцита), а реакција им је кисела или слабо кисела. Ако се налазе под шумом бора и јеле смеђа земљишта показују изразиту киселост. У прошлости интензивном сечом и уништавањем борових шума човек је индиректно уништио смеђа земљишта. Због тога су данас места на којима су била смеђа земљишта и борове шуме огољена и најчешће потпуно уништена.

Смеђа земљишта на седиментним стенама заузимају велика пространства у сливу Колубаре, приближно једну петину укупне површине. Сконцентрисана су на јужном делу слива у појасу источних до западних граница територије слива реке Колубаре, покривајући све веће кречњачке масе. Уочена су у околини села Суводање, Балиновић, Лесковица, Бранговић, Баћевци, Робаје, Буковац, Толић, Струганик, Планиница, Попадих, Гуњица, Кадина Лука, Лалинци, Доњи Бањани, Дићи, јужно од Белановице, закључно са Давидовицом, Кривом Реком и Горњом Трешњевицом.

Црница на серпентиниту (еутрични ранкер) захвата мање од 10 km² слива Колубаре и са тог становишта не представља доминантан тип земљишта, али је веома значајна за интензитет ерозивних процеса јер им је нарочито подложна. Механички састав хумусног слоја (у оквиру оваквих земљишта) донекле одговара глинушама. Реакција овог типа земљишта је кисела или слабокисела, јако су плитка и веома скелетоидна. Производна вредност је мала, а пашњаци и ливаде на њима су слаби. Црница на серпентиниту налази се на крајњим јужним деловима слива између Шиљеваца, Дивчибара и Глушића, као и на делу званом Подгорина. Веома мала површина се налази северно од Подгорине.

Мању површину од црница на простору који обухвата слив Колубаре захватају једино *алувијално-делувијални наноси (флувисоли)*. Алувијална земљишта се најчешће формирају на алувијалним инундационим равнима и речним терасама нагомилавањем речног материјала (алувијума) за време високог водостаја. То су простори најчешће смештени на ушћима бујичарских токова, али и у доњим секторима уздужних профила на којима је изражен мали пад. Из тог разлога алувијална земљишта постепено нарастају услед акумулације новог материјала и постепено прерастају у терасу која престаје бити плавлена (Љешевић М., 2003). Она су веома хетерогена што је нормално с обзиром да су образована од разноликог материјала насталог првенствено радом ерозионих сила, а затим транспортованог отичућим водама. Услед променљивости услова таложења карактеришу се веома израженом слојевитошћу, као и варијабилношћу минералног и хемијског састава услед различите генезе и природе материјала који бива еродован са различитих делова слива.

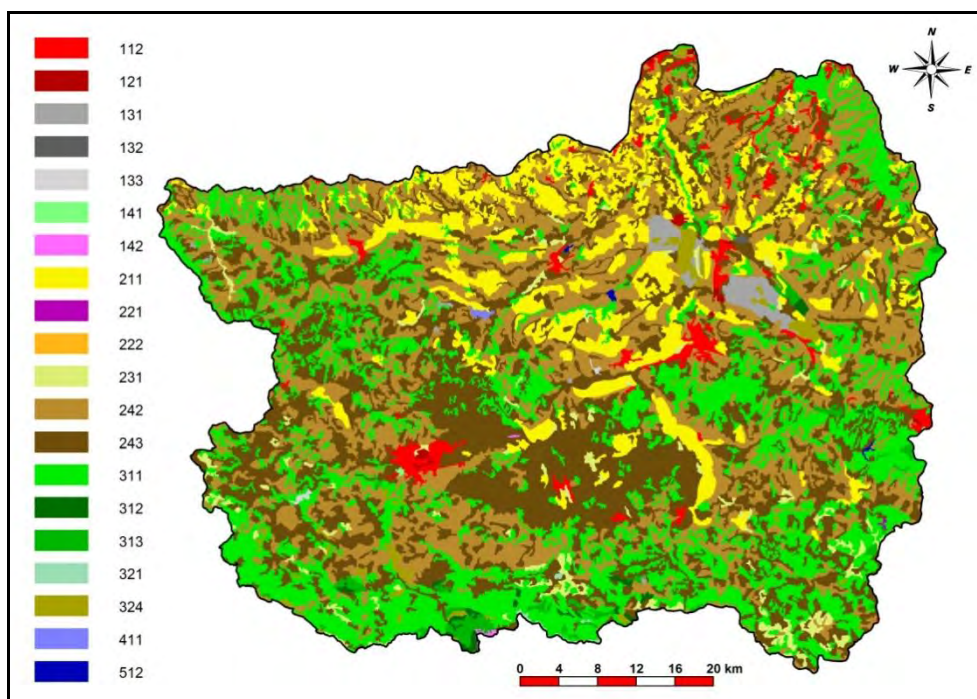
Распростирање алувијално-делувијалних наноса је уско локалног карактера. Јављају се у горњем и доњем делу тока Грачице, Лопајице, горњем делу Буковице, у долини Јастребовца и горњег дела реке Уба и доњем току Колубаре. Могу се наћи у уским долинама речица Драгобиљ код Дића, и Коловаче и Врела код Кадине Луке.

На основу приказа основних карактеристика типова земљишта на простору слива Колубаре, очљиво је да наведена земљишта показују различит степен осетљивости према ерозивним процесима. Због такве чињенице важно је одредити фактор еродибилности земљишта према разорном дејству падавина и отичуће воде. Ако се овај фактор посматра у комбинацији са топографским и геоморфолошким карактеристикама терена, може се узети да је као чинилац ерозије релативно непроменљив. На његов износ највећи ефекат имају: гранулометријски састав, водопропустљивост, структура, текстура и садржај хумуса одређеног педолошког члана. Посебно важна карактеристика земљишта је влажност. Ако је подлога засићена водом, онда и најмања количина падавина изазива површинско отицање и појаву ерозивног процеса. Процес површинске ерозије је најизраженији у ситуацији када је земљиште пропустљиво, песковито, засићено водом, а лежи преко непропустљиве основе чијим је распадањем и настало. Због непропустљиве основе стене, чим се земљиште засити водом сва остала вода отиче површински.

3.2.4. Начин коришћења земљишта

Подаци о основним литолошким, педолошким и геоморфолошким карактеристикама слива Колубаре указују да постоје повољни услови за развој биогеографских услова. Начин коришћења земљишта урађен је на основу CORINE land cover 2012. године. Ова карта нам служи да сагледамо степен антропогеног утицаја на слив. CLC метаподаци као додаток CLC базама података пружају основне информације о садржају приказаних површина у сливу Колубаре. Метаподаци су израђени према стандардној структури коју је прописао CLC ТТ (Несторов И., Протић Д., 2009), а CLC скупови података представљају вредан извор информација за мониторинг животне средине, просторно планирање, водопривреду, итд.

Анализа базе података о земљишном покривачу показује да од укупног броја класа које карактеришу земљишни покривач у Србији, у сливу Колубаре је заступљено 20 CLC класа. Доминира CLC класа 243 (пољопривредно земљиште са значајним површинама природне вегетације) која обухвата 29,56% од укупне површине, а за њом следе 242 (земљиште комплексне култивације) са 28,4% и класа 311 (листопадне шуме) са 23,49 % укупне површине слива Колубаре. Обрадиве површине (CLC класа 211) захватају нешто више од 10% укупне површине.



Сл. 6. Начин коришћења земљишта у сливу Колубаре 2012. године

Таб. 6. Заступљеност CLC класа у сливу Колубаре 2012. године

CORINE Land COVER класе	Површина [km ²]	Удео у укупној површини [%]
112	78.61	2.16
121	6.32	0.17
131	33.47	0.92
132	0.90	0.02
133	1.81	0.05
141	0.57	0.02
142	1.05	0.03
211	382.87	10.52
221	0.43	0.01
222	4.31	0.12
231	71.52	1.97
242	1033.36	28.40
243	1075.64	29.56
311	854.70	23.49
312	12.50	0.34
313	35.72	0.98
321	1.88	0.05
324	39.35	1.08
411	1.71	0.05
512	1.76	0.05
Укупно	3638.47	100.00

Издајање површина са деградираним земљиштем спада у оне проблеме који се налазе на граници утицаја природних, природно-антропогених и антропогених процеса. Комплексност утицаја постојећих процеса огледа се у степену доминантности сваког од њих, од чега у основи и зависи степен деградације земљишта у неком простору.

Територија коју захвата слив Колубаре располаже значајним земљишним ресурсима који су због неадекватног начина управљања (коришћења) изложени деградацији, а то се директно одражава на њихову продуктивност. У брежуљкасто-брдском делу територије, као значајан фактор деградације земљишта јавља се веома интензиван развој падинских процеса (денудација), док се у делу где преовлађује равничарски терен као фактори деградације јављају развој индустрије, енергетике и пољопривреде. Дакле, деградација земљишног фонда најчешће је условљена деловањем различитих природних процеса и антропогеним активностима. С обзиром на чињеницу да се интензитет деловања денудационих процеса повећава са порастом људских активности, веома је тешко направити оштру границу између природних и антропогених фактора деградације земљишног фонда. За потребе ове Студије, као природни фактор деградације земљишних ресурса анализирани су процеси механичке водне ерозије (ерозија земљишта), док су антропогеним процесима деградације обухваћени само техногени елементи насталих промена (саобраћајна инфраструктура...).

3.2.5. Геоморфолошке карактеристике слива Колубаре

Слив Колубаре се састоји из два јасно издвојена басена - Горњоколубарског на југу и Доњоколубарског на северу који су раздвојени Придворичким сужењем. Горња Колубара је виша и она представља део Ваљевске области, док је Доња Колубара нижа и представља фосилни залив Паратетиса. У оквиру Горњоколубарског басена издвајају се три котлине: Ваљевска, Топличка и Љишка. Ваљевска Колубара захвата западни део горње Колубаре и према њеном средишту тј. Ваљевској котлини управљене су Обница, Јабланица, Градац, Рибница. Источни део Горње Колубаре чини долињски систем Љига, тј. према Љишкој котлини су управљени Драгобиљ, Бољковачка река, Палежничка река, Оњег. Средишни део Горњоколубарског басена чини долињски систем Топлице. Према Доњоколубарском басену са леве стране управљени су токови Тамнаве са притоком Уб, а са десне Пештан и Турија.

Слив Колубаре захвата 3638,47 km², а у оквиру њега налази се Доњоколубарски басен површине 1810 km². Доњоколубарском басену припадају сливови Колубариних притока: Пештана, Турије (са Бељаницом), Тамнаве (са Убом) и Кладнице, као и Доњоколубарска долина. Доњоколубарски басен је полигенетско-полиморфни предео. На генезу и морфолошку еволуцију хидрографске мреже овог простора велики утицај су имали тектонски покрети, док је на рецентно стање хидрографске мреже највише утицала флувијална ерозија и антропогени фактор. Изглед и особености хидрографске мреже у Доњоколубарском басену интензивно су се мењали током XX века услед директних антропогених утицаја везаних за различите хидротехничке захвате.

Основне карактеристике рељефа исказане надморским висинама, рашчлањеношћу, нагибима и експозицијама представљају основу за дефинисање рељефних услова, али и утицаја његових морфометријских одлика на интензитет природних (посебно геоморфолошких) процеса, привредних и ванпривредних активности, као и на услове и квалитет живота. Због многоструких директних и посредних утицаја на различите природне и друштвене процесе, утврђивање погодности рецентног рељефа за валоризацију различитих намена захтева комплексну анализу. Предмет оваквих анализа осим утврђивања интензитета природних процеса мора бити и реконструкција, као и пројекција степена морфолошке еволуције рецентног рељефа. Да би се могла извршити правилна реконструкција морфолошке еволуције рељефа, неопходно је познавати динамику и интензитет геоморфолошких процеса, као и степен измена које су настале директним и индиректним утицајима антропогеног фактора као важног модификатора морфолошке еволуције рељефа.

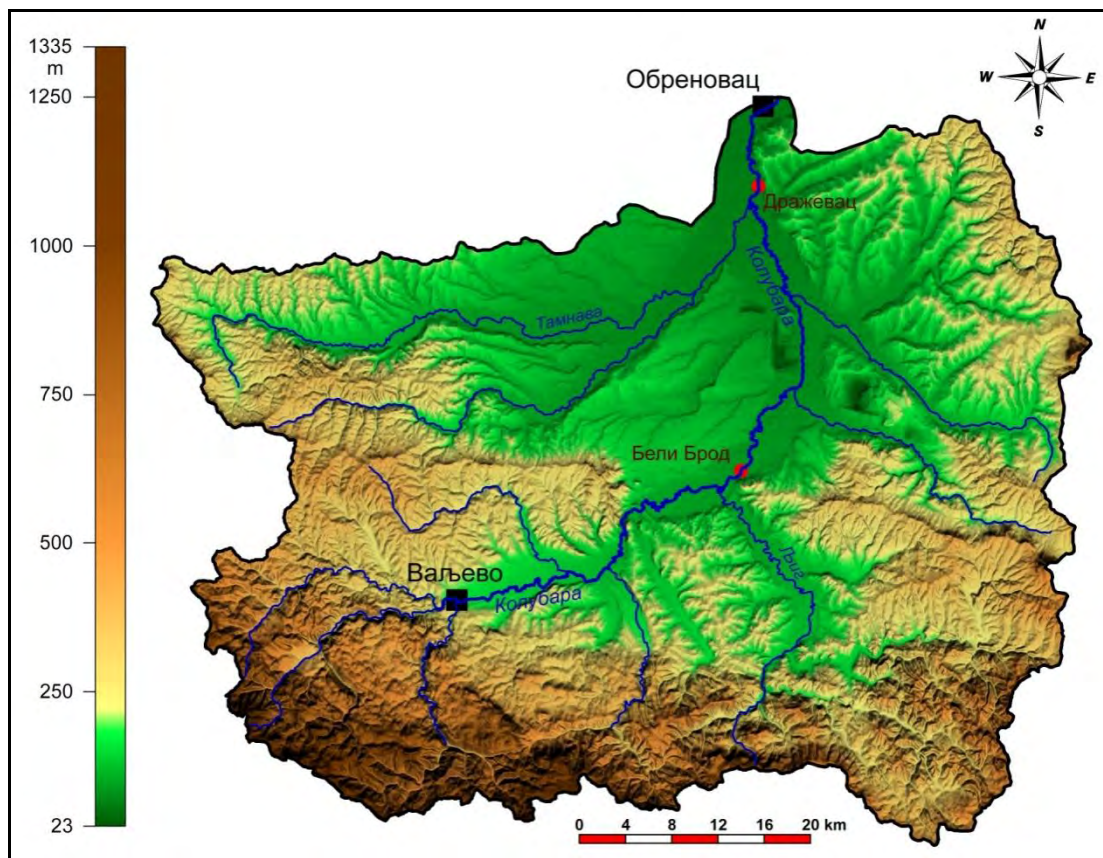
На основу наведених карактеристика лако је уочљиво да је анализа рељефа као фактора ерозивних процеса веома комплексна и да захтева издвајање неких његових основних обележја која су у исто време довољно репрезентативна да могу послужити постављеном задатку. Као основне одлике рељефа слива Колубаре које могу модификовати интензитет ерозивних процеса издвајају се хипсометријске карактеристике, вертикална рашчлањеност, углови нагиба и експозиције. Резултати оваквих анализа имају широку употребну вредност и незаобилазни су у утврђивању интензитета ерозивних процеса, правилном планирању коришћења простора, аграрној географији, заштити и унапређењу животне средине итд.

Хипсометријске карактеристике рељефа представљају основу свих даљих истраживања и омогућавају целокупнију представу о терену који анализирамо. На основу њих долазимо до сазнања да ли се ради о равничарском, брдско-планинском или планинском терену, а у зависности од надморске висине терена намећу се и могућности његовог планирања и правилног коришћења. Средња надморска висина терена представља незаобилазан податак у израчунавању интензитета ерозивних процеса, ретензије

наноса и улази у структуру великог броја емпиријских формула за израчунавање интензитета ерозије.

Таб. 7. Хипсометријска структура рељефа у сливу Колубаре

Висинска зона [m]	Површина [km ²]	Удео у укупној површини [%]
0-100	260.06	7.15
100-200	1261.32	34.67
200-300	938.22	25.79
300-400	534.61	14.69
400-500	263.95	7.25
500-600	134.23	3.69
600-700	82.21	2.26
700-800	70.45	1.94
800-900	46.28	1.27
900-1000	29.73	0.82
1000-1100	11.72	0.32
1100-1200	3.53	0.10
1200-1300	2.06	0.06
1300-1400	0.08	0.002
Укупно	3638.47	100.00



Сл. 7. Хипсометријска карта слива Колубаре

Анализом хипсометријских карактеристика слива Колубаре утврђено је да се 41,82% (1521,38 km²) његове територије налази на надморској висини нижој од 200 m, док се од 200 до 500 m налази 47,73 % (1736,78 km²) укупне површине слива. Дакле, до 500 m надморске висине налази се 89,55 % територије слива Колубаре (3258,16 km²), од 500 до 1.000 m 9,98 % (362,9 km²), а преко 1.000 m се налази 0,48 % рељефа слива (17,39 km²). На основу ових података израчунато је да средња надморска висина рељефа у сливу Колубаре износи 276,4 m.

Хипсометријска структура показује да је у рељефу слива Колубаре највише заступљен висински појас од 200 до 500 m надморске висине, односно брежуљкасто-брдски терен. Затим следи ниско земљиште до 200 m надморске висине, а на трећем месту по заступљености је појас ниских планина. На ова три појаса отпада 99,53 % територије слива.

Важност хипсометријских карактеристика рељефа слива Колубаре за интензитет ерозивних процеса манифестује се директним и индиректним утицајем. Што се директног значаја тиче, висинско зонирање рељефа се налази у тесној вези са природним условима које карактеришу надморске висине и које се висински смеђују. Због тога је веома важно утврдити заступљеност појединих висинских зона у циљу утврђивања врсте и динамике процеса анализираног простора. Наиме, са порастом надморске висине долази до: снижавања температуре и стварања услова за појаву температурног и мразног разаравања стена, повећања количине падавина што иницира процес спирања и механичке водне ерозије и до формирања снежног покривача веома битног за процес хемијског растварања кречњачких стена. На основу наведеног било би за очекивати да се са порастом надморске висине повећава и интензитет (рецентних) ерозивних процеса, али у природи то не мора и да се деси. Са великом сигурношћу се може рећи да пораст надморске висине фаворизује физичко распадање стена као доминантни геоморфолошки процес и појачава његов интензитет. За остале ерозивне процесе, ово се не може изричито тврдити. Наиме, са порастом надморске висине до одређене границе расте и степен пошумљености терена, већи део године топографска површина је заштићена снежним покривачем, а утицај деструктивних људских активности опада сразмерно са порастом висине рељефа. Ово су само неки од фактора који имају конзерваторски утицај на интензитет рецентних ерозивних процеса, а резултанта оваквих међусобних утицаја практично је тешко објашњива. У циљу барем делимичног расветљавања међузависности продукције и еродовања наноса од надморске висине урађена је њихова анализа по 1 km² површине, а као независна променљива узета је вредност надморске висине.

Вертикална рашчлањеност рељефа представља потенцијалну енергију одређеног дела топографске површине дефинисану висинском разликом највише и најниже тачке. Постоје различита мишљења о називу, значају и утицају овог параметра рељефа на интензитет рецентних ерозивних процеса. У савременој геоморфологији сусреће се и назив "енергија" рељефа (Марковић М., 1983), али с обзиром на то да је овај термин неадекватан и ненаучан (Лазаревић Р., 1991) у даљој анализи ће се користити једино првобитни назив. Бројне анализе су показале да вертикална рашчлањеност рељефа не представља показатељ геоморфолошких процеса већ само потенцијал ерозивне енергије који може, а не мора бити искоришћен. Посебно је важно нагласити да потенцијална ерозивна енергија рељефа нема јасно дефинисан значај за рецентну водну ерозију (Лазаревић Р., 1975), али посредан значај може имати његова надморска висина (што је већ објашњено). Према мишљењима С. Гавриловића (1972) и С. Петковића (1993), вертикална рашчлањеност терена ("исцепканост конфигурације") има знатан утицај на продукцију ерозионих наноса. Где је велика рашчлањеност терена ту се најчешће јавља и велика густина речне мреже и на таквом простору водотоци су оптерећени бујичним наносом. На

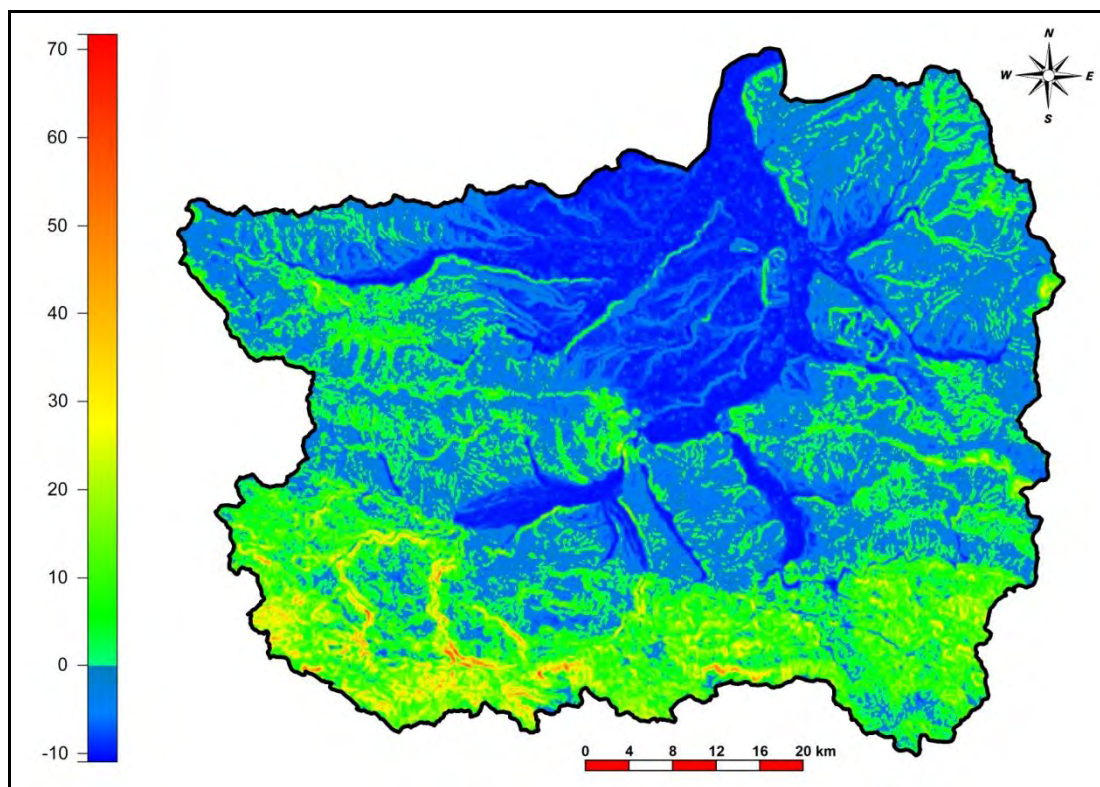
основу досадашњих истраживања вертикалне рашчлањености рељефа слива Колубаре (Драгићевић С., 2002/а) утврђена је извесна зависност између овог параметра и проноса наноса. Из наведеног произилази да анализа вертикалне рашчлањености терена може имати само оријентациони значај и то као показатељ предиспонираности терена за појаву ерозивних и акумулативних процеса. Да ли ће се они заиста и јавити на топографској површини зависи од сплета физичкогеографских параметара.

Тумачење добијених резултата је веома једноставно, јер делови топографске површине са позитивним вредностима имају добру предиспозицију за појаву ерозивних процеса, док негативне вредности означавају просторе могуће акумулације претходно еродованог материјала. Квантитативна зависност између дисекције терена и интензитета ерозивних процеса још увек није прецизно дефинисана и налази се у фази, као што се и види, бројних хипотетичких разматрања. Просторно посматрано, ерозија ће бити доминантна на деловима територије слива где доминирају позитивни облици рељефа, док се акумулација већих размера може очекивати у долини Колубаре, али и у долинама већих притока као што су доњи део долине Љига, Тамнаве и Уба.

Рашчлањеност рељефа спада у ред најважнијих фактора који утичу готово на све врсте саобраћаја, а посебно на копнени саобраћај. Изградња саобраћајних комуникација бива веома отежана рашчлањеношћу рељефа, а као резултат тога може се манифестовати и смањена концентрација становништва у таквим областима. С обзиром на то да се равничарски терени одликују малом рашчлањеношћу рељефа, онда он и нема већег значаја за изградњу саобраћајница. Проблеми се могу јављати у вези са савлађивањем великих речних токова, одвођењем површинских вода, слабом носивошћу условљеном појавом бара и мочвара које су резултат високог нивоа подземних вода на оваквим теренима. Међутим, код средње и јаке дисецираности терена рељеф има важан утицај на избор трасе и градњу саобраћајница и осталих инфраструктурних објеката. Свако подсецање падине може довести до појаве клизишта и одрона, а изградња мостова у циљу спајања позитивних облика рељефа има значајан удео у повећању укупне цене градње. У морфолошком погледу, најповољније су уске и симетричне речне долине где су мостови краћи, док су неповољне асиметричне долине са неједнаком висином обала.

Када се врши анализа морфометријских карактеристика градова посебно је важно утврдити вертикалну рашчлањеност рељефа, односно разлику највише и најниже висинске тачке. "У односу на овај параметар, најповољније могућности пружају терени са амплитудом рашчлањености до 25 m. Висинске разлике веће од 50-60 m већ отежавају организацију водоснабдевања, одвођења отпадних вода, градског саобраћаја, планирања уличне мреже и слично – да би са даљим повећањем вредности овог морфометријског параметра поменути проблеми постајали све изразитији. Дисециран рељеф утиче на стамбено-функционалне, санитарно-хигијенске, архитектонско-естетске и техничко-економске карактеристике градње " (Динић Ј., 2007).

На основу података о вертикалној рашчлањености рељефа слива Колубаре могуће је урадити и први тренд анализираног параметра. Да би се истакао утицај ендогених сила на читавој разматраној површини методом текућих средњих вредности (Марковић М. 1983) карта вертикалне рашчлањености рељефа преведена је у карту првог тренда исте појаве. На основу ове карте могуће је уочити делове територије на којима се дешава лагано релативно издизање, односно спуштање терена. Позитивне вредности ограничавају просторе лаганог издизања терена, док негативне вредности изолинија представљају зоне спуштања топографске површине. Лако је уочљиво да се дуж раседних линија јавља лагано тоњење које је кореспондентно зонама акумулације материјала, док су зоне издизања сагласне зонама могуће ерозије.



Сл. 8. Карта вертикалне рашчлањености рељефа слива Колубаре

Угао нагиба рељефа представља један од основних фактора који дефинише интензитет ерозивних процеса. Ако се искључе сви други физичко-географски процеси и карактеристике рељефа, онда се може рећи да интензитет ерозије расте са повећањем нагиба терена. Ово је условљено чињеницом да са повећавањем нагиба терена расте и кинетичка енергија воде која се слива низ падину. Стога, иста количина воде на хоризонталној и нагнутој површини има различиту енергију и на овој другој може да еродује далеко већу количину материјала. Као илустрацију наведеног може се навести да повећање нагиба од 2^0 на 8^0 повећава брзину отичуће воде двоструко, а то јој даје енергију да низводно понесе комаде наноса који су 64 пута тежи од оних које је носила при нагибу од 2^0 . Дакле, тежина наноса која се слива низ падину пропорционална је шестом степену вредности брзине (Гавриловић С., 1972).

Претходно разматрање има великим делом теоријски значај, јер се на терену може десити да и поред постојања великог угла нагиба интензитет ерозије нема значајнију вредност. На пример, ако је терен великог нагиба покривен веома густом вегетацијом износ ерозије може бити у границама толеранције, за разлику од мање нагнутог, али незаштитоног дела топографске површине. Као важан фактор издваја се и тип геолошке подлоге, јер је на кречњацима и поред великог угла нагиба процес спирања близак нули, али је зато изражена хемијска ерозија. Ово само показује да је у потпуности искључена могућност једностраног разматрања интензитета ерозивних процеса без ширег сагледавања услова терена на којем се они јављају.

Од нагиба топографске површине зависи и интензитет плувијалне ерозије. На великим нагибима вода која потиче од падавина брзо отиче и површина бива потпуно “отворена” за нове кишне капи које ударају о подлогу, али под малим углом. Насупрот томе, на равним површинама услед падања кишних капи може се образовати танак слој воде који ублажава удар капи и штити земљиште од распрскавања. Међутим, с друге стране удар кишне капи је далеко снажнији на хоризонталној него на нагнутој површи-

ни. На основу ових разматрања потпуно је јасно да се већа пажња мора посветити утицају нагиба топографске површине на интензитет плувијалне ерозије. Ерозивни облици површинске и линијске водне ерозије умногоме зависе од нагиба топографске површине. Истраживања су показала да је на нагибима до 5° доминантна површинска ерозија (као и око развођа), а са порастом пада топографске површине расте густина линијских облика, што је од великог значаја за настанак бујичних поплава.

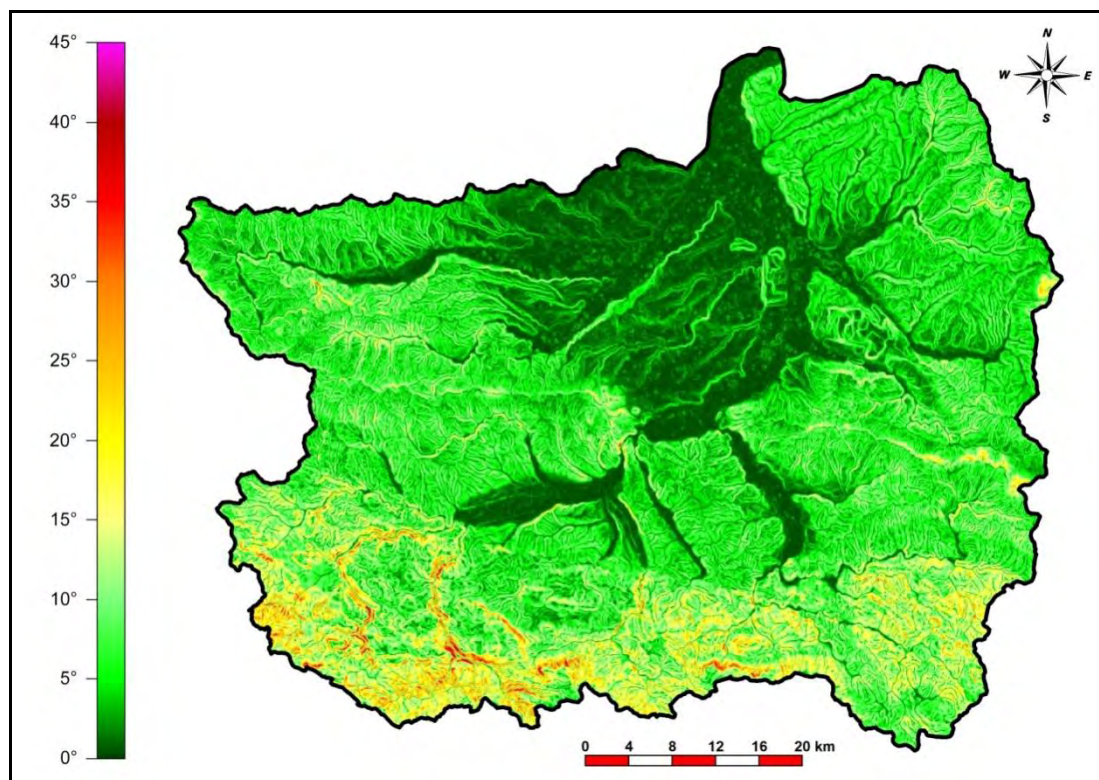
Утицај нагиба има посебан значај код механичког разаравања стена за кретање распаднуте дробине. Распаднути материјал се креће преко нагнутих делова топографске површине, крупнији комади се услед котрљања, судара и трења разбијају у мање и постају све ситнији што су више удаљени од места откидања. Ако је нагиб терена благ, онда је изражено веома кратко кретање дробине, док се код стрмих падина он дуже креће и формира изразите облике рељефа (точила, сипари, плазеви). Међутим, распаднути материјал делује повратно на изглед рељефа и изазива смањење падова топографске површине (смањивањем стеновитих површина) и у крајњој фази њену апланацију.

Таб. 8. Заступљеност различитих класа нагиба рељефа у сливу Колубаре

Нагиб терена (°)	Површина слива (%)
0-5	40
5-10	32,7
10-15	19
15-20	6
20-25	1,8
25-30	0,5

Анализом вредности углова нагиба рељефа у сливу Колубаре, утврђено је да су углови нагиба до 10° распрострањени на 72,7 % укупне територије, док на нагибе од 10-20° отпада 25% површине слива. На нагибу већем од 20° налази се свега 2,3 % територије коју захвата слив Колубаре.

У земљама са јасно дефинисаним смерницама очувања постојећег земљишног фонда површине чији је нагиб већи од 10-15° не користе се за једногодишње културе. У нашој земљи нема јасно дефинисаних ограничења, па се у појединим случајевима обрадиве површине налазе и на падовима до 50°. Као крајњи резултат таквог начина газдовања површинама јавља се нарушавање природне равнотеже и појава јаке ерозије и убрзаног одношења растреситог површинског слоја. Карактеристике нагиба терена утичу на градњу и експлоатацију инфраструктурних објеката (саобраћајнице, објекти комуналне инфраструктуре, санитарно техничка постројења). Ако су падине блаже тада се водовод и канализација лакше граде и експлоатишу, лакше је сливање атмосферских падавина са простора града, процеђивање простора предвиђених за спорт и рекреацију. Велики нагиби онемогућавају градњу високих објеката, а да би били коришћени неопходна су велика улагања за њихово уређење. Провлачење саобраћајница преко великих нагиба је отежано па се мора водити рачуна и о експлоатационим својствима возила. Само за поједине облике рекреације повољни су велики нагиби (планинарење, скијање, санкање и други облици зимске рекреације).

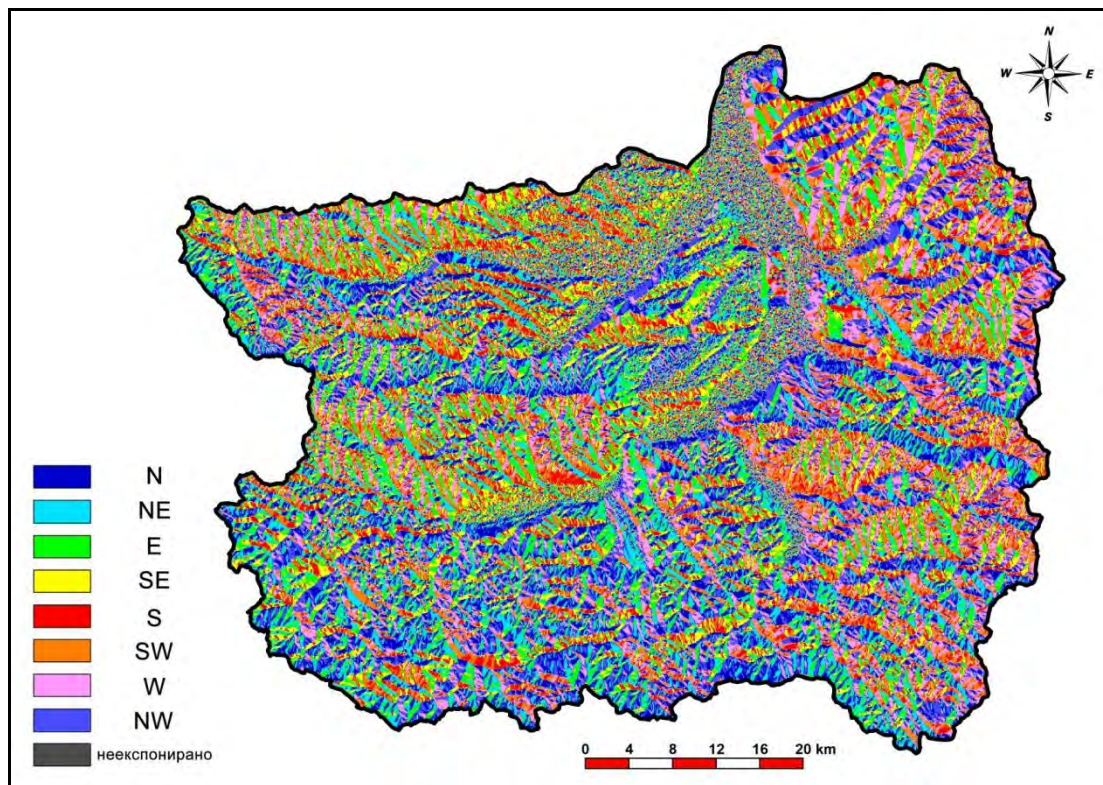


Сл. 9. Карта нагиба рељефа у сливу Колубаре

Експозиција рељефа има улогу веома важног модификатора ерозивних процеса. Од експозиције зависи пријем и дужина трајања сунчевог сјаја, температурне суме и њихове амплитуде, а све то директно и индиректно утиче на процесе физичког разоравања стена и денудацију. Експозиција модификује значај висине Сунца изнад хоризонта тако што присојне стране омогућавају повећавање упадног угла његових зрака, а осојне њихово смањивање.

На нашим географским ширинама којима припада и слив Колубаре, највећу количину топлоте прима јужна експозиција па се на њој јавља најјаче загревање топографске површине, али и највеће амплитуде. То је условљено чињеницом да су ове експозиције у пролећним и јесењим данима обасјане великим упадним углом сунчевих зрака (око 90°). Извршена мерења су показала да се и током зимског периода стеновите површине јужне експозиције у подневним часовима могу загрејати до 50° , а у исто време северне падине имати температуру око 0° С (Шибалић Д., 1986). С друге стране, падине северне експозиције великог угла нагиба и приближно исте надморске висине могу лети у време највишег положаја Сунца имати нижу температуру од јужних за више од 20° С (Пензар, 1985). Истраживања су показала да су западне експозиције топлије од истих источне, а разлике су условљене периодима дневног осунчавања. Источне експозиције изложене су директном сунчевом зрачењу у преподневним часовима и тада се највећи део топлотне енергије троши на испаравање воде са топографске површине. Западне експозиције имају сасвим другачији ток осунчавања и обасјане су Сунцем у послеподневним часовима када је услед повећања температуре ваздуха већ испарио добар део воде из земљишта. У периоду њихове експонираности сунчевим зрацима топлотна енергија се директно троши на загревање топографске површине, а самим тим и ваздуха. Према Д. Дукићу (1980), летњи месеци на приближно истим висинама могу бити $5-6^{\circ}$ С топлији на јужној него на осојној страни. Најнеповољније услове за пријем сунчеве топлотне енергије имају велики нагиби северне експозиције. На њих сунчеви зраци падају само у топлом делу године и то на кратко двапут дневно, непосредно након изла-

ска и пре заласка Сунца (Радовановић М., 2001). На северним експозицијама влажност је већа него на јужним што условљава добру пошумљеност и дебљину земљишног покривача, а самим тим и густину речне мреже. Према овим карактеристика и интензитет денудације је мањи него на јужним падинама.



Сл. 10. Карта експозиција рељефа у сливу Колубаре

Картом експозиција рељефа слива Колубаре приказан је њихов просторни распоред, али и заступљеност и појединачни удео сваке од њих. На основу наведеног добро је уочљиво да експозиције рељефа представљају снажног модификатора ерозивних процеса, али до сада још увек није пронађена методологија квантификовања њиховог утицаја и одређивања ерозивног дејства.

Због велике променљивости њиховог утицаја на физичко-географске процесе (зависно од географске ширине, климатског појаса, угла нагиба рељефа) нису нашле свог удела у емпиријским моделима прорачуна и прогнозирања интензитета ерозивних процеса. Један од разлога је и непостојање осматрачких пунктова за мерење квантитативних показатеља климатских и других елемената на одговарајућим експозицијама, а то је нужни предуслов у изради анализа и успостављања основних математичких законитости. Једино што за сада преостаје је квалитативна анализа значаја експозиција рељефа, а то је још увек теоријско разматрање које захтева проверу и примену у пракси.

4. КЛИМАТСКЕ И ХИДРОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

4.1 Климатске карактеристике слива Колубаре

Клима представља један од најважнијих фактора који одређују интензитет и врсту ерозивних процеса. У зависности од климатских карактеристика одређеног терена може се очекивати појава водне, снежно-ледничке, или еолске ерозије. На основу доступних климатолошких података до сада су анализирани основне климатске карактеристике слива Колубаре (Драгићевић С., 2002, 2007, 2015). Клима има улогу модификатора интензитета ерозије и њен утицај се манифестује директно, тј. преко климатских елемената и појава и индиректно, преко вегетације и типова педолошког покривача који су непосредни одраз њеног карактера. Утицај климе на ерозивне процесе мора се посматрати као укупно стање свих чинилаца, а не само кроз количину, интензитет и распоред падавина у току године. Само ако се направи такав приступ, постаје могуће разумети зашто иста количина падавина не проузрокује увек исте ерозивне последице и исти интензитет плувијалне ерозије, денудације и флувијалне ерозије, али и карактеристичне појаве великих вода. У анализи климатских карактеристика слива Колубаре као фактора рецентних ерозивних процеса, неопходно је узети у разматрање њене најважније елементе, падавине и температуру.

Од наведених климатских елемената, на простору који захвата слив Колубаре, *падавине* су биле предмет детаљније анализе са аспекта интензитета ерозивних процеса и појаве великих вода. Полазни податак за сва даља хидролошка и геоморфолошка истраживања представља познавање количине и интензитета падавина над неким делом топографске површине. Ово је иницирано чињеницом да вода представља основни геоморфолошки агенс на Земљиној површини и да постоје различите врсте ерозија које она условљава својим механичким и хемијским деловањем, али су у последице деловања вода веома озбиљне и вишеструке. Досадашњим анализама је доказано да укупна годишња висина падавина није од пресудног значаја за интензитет ерозивних процеса и појаву поплава у сливу Колубаре (Драгићевић С., 2002, 2007), већ је далеко значајнији распоред тих падавина у току године тј., плувиометријски режим (Петковић С., Стефановић Ј., 1993; Драгићевић С., 2001) и њихов интензитет. Несумњиво је да годишња висина падавина представља неопходан податак за израчунавање интензитета ерозије неког простора, јер осим тога што је овај параметар лако доступан, он представља веома важан саставни део великог броја емпиријских једначина. По правилу, са повећавањем износа годишње висине падавина расте и потенцијална ерозивност датог простора. Но, да ли ће се ова констатација јавити и на терену зависи од сплета физичко-географских фактора, јер са порастом количине падавина долази и до прираста вегетације, а она представља један од основних антиерозивних фактора на терену. Утврђивање ерозивних карактеристика падавина подразумева, осим податка о њиховој годишњој вредности, још и трајање, интензитет, учесталост, кинетичку енергију, плувиометријски режим, као и њихов просторни распоред.

На основу анализе месечних и годишњих висина падавина у периоду 1961-90. за 40 кишомерних станица у сливу Колубаре, дошло се до података неопходних за доношење правилнијих закључака о њиховом утицају на интензитет ерозивних процеса. Анализирајући просторни распоред падавина у сливу Колубаре уочава се да су највлажнији југозапади делови слива, док најмање падавина примају северни и источни делови. Количина падавина постепено се повећава од североистока према југозападу слива. Ретко распоређене изохипсе у северним и источним деловима слива указују на релативно хомогену топографију. Густо распоређене изохипсе у западним и јужним деловима слива резултат су сложене топографије. Осим рељефа, значајан климатски фактор је и удаљеност од извора влаге (Јадранско море и Атлантски океан). Због тога западни

делови примају више талога од источних, иако се налазе на истој географској ширини. Већа количина падавина у западном делу слива узрокована је хладним фронтом и пљусковима које доносе хладне ваздушне масе долазећи са Атлантика и Западне Европе (Unkašević M., Tošić I., 2011). Након преласка преко планина ове ваздушне масе се спуштају, загревају и постају сувље. Због тога долази до значајних разлика у количини падавина на истим или приближним надморским висинама између станица према којима долазе ваздушне масе и оних које се налазе у заветрини (Дуцић В., Радовановић М., 2005).

Таб. 9. Средње месечне вредности падавина (у mm) у сливу Колубаре за период 1961/90 (РХМЗ)

Станице	Н.В. (m)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Бањани	120	52,0	47,5	47,6	57,3	67,8	96,9	59,1	60,1	50,4	42,6	60,3	58,1	699,7
Барајево	270	56,0	44,2	53,4	59,9	81,2	90,3	72,6	62,6	55,4	43,9	51,7	60,8	732,1
Белановица	270	55,7	55,2	59,1	64,2	93,6	113,6	77,1	66,7	56,9	50,3	62,0	64,8	819,2
Бождаревац	150	48,5	43,8	51,1	54,1	72,9	90,2	65,3	60,0	53,2	41,8	52,0	57,7	690,5
Бранковина	250	51,5	51,4	59,1	62,7	89,1	104,9	75,3	68,0	59,6	53,5	67,4	59,9	802,4
Брежђе	340	66,7	60,1	75,3	78,5	117,0	129,7	90,7	83,3	75,4	55,5	78,8	78,7	989,7
Ваљево	174	48,9	45,6	55,8	63,5	88,1	108,5	77,0	68,0	59,6	48,8	61,6	83,8	809,3
Венчане	140	56,5	49,0	55,7	57,4	82,0	91,5	66,3	56,0	51,5	47,4	58,0	62,8	734,2
Вранић	230	51,5	46,7	53,1	59,5	76,8	97,7	66,5	62,0	54,7	43,6	58,9	61,8	733,0
Вукосавци	360	61,2	55,6	63,6	70,7	103,0	124,5	79,7	70,9	56,4	47,8	66,4	66,9	866,6
Дивчибаре	960	61,3	58,1	67,5	88,2	139,0	135,6	97,5	77,7	74,5	61,1	72,4	70,2	1003,1
Доње Црниљево	180	61,3	55,8	65,1	70,4	86,0	107,5	77,7	72,5	61,7	54,1	69,0	72,9	843,8
Доње Лесковице	600	59,8	58,3	65,7	79,0	107,4	134,2	88,9	83,6	73,7	61,0	73,7	67,6	952,9
Доњи Мушић	180	55,4	52,0	63,2	64,4	98,4	113,2	82,2	70,9	57,4	50,7	69,1	66,3	843,2
Дудовица	135	55,6	50,2	58,0	64,1	95,1	106,2	72,1	69,2	53,5	47,2	64,0	66,2	801,4
Каленић	105	52,1	45,9	54,3	57,2	75,4	97,9	66,2	60,1	52,5	43,7	60,6	60,2	726,1
Каменица (ваљ.)	320	63,4	63,6	72,5	78,0	110,4	123,3	88,6	79,1	70,6	61,4	75,5	78,5	964,9
Коцелјево	135	52,3	49,9	56,0	58,8	79,7	103,2	67,7	58,4	58,5	45,3	63,9	63,8	757,5
Крива река	310	55,9	50,7	56,5	57,1	83,7	101,5	67,4	54,6	53,8	43,6	50,0	63,2	738,0
Лајковац	120	53,8	41,6	52,9	56,6	78,8	85,8	65,3	58,1	45,4	42,3	54,9	56,6	692,1
Лазаревац	140	57,6	50,7	55,2	60,2	85,1	97,0	69,7	63,6	54,5	45,0	59,4	65,0	763,0
Луковац	175	61,1	48,0	60,3	60,9	87,9	102,1	71,9	61,8	54,3	46,7	64,5	64,7	784,2
Љиг	150	53,8	52,4	59,4	63,7	87,6	107,7	76,5	72,3	56,5	48,2	64,9	67,1	810,1
Мајиновићи	400	64,0	57,5	66,5	80,1	112,2	109,6	76,6	68,1	60,4	57,3	76,7	72,0	901,0
Мионица	170	57,5	50,8	61,5	65,4	95,2	102,7	78,8	70,5	59,8	48,4	67,3	65,8	823,9
Мратишић	400	53,6	49,5	62,7	70,2	104,1	117,5	87,2	82,9	67,1	54,0	70,2	60,8	879,8
Обреновац	80	46,4	40,2	46,6	52,1	66,5	84,4	58,5	55,3	50,4	40,5	50,3	56,2	647,2
Памбуковица	140	49,4	50,6	58,3	59,6	76,2	103,2	71,1	60,6	50,8	45,1	64,3	56,1	745,3
Партизани	250	56,3	47,7	53,0	59,3	87,6	105,0	71,1	53,2	50,3	41,9	60,9	61,7	748,0
Поћута	450	69,6	67,3	75,4	80,5	123,1	125,8	94,6	86,1	77,0	66,4	90,1	81,9	1037,8
Рајац	650	50,3	48,5	59,2	70,4	115,9	122,2	90,8	80,5	65,5	55,6	66,6	59,0	884,5
Рудовци	180	52,7	49,3	59,2	57,2	91,7	106,0	75,5	66,7	54,6	47,2	60,2	60,6	781,1
Рудник (насеље)	635	63,5	57,5	69,2	70,2	102,9	120,4	80,8	67,1	61,9	45,9	68,5	77,0	884,8
Рудник (планина)	700	72,1	63,5	71,8	81,9	107,2	131,4	88,9	73,0	67,4	50,3	70,1	79,3	956,9
Сибница	150	52,6	43,5	50,9	60,5	83,5	99,9	72,4	60,8	52,3	43,6	58,0	60,6	738,7
Степање	230	61,8	50,6	60,9	63,2	86,3	99,3	74,0	65,9	56,7	50,2	68,0	68,8	805,7
Степојевац	125	45,7	38,8	49,4	53,7	68,6	87,5	60,3	51,2	50,6	42,7	55,9	52,0	656,4
Стублине	100	44,3	39,5	55,2	58,6	71,7	88,7	69,0	58,8	51,9	44,8	58,8	53,6	694,9
Уб	90	50,8	45,0	52,7	56,6	78,6	101,2	60,7	63,9	52,1	46,9	61,3	61,2	731,0
Штавица	225	54,1	47,7	59,2	67,3	95,7	117,9	83,0	71,3	58,6	47,6	66,7	63,0	832,1

Претходним истраживањима (Драгићевић С. 2001, 2002, 2007) се показало да је на највећем броју кишомерних станица у сливу Колубаре максимум падавина забележен у

јуну месецу, а само на Дивчибарима и Мајиновићима, максимум се јавља у мају. На ове две станице, разлика између мајске и јунске количине падавина је незнатна и износи око 3 mm, што је потпуно сагласно са важећом констатацијом да је овакав распоред падавина условљен барометарским депресијама које се по Ван Веберу крећу путањом V_c од Ђеновског залива даље на исток, тј. долинама Саве и Дунава. На 28 кишомерних станица минимум падавина се јавља у октобру, док се на преосталих 12 јавља у фебруару. Разлике у висини падавина између ова два месеца су незнатне те се може говорити о једном минимуму падавина, а ако је неопходно онда се условно може извршити његова подела на "главни" и секундарни минимум као што је то већ анализирано (Драгићевић С., 2002; Живковић Н., Драгићевић С., 2003). На основу израчунатих вредности падавина за наведених 40 станица може се издвојити податак да највећа средњемесечна количина падавина има интервал од 66,4 mm на Поћути (октобар) до 139 mm колико износи тридесетогодишњи просек јулских падавина на Дивчибарама. Вредности најмањих просечних вишегодишњих месечних падавина крећу се од 38,8 mm у Степојевцу (фебруар), па до 84,4 mm на Дивчибарима (јун).

Као важан податак намеће се израчунавање релативног годишњег колебања падавина. Оно је последица плувиометријског режима, односно, ако је расподела падавина по месецима равномерна онда је релативно колебање једнако нули. Ако су падавине неравномерно распоређене по месецима онда је вредност релативног колебања већа. Од анализираних станица најмање релативно вишегодишње колебање падавина заступљено је на Поћути (5,7%), а највеће на станици Вукосавци (8,9%). Просечно вишегодишње колебање падавина за све наведене станице слива Колубаре износи 7,3%, што указује на изражену неравномерност током године, а то се рефлектује преко различитог интензитета ерозивних процеса током годишњих доба. Овај податак је наметнуо потребу израчунавања висине падавина по годишњим добима, односно по сезонама (топлија и хладнија половина године). На свим анализираним кишомерним станицама на простору слива Колубаре, просечно највише падавина се излучује у летњој сезони (јун, јул, август) 249,4 mm, а најмање у јесењој (септембар, октобар, новембар) 171,4 mm. У пролећној сезони се излучи далеко већа количина падавина (215,5 mm) него у јесењој (171,7 mm). Расподела падавина у топлијој половини године (мај-октобар) карактерише се знатним разликама у њиховим висинама. У овом делу године на свим станицама се јавља изразито већа количина падавина него у хладнијој половини (април-новембар). На основу наведеног може се закључити да оваква годишња расподела падавина одговара средњеевропском (подунавском) плувиометријском режиму (Вујевић П., 1928). Осим тога, овакав распоред падавина има пресудан значај за интензитет ерозивних процеса и представља основу плувиометријског режима.

За анализу количине и расподеле падавина неопходно је узети у разматрање оротопографски склоп терена слива Колубаре. Према М. Радовановићу (Радовановић М., 2001), "кишомерне станице које у Западној Србији леже на надморској висини већој од 1.000 m готово по правилу имају преко 1.000 mm просечну годишњу суму падавина. Долине Дрине и Колубаре имају веома битну улогу у расподели падавина за овај део Србије. Ваздушне масе обогаћене влагом, које долазе са северозапада, у суштини прате правац пружања Динарида. Бројни огранци главне струје, пратећи најповољније пролазе увлаче се у речне долине десних притока Саве које су углавном оријентисане у правцу север-југ. Али, не ради се само о томе да високи терени примају преко 1.000 mm талога. Наветрене падине, и на знатно нижим висинама могу "обиловати" падавинама. На пример Поћута која се налази на 450 m н.в. добија око 1.038 mm падавина. Каналисање поменутих ваздушних маса свакако да пресудно утиче на овако високе вредности". Дубоко усечене речне долине се одликују посебним специфичностима, а веома значајни параметри су квантитативне, тј. морфометријске карактеристике геоморфолошких об-

лика, јер се њихове димензије директно одражавају на величину појединих измерених елемената (Дуцић В., Радовановић М. и Бјељац Ж., 2004).

Дакле, није реч само о надморској висини, већ наветрене падине и на знатно нижим надморским висинама примају више од 1000 mm падавина годишње. Типичан пример је станица Поћута, која се налази на 450 m, а прима 1038 mm падавина годишње. На овом примеру, јасно се уочава утицај експозиције рељефа на висину падавина. У сливу Колубаре, брдско-планински терени заступљени су у југозападном, јужном и југоисточном делу са доминантним нагибом терена од југа према северу. Дубоко "увлачење" речних долина Колубаре и њених притока према југу, омогућава продирање ваздушних маса са севера до самих јужних граница слива, а самим тим и повећање облачности и падавина у овом смеру. Управо у тим деловима слива настаје генерисање вода за појаву поплавних таласа.

Истраживања су показала да је осим познавања вредности укупне годишње количине падавина далеко важније познавати распоред појединачних киша, посебно оних са висинама преко 25 mm (ерозивне кише). До сада је анализирано неколико таквих климатских дешавања, а посебно су репрезентативна за јуни 1996. (Вукмировић А., Капор Б. 1999) и јули 1999. (Драгићевић С., 2001; Драгићевић et al., 2013, 2016), 2010. годину и мај 2014. године. Наведена истраживања су показала да се интензивна ерозија и поплаве могу јавити и у случају када нека област добија годишње малу просечну количину падавина, али се та количина излучује у облику неколико већих киша, а ова констатација подробније је анализирана у циљу представљања угрожености слива екстремним климатско-хидролошким дешавањима.

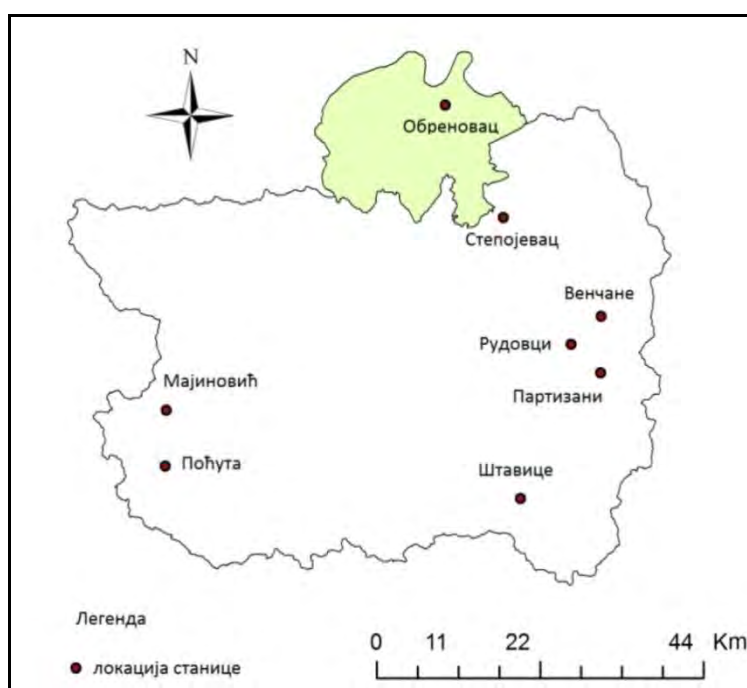
У Ваљевском крају снег је редовна зимска појава са периодом јављања од октобра до априла, али се овај тип падавина најчешће јавља у јануару, децембру и фебруару (просечно 25 дана од укупног броја дана у месецима). На основу анализе валидних низова осматрања за Ваљево, установљено је да се први дан са падавинама у облику снега јавља око 20. новембра (стандардна девијација и коефицијент варијације $\pm 17,3$ дана и 5,4%), а последњи 31. марта ($\pm 19,2$ дана и 21,3%) (Ђукановић Д., 2000). Истом анализом је установљено да у току године просечно најмање дана са снегом имају северозападни, северни и североисточни делови проучаваног терена (доњи ток Колубаре и Тамнаве), а највише планински терени на југу (Бобија, Медведник, Јабланик и Повлен).

У циљу анализе трендова падавина у сливу Колубаре као фактора настанка великих вода и могућих промена у еволуцији хидрографске мреже, коришћени су подаци са осам станица за период 1961-2010. година. Подаци су обезбеђени од стране Републичког хидрометеоролошког завода Србије и односе се на месечне и годишње суме падавине. Списак станица са географским координатама приказан је у таб. 10, а њихове локације на сл. 11. Максимум падавина на свим станицама слива Колубаре забележен је у јуну (107,7 mm), док је минимум на већини станица у октобру (52,2 mm). Мале количине падавина у току зиме су последица малог садржаја водене паре у ваздуху и ниских температура ваздуха. С обзиром на расподелу падавина по месецима, овај крај припада средњеевропском (подунавском) плувиометријском режиму

Максимална годишња количина падавина у анализираном периоду износила је 1836,8 mm а забележена је на станици Штавице 2010. године. Године 2009. и 2010. су биле влажне, будући да се знатна количина талоба уочава готово на свим станицама на територији слива Колубаре. Најмања висина талоба од 281,2 mm регистрована је 1973. године на станици Партизани.

Таб. 10. Списак станица са географским координатама и средња висина падавина R за период 1961-2010. година

Станица	ГШ	ГД	НВ (m)	R
Венчане	44°24'	20°28'	140	738.5
Мајиновић	44°17'	19°44'	400	938.6
Обреновац	44°39'	20°12'	80	657.7
Партизани	44°20'	20°28'	250	775.2
Поћута	44°13'	19°44'	450	1055.5
Рудовци	44°22'	20°25'	180	798.2
Штавице	44°31'	20°18'	125	898.4
Степојевац	44°11'	20°20'	225	699.9



Сл. 11. Локације падавинских станица на територији слива Колубаре.

4.1.1. Анализа тренда падавина

Тренд падавина на територији слива Колубаре анализиран је на годишњем и сезонском нивоу. С обзиром на то да је прелиминарна анализа показала присуство тзв. закривљене расподеле у временским серијама, коришћен је непараметарски *ManKendall* тест и *Sen's* метод за утврђивање статистичке значајности и нагиба тренда. Овакве анализе су веома важне због правилне процене угрожености слива бујучним поплавама и пропуста испод најважнијих саобраћајница у сливу.

Таб. 11. Вредности тренда падавина (mm/година) на станицама у сливу Колубаре

Станица	1961-2010	1961-1990
Венчане	0.85	-1.91
Мајиновић	3.53	1.10
Обреновац	0.63	-0.74
Партизани	3.49	1.97
Поћута	4.19	9.52
Рудовци	2.44	0.20
Степојевац	2.77	2.87
Штавице	6.09	6.08

Истраживање тренда падавина је од великог значаја за нашу земљу обзиром на њен положај између медитеранских и континенталних услова климе. Тошић И. (2004) је анализирао просторне и временске варијације у зимској и летњој сезони на 30 станица у Србији и Црној Гори у периоду од 1951. до 2000. године. Падавине су анализирани просторно применом емпиријских ортогоналних функција, као и временски користећи Mann-Kendall тест и спектралну анализу. Резултати су показали негативан статистички несигнификантан тренд у зимском периоду године. Анализирајући годишњи тренд падавина у Србији у периоду од 1951. до 2010. године, Станојевић Г. (2012) је уочила снижавање падавина на североистоку, истоку, југу и југоистоку земље, док је у преосталом делу Србије уочен позитиван тренд са највишим вредностима на западу и југозападу земље.

Резултати анализе тренда (табела 11) су показали позитиван тренд на готово свим станицама на годишњем нивоу, статистички сигнификантан на пет станица у периоду од 1961. до 2010. године. У циљу детаљније анализе тренда падавина на простору слива Колубаре анализан је тренд за два периода, стандардни од 1961. до 1991. и од 1961. до 2010. године. У периоду 1961-1990. свега две станице су показале статистички значајне позитивне трендове.

Таб. 12. Вредности тренда падавина (mm/година) по сезонама на станицама у сливу Колубаре

Станица	зима	пролеће	лето	јесен
Венчане	-0.29	-1.02	0.59	1.64
Мајиновић	-0.26	0.08	1.67	1.74
Обреновац	-0.26	-0.46	0.35	0.91
Партизани	0.59	-0.59	1.33	2.04
Поћута	0.09	-0.24	1.68	1.73
Рудовци	0.29	-0.58	0.63	1.95
Степојевац	0.44	-0.40	1.27	1.64
Штавице	1.72	0.33	1.28	2.77

Осим трендова на годишњем нивоу, анализирани су и трендови по сезонама (таб. 12). Генерално посматрано уочена је ниска статистички значајна сигнификантност на сезонском нивоу будући да су статистички значајни трендови присутни на већини станица у јесењој сезони и свега на две у зимској. Позитивни трендови падавина присутни су током лета, али нису статистички значајни. У зимској сезони, такође преовлађују позитивни трендови на већини станица, али су присутни и негативни трен-

дови. У овој сезони свега две станице показују статистички значајне трендове, једна позитиван, а друга негативан.

Знак и интензитет тренд компоненте, као мере основне развојне тенденције датог параметра у функцији времена, зависи у многоме од дужине низа података, односно посматране временске серије. Унутар дужег низа података, тренд зависи како од дужине тако и избора подниза. Прорачунавање тенденције овог елемента за краће поднизове података (не краће од 15-20 год.) у оквиру посматране временске серије, осим што указује на изражену варијабилност падавина у времену, значајно је и са аспекта утврђивања тренда у последњим деценијама. Из тог разлога је урађена сегментација тренда годишњих и сезонских сума падавина по подацима из различитих периода, а који се завршавају са 2010. годином. Вредности тенденције су израчунате за сваку станицу укључену у анализу, а добијени резултати презентовани су табеларно (табеле 13-17).

Како је већ поменуто, у периоду од 1961. до 2010. године, позитиван тренд годишњих сума падавина присутан је у свим посматраним местима, а значајан је на 5 од 8 станица. Позитивна вредност тренда задржава се у остале три временске серије (табела 7). Изузетак је једино станица Поћута, која у последњем 20-годишњем периоду региструје смањење годишњих сума падавина. У периоду 1971-2010. године, вредност тренда се креће у интервалу од 0,27 у Обреновцу до 5,60 mm по години у Штавицама. Осим у Штавицама, у овом периоду је тренд повећања падавина значајан и у Рудовцима и Мајиновићу. По подацима из периода 1981-2010. година, позитивна тенденција је још интензивнија, а томе у прилог иде и чињеница да је значајност присутна на 5 станица. И у овом периоду, као и у претходном, најинтензивније повећање се детектује у југоисточним и источним деловима слива (Штавице, Рудовци, Венчане, Партизани). Резултати анализе тренда годишњих количина падавина показују да је позитивна тенденција присутна и у периоду 1991-2010. године, и то изразитија него у претходним временским серијама. Наиме, у овом периоду станица Штавице региструје пораст по стопи од 25.64 mm од године до године, а тренд је безначајан само у Степојевцу и Поћути. У односу на остале станице, једино се у Поћути вредност позитивне тенденције смањује како се временски низ скраћује за по 10 година, да би у последњем посматраном периоду (1991-2010) ово место регистровало и безначајно смањење годишњих сума падавина (-1,15 mm/години).

Таб. 13. Тренд годишњих количина падавина (mm/години) у различитим периодима.

Метеоролошка станица	1961-2010	1971-2010	1981-2010	1991-2010
Мајиновић	3.53*	4.03+	5.98+	13.49*
Обреновац	0.63	0.27	5.13+	13.49*
Партизани	3.49+	2.74	6.14	12.91+
Поћута	4.19*	1.99	0.40	-1.15
Рудовци	2.44	3.35+	7.00*	12.04+
Штавице	6.09**	5.60+	10.90*	25.64*
Степојевац	2.77+	0.61	3.51	8.87
Венчане	0.85	1.96	6.85*	13.70*

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$, + $\alpha = 0,10$

Осим за Венчане, на осталим посматраним станицама зимске суме падавина показују тенденцију пораста у периоду опсервације (1961-2010). У овом годишњем добу, највеће и једино значајно повећање количине падавина уочава се на станици Штавице (1,80 mm/години), док су у осталим местима промене мање (од -0,05 до 0,81), односно несигнификантне. У периоду 1971-2010. година и станица Венчане региструје повећање

зимских сума падавина. Током овог 40-годишњег периода, повећање зимских сума падавина је статистички занемарљиво само у Поћути, док је на свим осталим станицама позитивна тенденција значајна, а највећа је у југоисточном делу – Штавице (3,31 mm/години). И у периоду 1981-2010. година све станице бележе позитиван тренд, а значајан је у Обреновцу, Штавицама и Степојевцу. Најинтензивније повећање зимских сума падавина је у последњем 20-годишњем периоду (1991-2010), а креће се у интервалу од 2,55 у Поћути до 6,63 mm по години у Штавицама. При томе, тренд је значајан на 6 од 8 посматраних станица. Другим речима, најмање и статистички безначајне су промене у западном делу слива (Поћута и Мајиновић), а идући ка југоистоку и истоку тренд повећања је све интензивнији.

Таб. 14. Тренд зимских количина падавина (mm/години) у различитим периодима.

Метеоролошка станица	1961-2010	1971-2010	1981-2010	1991-2010
Мајиновић	0.11	1.69**	0.74	2.91
Обреновац	0.23	1.28*	1.59*	4.42*
Партизани	0.81	1.76+	1.65	3.81*
Поћута	0.21	1.37	0.30	2.55
Рудовци	0.40	1.64*	1.52	3.18+
Штавице	1.80**	3.31***	3.36*	6.63**
Степојевац	0.74	1.75*	2.11*	4.86*
Венчане	-0.05	1.55*	1.55	4.43*

*Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$*

Када је у питању пролећна сезона (табела 15), резултати анализе показују да не постоји уједначеност знака тренда као у зимској сезони, јер постоје крајеви и са позитивном и са негативном тенденцијом. У прве три временске серије (1961-2010., 1971-2010. и 1981-2010.) преовлађује негативан тренд, а у последњој (1991-2010.) се у већини места пролећне сума падавина повећавају. Међутим, те промене су безначајне. Изузетак је једино станца Штавице, која у периоду од 1991. до 2010. године региструје статистички значајно повећање пролећних сума падавина (7,62 mm/години). И у овом годишњем добу се уочава извесна правилност. Генерално, идући од запада ка југоистоку и истоку, негативна тенденција не само да је све мања, већ тренд добија и позитивну вредност.

У квалитативном смислу, слични резултати су добијени и за летњу сезону, јер су промене безначајне, како у свим местима тако и током свих посматраних временских серија. Ипак, уочљива је доминација позитивног тренда, односно тенденције повећања летњих сума падавина (табела 16). Најкраће речено, промене акумулираних падавина у летњој сезони постоје, али су безначајне, као и у пролећној сезони.

Таб. 15. Тренд пролећних количина падавина (mm/години) у различитим периодима.

Метеоролошка станица	1961-2010	1971-2010	1981-2010	1991-2010
Мајиновић	0.09	0.41	-0.18	4.10
Обреновац	-0.58	-1.05	-1.48	0.69
Партизани	-0.59	-0.71	-1.03	1.55
Пођута	-0.25	-0.16	-2.27	-0.41
Рудовци	-0.59	0.21	0.46	3.26
Штавице	0.34	1.35	2.20	7.62*
Степојевац	-0.41	-0.91	-1.77	1.03
Венчане	-1.03	-0.63	0.10	3.65

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$

Таб. 16. Тренд летњих количина падавина (mm/години) у различитим периодима.

Метеоролошка станица	1961-2010	1971-2010	1981-2010	1991-2010
Мајиновић	1.68	1.10	3.10	4.61
Обреновац	0.36	-0.97	1.64	5.79
Партизани	1.33	0.66	2.19	8.01
Пођута	1.68	-0.37	-0.49	-2.50
Рудовци	0.63	0.11	1.47	4.08
Штавице	1.29	-0.30	1.91	6.43
Степојевац	1.27	-0.61	0.34	0.50
Венчане	0.59	0.24	1.87	3.06

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$

У периоду 1961-2010. године, количине падавина у јесењој сезони мењале су се по стопи од безначајних 0,91 mm у Обреновцу до статистички значајних 2,78 mm по години у Штавицама. Дакле, у посматраном 50-годишњем периоду, све посматране станице бележе повећање јесењих сума падавина, а притом је и углавном статистички значајно (на 7 станица). И о овом годишњем добу Штавице региструју најинтензивније повећање, а идући од југоистока ка западном и северном делу слива позитиван тренд је све слабији (табела 17).

Таб. 17. Тренд јесењих количина падавина (mm/години) у различитим периодима.

Метеоролошка станица	1961-2010	1971-2010	1981-2010	1991-2010
Мајиновић	1.75*	0.55	1.80	1.74
Обреновац	0.91	0.66	2.31	-0.07
Партизани	2.05**	1.20	2.79	-1.34
Поћута	1.73*	0.18	1.20	0.23
Рудовци	1.96**	1.28	3.29+	-1.25
Штавице	2.78***	1.91+	4.33**	5.65*
Степојевац	1.65**	0.54	1.69	-0.67
Венчане	1.64**	0.86	2.85+	1.35

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$

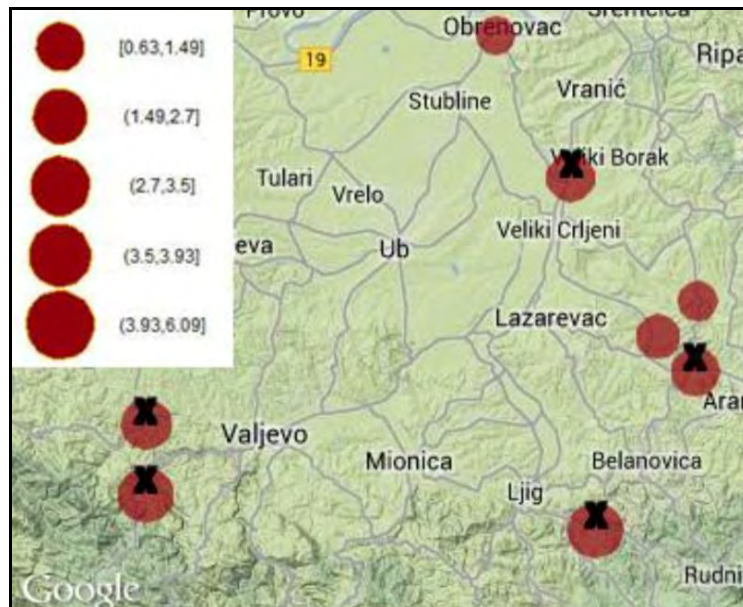
И у следећој временској серији (1971-2010.) тенденција задржава позитиван знак, али је на свим станицама њена вредност много мања, тако да се само на једној станици (Штавице) детектује значајно повећање јесењих сума падавина у овом периоду. Позитивна тенденција је присутна и од 1981. до 2010. године, али у односу на претходни, у овом периоду је повећање јесењих сума падавина интензивније – од 1,20 mm у Поћити до 4,33 mm по години у Штавицама. Осим у Штавицама, тренд повећања падавина је значајан и у Рудовцима и Венчану, док су у осталим местима промене безначајне. Дакле, и у овом периоду је најбрже повећање јесењих сума падавина у југоисточном и источном делу слива. По подацима из периода 1991-2010. година, једино станица Штавице бележи значајно повећање јесењих сума падавина. Последњи посматрани 20-годишњи период се разликује од претходних и по томе што је на половини станица тенденција негативна, али је то смањење, како је већ поменуто, безначајно.

4.1.2. Просторни распоред тренда падавина у сливу Колубаре

Последњих година, све више је радова из области климатологије у којима се разматра просторни распоред климатских елемената (најчешће падавина) на одређеној територији. Такође се уочава све већа употреба метода интерполације, применом ГИС-а. Један од основних циљева коришћења ГИС-а у климатологији је израда климатолошких карата, на којима је приказан просторни распоред климатских параметара. Различите методе интерполације користе се за моделовање различитих климатских елемената: интерполација инверзним дистанцама, регресиона анализа, сплајнови, кригинг и полиномска интерполација.

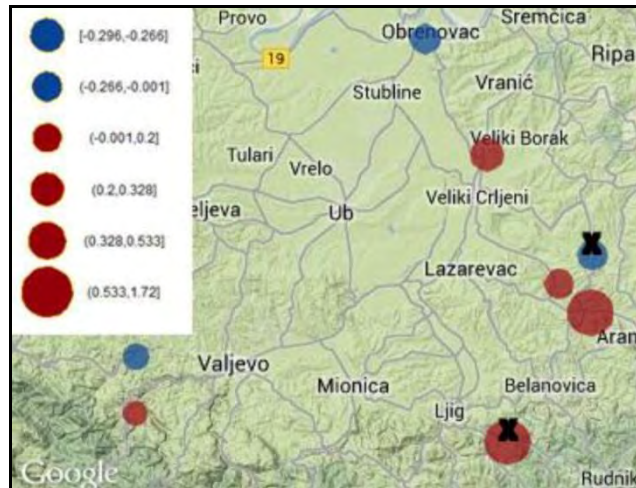


Сл. 12. Изохијетна карта слива Колубаре за период 1961-2010



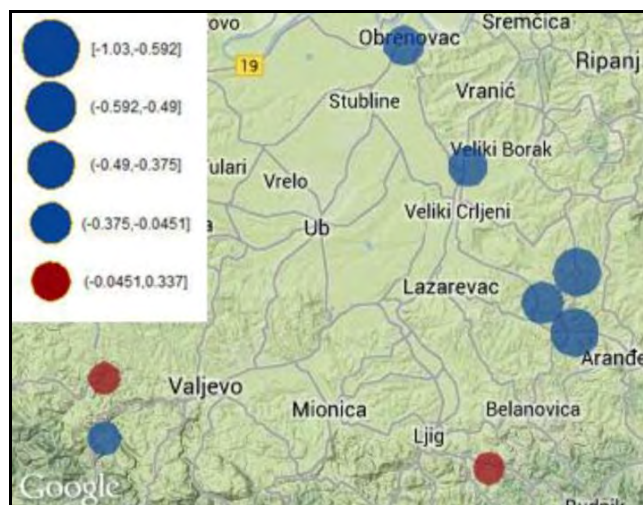
Сл. 13. Годишњи тренд падавина (mm/година) у сливу Колубаре (1961-2010.)

Просторно су приказани трендови падавина на годишњем и сезонском нивоу у периоду од 1961. до 2010. године. Будући да је за анализу тренда коришћен сет података од 8 станица, прибегло се картирању трендова на локацијама на које се односе, помоћу кружића, дакле без интерполације. Статистички значајни трендови означени су симболом X. Просторни распоред тренда на годишњем нивоу, показује статистички значајне трендове углавном присутне у јужном делу слива Колубаре. Позитиван тренд уочава се на свим станицама, што је у супротности резултатима добијеним за Србију на годишњем нивоу, будући да је уочена тенденција смањивања падавина. Овај показатељ може бити од веће важности за угроженост путне инфраструктуре бујичним поплавама условљеним интензивним падавинама



Сл. 14. Зимски тренд падавина (mm/година) у сливу Колубаре (1961-2010.)

Просторни распоред тренда падавина током зиме, не указује на просторну кохерентност тренда падавина. На територији слива доминирају позитивни трендови, с обзиром на то да је позитиван тренд забележен на пет станица, од којих је само на станици Штавице уочен статистички значајан растући тренд. Са друге стране, тренд снижавања падавина присутан је на три станице, а статистички значајан на станици Венчане.



Сл. 15. Пролећни тренд падавина (mm/година) у сливу Колубаре (1961-2010.).

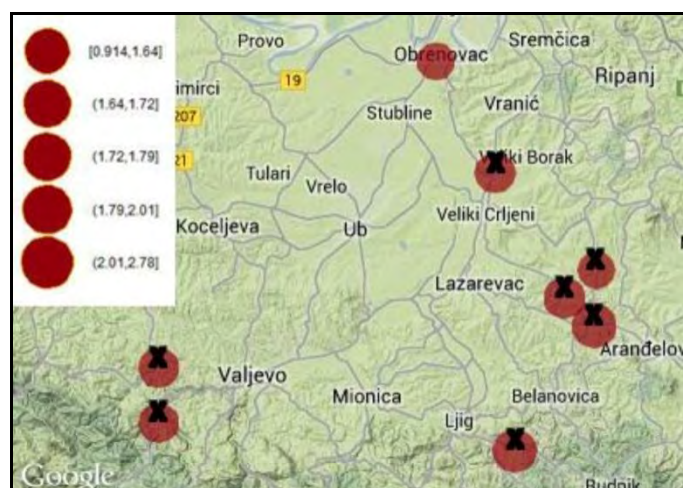
Пролеће карактерише шест станица са падом талога, које су распоређене у северо-источном делу слива. Martín-Vide J. и López Bustins J.A. (2006) су такође утврдили снижавање падавина током пролећа на Иберијском полуострву, истичући утицај Северно-атланске осцилације (North Atlantic Oscillation - NAO).



Сл. 16. Летњи тренд падавина (mm/година) у сливу Колубаре (1961-2010.)

Испитујући утицај телеконекција на режим падавина, они су уочили негативну везу између NAO и зимских сума падавина. Ипак важно је нагласити да израчунати трендови нису статистички значајни. Снижавање падавина током пролећа пристоно је генерално на простору Србије, те се у том смислу резултати за слив Колубаре подударају са оним за Србију. Лето карактеришу позитивни, али статистички несигнификантни трендови, који доминирају на читавој територији слива Колубаре.

Количина јесењих падавина расте на свим станицама на територији слива Колубаре. Седам станица показало је статистички значајне позитивне трендове. Резултати добијени за јесењу сезону, у складу су са резултатима добијеним за читаву Србију, која се такође одликује порастом висине падавина.



Сл. 17. Јесењи тренд падавина (mm/година) у сливу Колубаре (1961-2010.)

4.1.3. Анализа дневних падавинских екстрема за слив Колубаре

Последњих година све више је студија посвећених анализи падавинских и температурних екстрема, пре свега због њиховог великог утицаја на друштво и животну средину. Током пролећа и лета 2014. године, били смо сведоци високе количине падавина у Србији и околним државама, које су изазвавши поплаве, у релативно кратком периоду причиниле велику материјалну штету. Због тога је нарочито важно анализирати учесталост и интензитет падавинских екстрема у одређеном периоду.

У Србији није било много радова у којима су анализирани индекси падавинских екстрема. Ункашевић М. и Тошић И. (2011) су истражујући трендове дневних падавина у Србији у периоду од 1949. до 2007. године, анализирале и четири индекса падавинских екстрема (RR10, RR20, R95p, R95pTOT). Оне су уочиле пораст екстремних падавина (RR20 and R95T) на свих десет станица анализираних у раду.

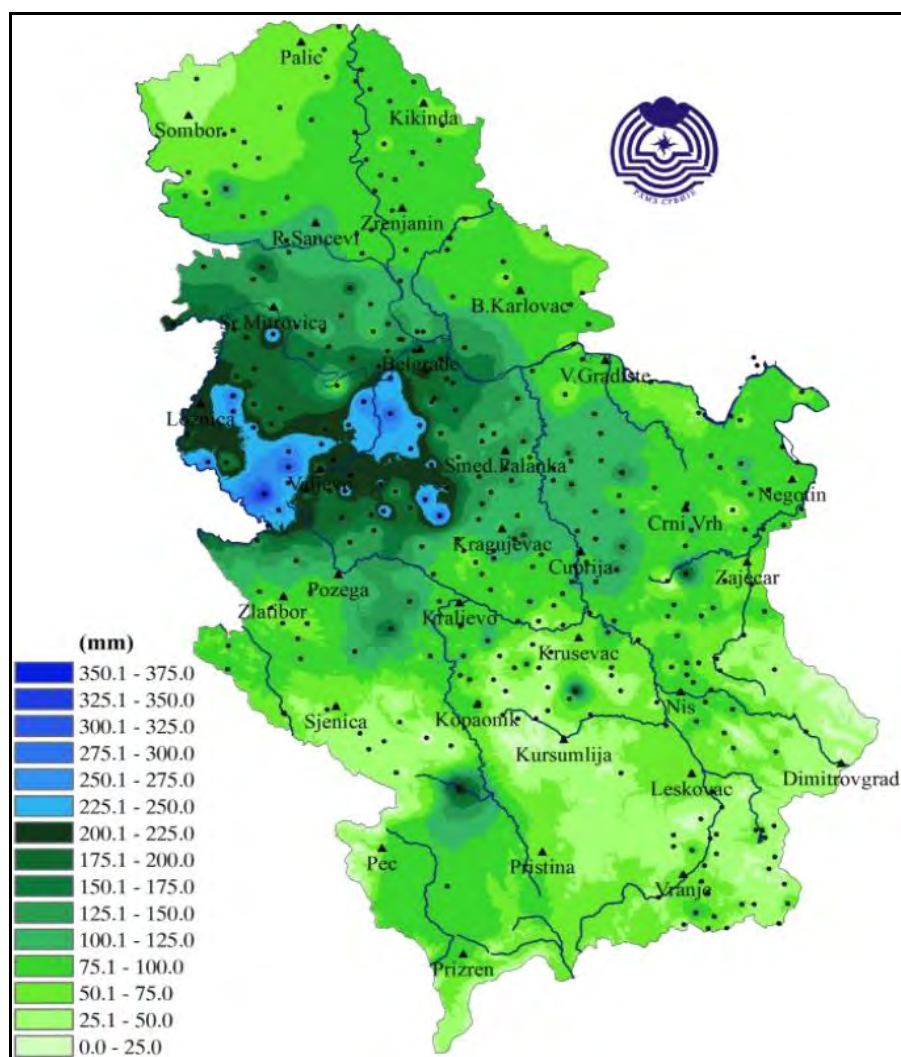
Максималне дневне количине падавина (R_{dmax}), су релевантне вредности за падавине као опасне појаве и интензитет падавина треба одређивати на дневном нивоу. Разлози за ово су не само доступност података него и последичне природе (високи дневни интензитети изазивају штетна дејства већ на овом нивоу). На простору Србије максимални интензитет кише износи 5-10 mm/min, што одговара дневној вредности падавина од 100-150 mm/dan. Анализом плувиографске траке за Ваљево 17.06.1995. утврђено је да је пљусак од 73 mm трајао свега 10 минута (од 15 до 15¹⁰) што даје интензитет падавина од 7,3 mm/min. Статистичком анализом је утврђено да се ради о веома јакој киши са повратним периодом од 200 година (Јевтић Љ., 1996). Слив реке Колубаре 13.06.1996. године, под дејством екстремних метеоролошких услова био је захваћен пљусковитим падавинама, а њихова тадашња висина измерена на станици Лазаревац (173,6 mm) представља највеће забележене дневне падавине у сливу Колубаре, а четврте по реду на читавом простору Србије. Повратни период трочасовних регистрованих падавина на појединим станицама износио је хиљаду година. Овакве метеоролошке прилике условиле су изненадни наилазак таласа великих вода на реци Колубари и њеним десним притокама са појавом апсолутног максимума на четири хидролошке станице.

На појаву поплава на територији општине Обреновац и изразито повећање годишње количине падавина на свим станицама у 1999. години највећи утицај су имале кише у летњој половини године, односно у јуну и јулу. Занимљиво је истаћи да су у јулу поменуто године количине падавина на појединим станицама биле једнаке половини средње годишње висине падавина за период 1961/90. Другим речима, у јулу 1999. године пала је половина просечне вишегодишње суме падавина. У Обреновцу само у јулу месецу 1999. године регистровано је 328 mm падавина, а просечна вишегодишња висина падавина за овај град у периоду 1961/90 је 647,2 mm. Значи, у јулу месецу је на Обреновац пало 31 % годишње суме падавина (1999 - 1057,3 mm) (Dragičević S., Živković N., Dusić V., 2007).

Катастрофална поплава у Србији током маја 2014. године настала је као последица продора хладног ваздуха преко Алпа у област Средоземља, при чему је дошло до формирања снажног циклона који се 13. маја преко Јадрана премештао ка западним и централним деловима Балкана. Од 14. до 16. маја циклон се појачао, а затим стационарао изнад већег дела Србије, пре свега западне Србије, чиме је у периоду од 14. до 18. маја 2014. године условио екстремну количину падавина, у већини места и више од 200 l/m², локално и преко 300 l/m². Падавине условљене овим циклоном, а које су забележене за 48 часова, у неким местима су превазишле вредности које се током нормалних периода излуче за три месеца. На мерној станици у Ваљеву, 180 mm кише је забележено током 48 часова, што одговара нормалној вредности падавина током 3 месеца. Оваква екстремна климатска дешавања, узроковала су појаву катастрофалних поплава, прво на

малим водотоцима (потоци и речице), а затим на средњим (Колубара), што је на крају условило пораст водостаја на већим рекама, а највише на Сави (РХМЗ, 2014).

Дакле, према последњим екстремним климатским дешавањима, рекордни кишни дан у Ваљеву је 15. мај 2014. године са количином падавина од 108.2 mm. Истог дана, једнодневни максимуми падавина измерени су у Лозници (110 mm), Београду (107,8 mm), Смедеревској Паланци (95,3 mm) и Сремској Митровици (69,1 mm) (РХМЗ, 2014). Због екстремних климатско-хидролошких дешавања у мају 2014. године, интензивних падавина, поплава, клизишта и одрона, Влада је прогласила ванредну ситуацију на читавој територији Републике Србије.



Сл. 18. Просторна расподела укупних падавина у Србији у периоду 14.5.-16.5.2014. године (www.hidmet.gov.rs)

Други климатски елемент који има велики утицај на интензитет ерозивних процеса је *температура ваздуха и подлоге*. Утицај температуре може се манифестовати директно тј., преко температурног разаравања и индиректно, преко испаравања које утиче на величину специфичног отицаја. Директни утицај температуре на интензитет ерозивних процеса условљен је дужином осунчавања и посебно долази до изражаја на оголелим стеновитим површинама са малим коефицијентом ширења. Индиректан утицај температуре условљен је бројним физичко-географским карактеристикама терена и његова анализа захтева познавање великог броја параметара.

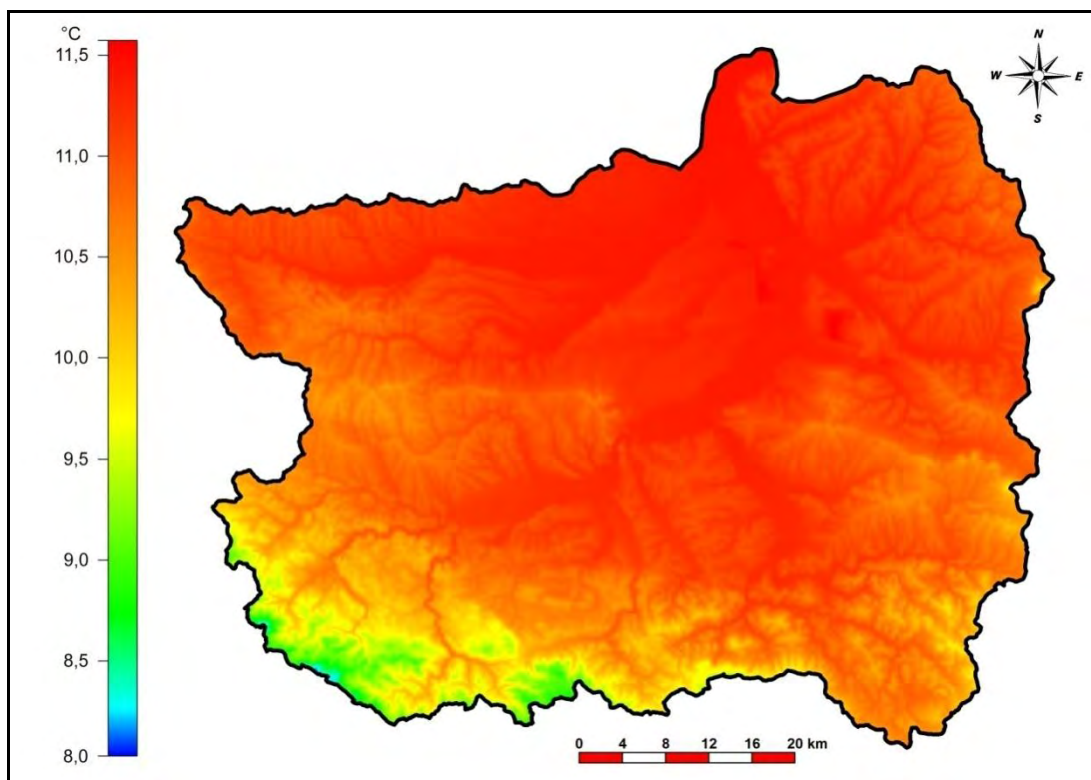
За анализу температурних карактеристика слива Колубаре могуће је користити једино податке са главне метеоролошке станице у Ваљеу. Осматрање температура које је вршено на Дивчибарима прекинуто је 1980. године и на тај начин веома отежана могућност израчунавања температурног градијента. Слично падавинама, као што је у методологији истраживања већ објашњено, за потребе овог истраживања неопходно је било одредити висину температуре за сваки km^2 слива Колубаре. То се може урадити успостављањем математичке зависности између надморске висине метеоролошке станице и њене средње годишње температуре чиме се заправо одређује температурни градијент. Према постојећим сазнањима, средњи годишњи вертикални градијент температуре ваздуха између Ваљева (174 m) и врха Повлена (1347 m) износи $0,52^\circ \text{C}/100 \text{ m}$ (Делијанић И. 1996). На тај начин омогућено је да се у постављеној једначини за одређивање продукције и запремине еродованог наноса квантификује утицај температуре на интензитет ерозивних процеса.

За израчунавање продукције и запремине еродованог наноса неопходно је познавати средњу годишњу температуру датог терена. Температуре, а посебно њихове амплитуде, представљају веома агресиван чинилац у одређивању интензитета ерозивних процеса. Бројна мерења и студије су показали да се на теренима са вишом средње годишњом температуром јављају и повећане вредности еродованог материјала, а самим тим и значајна количина наноса у речним токовима.

На основу средњих месечних и годишњих температура за период 1961/90. излази да је средња годишња температура ваздуха у Ваљеу $11,0^\circ \text{C}$. Најхладнији месец је јануар са средњом температуром од $-0,4^\circ \text{C}$, а најтоплији јул са $20,8^\circ \text{C}$. Годишња амплитуда температуре ваздуха износи $21,2^\circ \text{C}$, а то заједно са поменута два екстрема даје клими овог терена обележје умерено-континенталног типа.

Посматрајући средње месечне температуре ваздуха, може се генерално закључити да је у периоду од јануара до јула температура ваздуха у сталном порасту, а затим у паду. Прелаз од зиме према пролећу, на почетку је брз, а затим је ход температуре ваздуха доста уједначен. У пролећним месецима разлике средњих месечних температура између два узастопна месеца износе између 5 и 6°C , лети око 1°C , јесени око 5°C и зими око 3°C .

Ако се анализирају температуре ваздуха по годишњим добима, највећу просечну вредност има лето ($20,0^\circ \text{C}$), а најнижу зима ($1,0^\circ \text{C}$). Температуре ваздуха пролећа ($11,1^\circ \text{C}$) и јесени ($11,3^\circ \text{C}$) су веома блиске, с тим што је јесен незнатно топлија од пролећа. Незнатне разлике у температурама за Ваљево између овог рада и претходно обављених израчунавања (Ђукановић Д. 2000) условљене су обрадом различитих низова података, као и методама интерполисања недостајућих вредности.



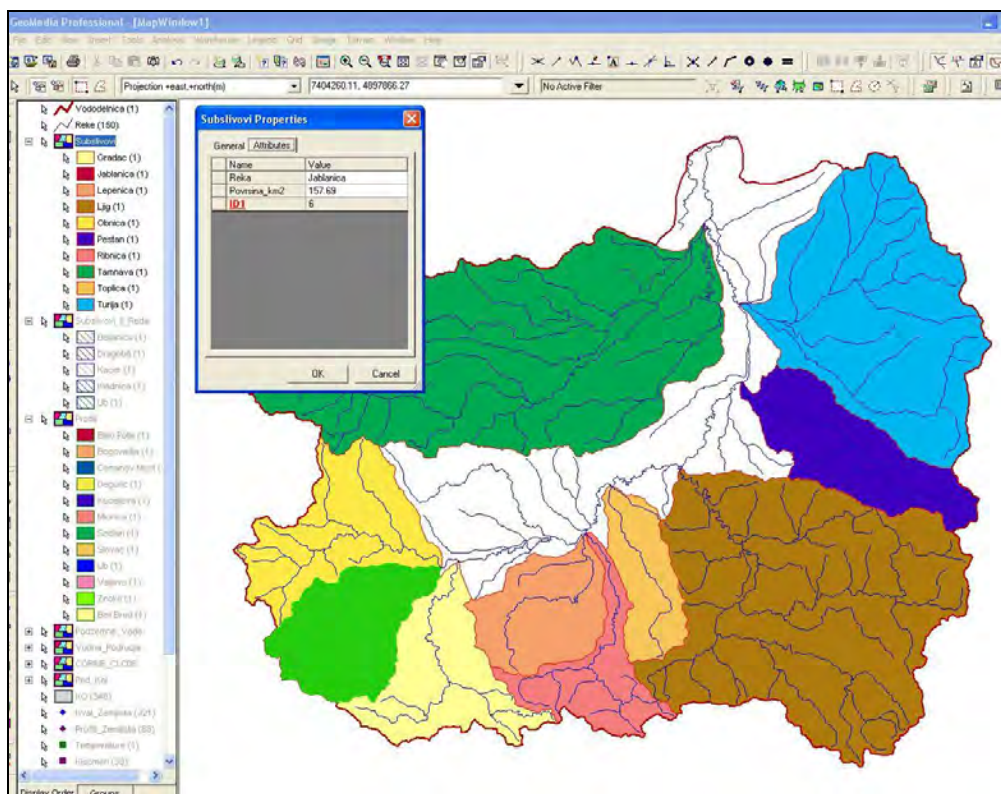
Сл. 19. Изотермна карта слива Колубаре за период 1961-2010. године

На основу података о температури ваздуха на станици Дивчибаре за период 1950-1984, најтоплији месец је јул са средњом температуром 17°C , а најхладнији јануар са $-3,3^{\circ}\text{C}$. Просечна годишња температура на станици Дивчибаре за читав период износи 7°C (Драгићевић С., 2002).

Просторна расподела температуре ваздуха на проучаваној територији урађена је методом изолинија, при чему њихове вредности представљају средње температуре ваздуха и еквивалентне су изотермама. На основу приказане карте лако је уочљиво да су највише вредности средњих годишњих температура ваздуха (преко 11°C) карактеристичне за делове слива испод 200 m надморске висине, тј., за доње делове речних долина Колубаре и њених притока. Као што се већ показало код анализе количине падавина, и у овом случају, рељеф има велики утицај на распоред средњих годишњих температура на анализираном простору. Посматрано од севера ка југу, са повећањем надморске висине терена долази до смањења температура ваздуха. Највећи део терена са надморским висинама од 200-500 m има средњу годишњу температуру између 10 и 11°C , 500-700 m између 8 и 10°C . Изотерма од 8°C прати углавном надморску висину од 700 m и ограничава област Медведника, Јабланика, Повлена, Маљена и Сувобора. Терени изнад 1000 m имају средњу годишњу температуру ваздуха испод 7°C , а то је простор Маљена.

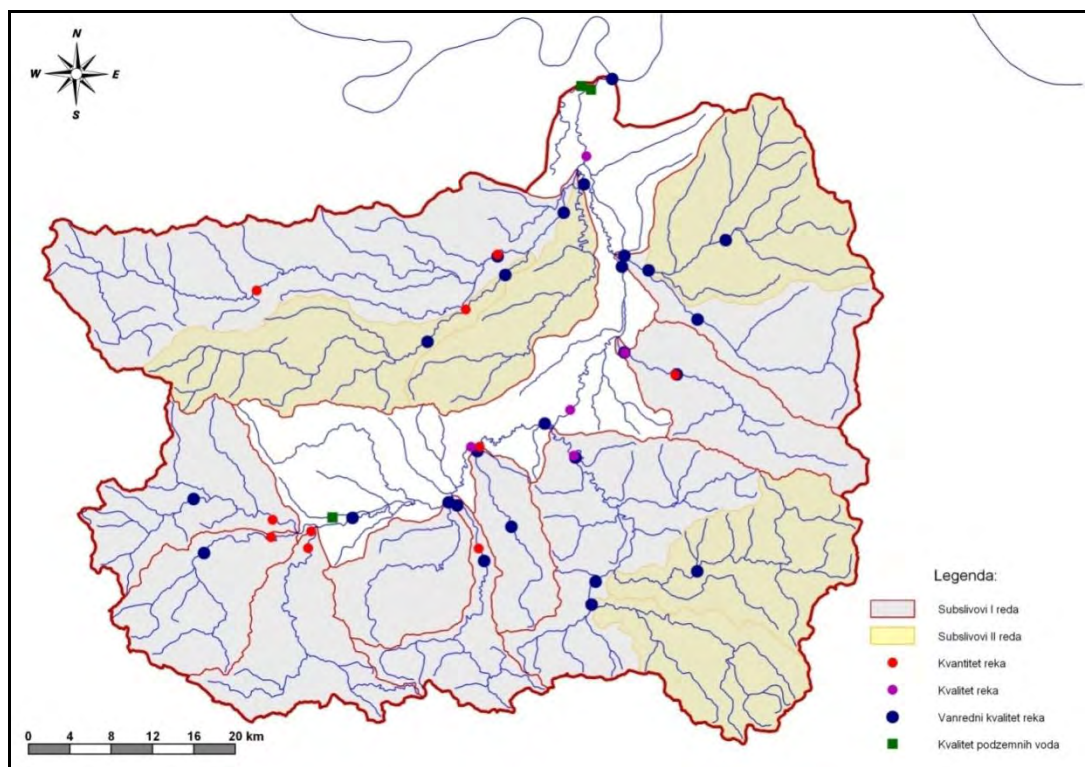
4.2. Хидролошке карактеристике слива Колубаре

Колубара је последња већа, десна притока Саве у коју се улива на 28. километру од ушћа Саве у Дунав. Настаје од Обнице и Јабланице које се спајају на око 195 m надморске висине. Према дужини тока (86,4 km) и површини слива (3.638,47 km²), Колубара се сврстава у реке средње величине на територији Србије.



Сл. 20. Геопросторни изглед слива Колубаре са распоредом припадајућих субсливова

Хидролошка мерења и осматрања у сливу Колубаре започета су 1923. године постављањем водомерне летве у Обреновцу. Остале водомерне станице постављене су после 1950. године, а две најмлађе - Јунковац и Теманов мост раде од 1970. године. У сливу Колубаре, водостај се осматра на 14 водомерних станица. На главном току Колубаре, водостај се осматра на 4 профила. Хидролошка станица Ваљево налази се на реци Колубари и удаљена је 80,3 km од њеног ушћа у Саву. Основана је 1951. године, а лимниграф је постављен 1951. године. Водомерна станица Словац, на реци Колубари, налази се 54,7 km удаљена од њеног ушћа. Основана је 1953. године, лимниграф је постављен 1958. од када се мери и лебдећи нанос, а температура воде се мери од 1959. године. Водомерна станица Бели Брод, на реци Колубари, налази се на 39,2 km од ушћа. Основана је 1950. године, а лимниграф је постављен 1976. године. Водомерна станица Дражевац, на реци Колубари, налази се 12 km удаљена од њеног ушћа у Саву. Станица је основана 1950. године, суспендовани нанос се мери од 1958. године, а температура воде од 1969. Подаци са ове станице се узимају за анализу режима Колубаре у доњем делу тока, јер се Колубара код низводније станице Обреновац, налази под успором Саве.



Сл. 21. Распоред станица за хидролошка осматрања у сливу Колубаре

И поред великог броја хидролошких станица на којима се прикупљају подаци о водостајима, протицајима, наносу и квалитету воде у сливу Колубаре, постојећи низови су непотпуни. Осим тога, фреквентност (диманика) мониторинга концентрација суспендованог наноса и квалитета вода није на задовољавајућем нивоу.

Таб. 18. Основни подаци о водомерним станицама у сливу Колубаре

Станица	Водоток	Почетак рада	Кота нуле (м.н. Ј.м.)	Г. Д.	Г. Ш.	F (km ²)	Удаљеност од ушћа (km)
Дегурић	Градац	1953.	201.44	19.8891	44.2480	159	3.1
Седлари	Јабланица	1953.	220.04	19.8438	44.2572	140	3.8
Бело Поље	Обница	1953.	193.86	19.8455	44.2725	185	1.5
Ваљево	Колубара	1951.	179.65	19.8925	44.2628	340	95.36
Мионица	Рибница	2003.	167.24	20.0955	44.2497	107.8	6.2
Словац	Колубара	1953.	121.59	20.0955	44.3386	995	67.74
Боговађа	Љиг	1951.	109.3	20.2100	44.3316	679	7
Бели Брод	Колубара	1950.	99.32	20.2050	44.3716	1896	50.56
Зеоке	Пештан	1954.	108.02	20.2066	44.4016	125	11.2
Коцељева	Тамнава	1954.	120.31	19.8222	44.4725	208	50.6
Уб	Уб	1959.	90.01	20.0766	44.4583	214	10.5
Ђеманов Мост	Тамнава	1970.	84.03	20.1150	44.5066	384.6	14

4.2.1. Анализа режима протицаја Колубаре на хидролошком профилу Бели Брод³

Сврха спроведених анализа је да се утврди режим протицаја реке Колубаре који би помогао у објашњењу ексцесивности отицајних вода, при чему су поводњи нагли, изразити и краткотрајни, а мале воде дуготрајне и сваке године се приближавају биолошким минимуму. Овакве карактеристике Колубаре се директно рефлектују на интензитет ерозивних процеса, транспорт наноса, ерозију обала и засипање речног корита у Доњоколубарском басену. У том смислу, анализирани су њене средње воде, а нарочита пажња је посвећена екстремним водама као појавама које имају пресудни утицај на формирање бујичних таласа и појаву поплава. Ради превентиве и успостављања мера заштите од даљег напредовања неповољног процеса, анализирани су и трендови карактеристичних вода, односно вероватноћа њиховог појављивања у будућности.

Да би се извршила детерминација одредишних фактора настанка поплава, извршена је анализа хидролошких карактеристика слива Колубаре до профила у Белом Броду, због бољег разумевања брзине концентрације вода из горњег дела слива. Водна својства битна за схватање процеса покретања ерозионог наноса, померања речних обала, засипања корита су анализа средњих, малих и великих вода, њихова значајност, колебање и процена будућних стања. Временски периоди који су посебно анализирани су 1959-81. година (почетак се поклапа са временом измештања Колубаре), затим 1982-2010. година (последњи двадесетогодишњи циклус, изразито колебљив и са великим амплитудама), као и читав педесетогодишњи низ, 1959-2010. година.

Мерна станица на којој су обављана мерења је Бели Брод. Површина слива Колубаре на профилу Бели Брод износи 1896 km² и то је прва аутоматска станица за мониторинг квалитета воде у Србији, пуштена у рад 2. јула 2008. године.

4.2.2. Средње воде - годишњи ток средњих вода

Средње воде (Q_{sr}) су анализирани на основу средњемесечних протицаја. У периоду 1959-2010. година, просечна вредност годишњег протицаја износи 15,96 m³/s. Односно, кроз профил Бели Брод у просечној години протекне укупно око 503,66 милиона m³ воде или нешто више од 0,5 km³ воде. Највећи средњегодишњи протицај у периоду опсервације имала је 1970. година, 38,96 m³/s, док је 1990. била просечно најмаловоднија, са средњегодишњим протицајем од свега 4,93 m³/s.

У просечној години, март је најводнији месец, са средњемесечним протицајем од 29,67 m³/s. Највише воде у марту појављују се као последица кишних падавина и топљења снега у горњем, планинском делу слива Колубаре. У зимским месецима земљиште је засићено влагом, мало је испаравање, па почетком пролећа, у марту, највећи део снежнице и кишнице отиче у реку. Од марта па све до септембра вредности средњемесечног протицаја константно опадају, а затим се количина воде која протиче поред хидролошке станице Бели Брод повећава, услед кишних падавина и нижих температура. Дакле, најсушнији месец је септембар са средњом вредношћу од 5,95 m³/s (просек 1959-2010). Однос просечно најводнијег и најсушнијег месеца износи 1:5,0, док је амплитуда 23,73 m³/s. Овакав однос, велике вредности амплитуде и коефицијента варијације, како на месечном тако и на годишњем нивоу (0,4), *указују на неповољан водни режим Колубаре*. У периоду јун-децембар 2000. године, протицај Колубаре поред Белог Брода спуштао се на свега 1 m³/s, па чак и испод те вредности (0,6 m³/s, 25. август 2000. године).

³ Преузето из: Драгићевић С. и др. (2015): Рецентно стање интензитет и последице деградације обала на територији општине Обреновац. Географски факултет, Београд, стр. 266.

Упоређујући вредности средњемесечних протицаја и средњемесечних сума падавина (сл. 22), за период 1959-2010., уочава се да постоји одређени паралелизам између ова два елемента, али са разликом у кораку од пар месеци. Током прва три месеца количина падавина је мала и приближно иста, а протицаји расту, зато што је још увек мало ипаравање и повећано учешће снежнице у храњењу протицаја.



Сл. 22. Средњемесечне вредности протицаја Колубаре поред ХС Бели Брод и падавина у Ваљеу (1959-2010.)

У периоду април-јун, количина падавина константно расте, а средњемесечни протицаји опадају, зато што су температуре ваздуха све више, а тиме и евапотранспирација. Треба истаћи да је период јул-септембар релативно богат падавинама, али је због великог испаравања мање воде у кориту ове реке. Основни разлог непоклапања максимума падавина и максимума протицаја је, дакле, велика евапотранспирација, која је узрокована високим вредностима температуре ваздуха у време максималних падавина, али не треба пренебрегнути и антропогени утицај (урбанизација, наводњавање).

Наиме, због високих летњих температура, повећана је потреба за наводњавањем обрадивих повшина и пластеника, те се на тај начин повећавају расходи водног биланса слива Колубаре. На основу претходно изнетог, може се закључити да је протицај најмањи у периоду године када је потреба за водом највећа и да то представља озбиљан водопривредни проблем.

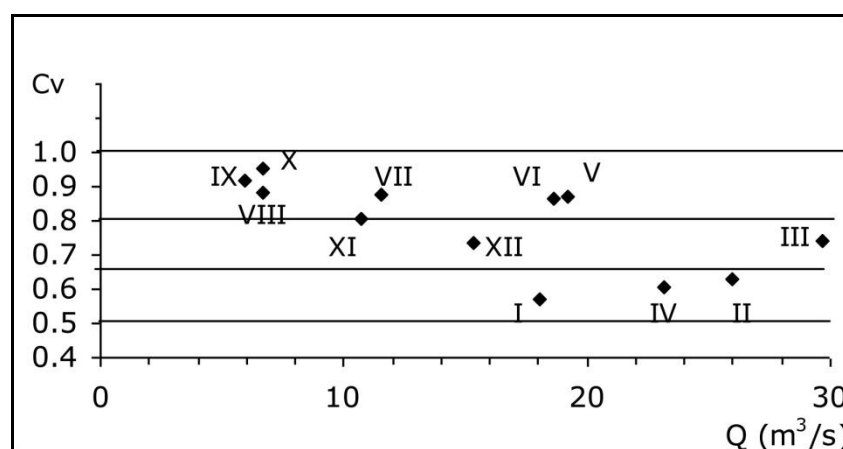
Према класификацији водних режима, коју је дао словеначки географ С. Илешич (Дукић Д., Гавриловић Љ., 2006), може се закључити да река Колубара припада умерено-континенталној варијанти плувио-нивалног режима: највећи протицај у марту (због топљења снега, кишних падавина и zasiћености земљишта влагом), најмањи у септембру (због велике евапотраспирације и смањене количине падавина).

У табели 19 се уочава да су највеће вредности стандардне девијације у марту, док је најмање уобичајено колебање у периоду август-октобар, када је протицај у просеку најмањи. Међутим, много реалнију слику колебања протицаја пружа коефицијент варијације (C_v). Овај параметар показује одступање нормалне девијације од просечног протицаја (Живковић Н., 2006).

Таб. 19. Средње вредности притоцаја (Q_{sr} , m^3/s), стандардна девијација ($StDev$, m^3/s), коефицијент варијације (C_v) и коефицијент асиметрије (C_s), река Колубара ХС Бели Брод (1959-2010.).

	Месец												Год.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Q_{sr}	18.0	26.0	29.7	23.2	19.2	18.6	11.5	6.6	5.9	6.7	10.7	15.3	16.0
$StDev$	10.3	16.4	21.9	14.0	16.7	16.1	10.1	5.9	5.5	6.4	8.6	11.3	6.0
C_v	0.57	0.63	0.74	0.61	0.87	0.86	0.88	0.88	0.92	0.96	0.80	0.74	0.38
C_s	1.3	0.9	1.3	1.0	2.4	1.9	1.8	2.3	3.0	2.5	1.2	1.3	1.4

Највећа вредност коефицијента варијације је у октобру, 96%, а најмања у јануару, 57% (сл. 23). Коефицијент асиметрије добијен је преко статистичке функције у Excelu – SKEW.



Сл. 23. Варијације средњемесечног притоцаја Колубаре (1959-2010.).

Тошић Р. и Црногорац Ч. (2005) дају критеријуме за класификацију (рангирање) река према варијацијама притоцаја. На основу дефинисаних прагова, они разликују 4 групе река: I група - реке са малим колебањем ($C_v < 0,5$), II – реке са умереним колебањем (0,51-0,65), III – реке већег колебања (0,65-0,80) и IV – реке великог колебања ($C_v > 0,80$). На основу поменутих граничних вредности, Колубара је река са умереним колебањем притоцаја у јануару, фебруару и априлу, веће колебање је током марта и децембра, док је у осталим месецима просечно колебање средње воде велико.

4.2.3. Колебање и тренд средњегодишњег притоцаја

Тренд и категоризација година по водности, прарачунати су на основу вредности средњегодишњих притоцаја. У периоду 1959-2010. година, просечни годишњи притоцај износио је $15,96 m^3/s$. Највећи средњегодишњи притоцај у опсервационом периоду имала је 1970. година, $38,96 m^3/s$, док је 1990. била просечно најсушнија, са притоцајем од свега $4,93 m^3/s$. То значи да амплитуда годишњих притоцаја, у анализираном 52-годишњем периоду, износи $34 m^3/s$. Вредност стандардне девијације (σ) од $6,0 m^3/s$ показује да је уобичајено колебање притоцаја од 10 до $22 m^3/s$, што значи да су и 1970. и 1990. година биле изван граница нормалног опсега.

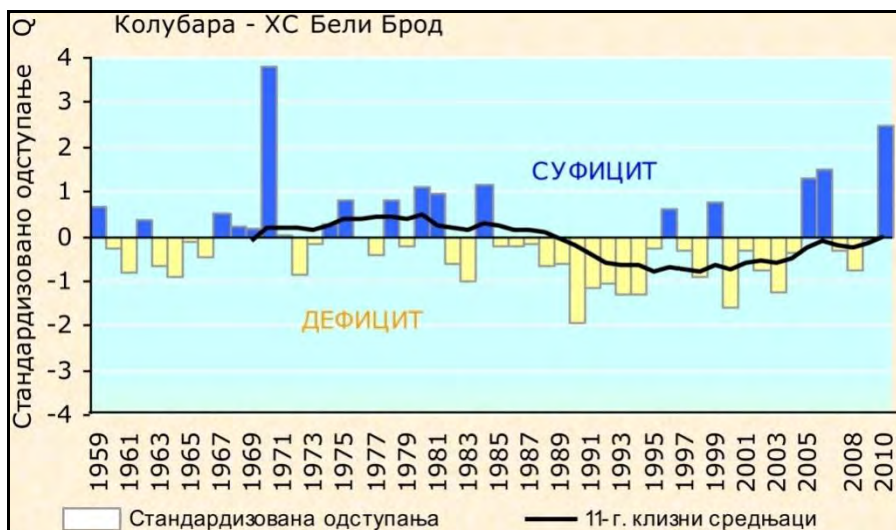
Међутим, при оваквим и сличним анализама Светска метеоролошка организација (WMO) препоручује да се аномалије појединачних хидрометеоролошких података у

низу, посматрају у односу на нормалу периода 1961-1990. година. Јединствен референтни период је погодан са становишта поређења резултата, нпр. за регионалне анализе, али и при анализама глобалних промена (Радић З., Михаиловић В., 2010). У овом поступку коришћена је календарска година.

Средњегодишњи протицај, рачунат за период 1961-1990. година, износио је $16,5 \text{ m}^3/\text{s}$, а стандардна девијација има вредност 5,9. Дакле, просечни годишњи протицај и стандардна девијација периода 1959-2010. су за 0,5, односно за $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ мањи у односу на нормалу референтног периода 1961-1990. година. Посматрајући период после 1990. године (1991-2010.), средњегодишњи протицај је за $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ мањи, а стандардна девијација последњег 20-годишњег периода за $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ већа у односу на референтни период ($Q_{1991-2010} = 15,0 \text{ m}^3/\text{s}$, $\text{StDev}_{1991-2010} = 6,4 \text{ m}^3/\text{s}$). Ова компарација показује да је смањена количина воде која протиче кроз корито реке на профилу Бели Брод и имплицира на тенденцију сушности у последњим годинама посматраног периода. Да ли је баш тако, видећемо у наставку анализа.

Класификација или категоризација одступања, односно тзв. оцена "нормалности", дата је помоћу метода перцентила и стандардизованих (нормализованих) аномалија. По препоруци Светске метеоролошке организације, ова два метода, као и метод тренда, најчешће се користе при анализи одступања појединачних података у односу на нормалу и помињу се готово у свим извештајима ВМО и ИПСС. Стандардизована (нормализована) одступања показују колико стандардних девијација појединачна вредност у низу одступа од нормале.

На слици 24 дат је приказ појединачних годишњих вредности средњегодишњег протицаја у виду стандардизованих одступања. Тако се на пример јасно може видети да су 1970. и 1990. две екстремне године по водности – најводнија и најсушнија. У посматраном 52-годишњем периоду, изван опсега нормале било је 14 година или укупно 27% случајева, и то 8 испод и 6 година изнад границе нормалног одступања. Другим речима, у опсегу нормалних вредности ($\pm 1\text{StDev}$) налази се 38 година или 73% података. Стандардизовано одступање (5,9) показује да је само једна година имала карактер екстремног догађаја у правом смислу те речи (екстремно водна) - 1970. са одступањем $>3 \sigma$. Даље се уочава да је у 52-годишњем периоду било 4 водне године (између $+1\sigma$ и $+2\sigma$), док је врло или веома водна између $+2$ и $+3 \sigma$) била 2010. година. Са друге стране, свих 8 година које су испод границе нормалног одступања, припадају класи сушно или категорији маловодних година (између -1 и -2σ), што значи да у анализираном периоду није било веома и екстремно сушних година (веома маловодних и екстремно маловодних), према вредностима средњегодишњег протицаја. Такође се примећује да је честина негативних одступања (сушнијих година) скоро дупло већа од позитивних, 65% према 35%. Међутим, треба истаћи да је од 34 године (65%), када је средњегодишњи протицај био испод тзв. нормалне вредности ($16,5 \text{ m}^3/\text{s}$), њих 26 било у границама нормалног опсега, тј. чак у 76% случајева се радило о уобичајеним одступањима.



Сл. 24. Стандардизована одступања и клизни 11-годишњи средњаџи средњегодишњих протиџаја Колубаре код Белог Брода (1959-2010.).

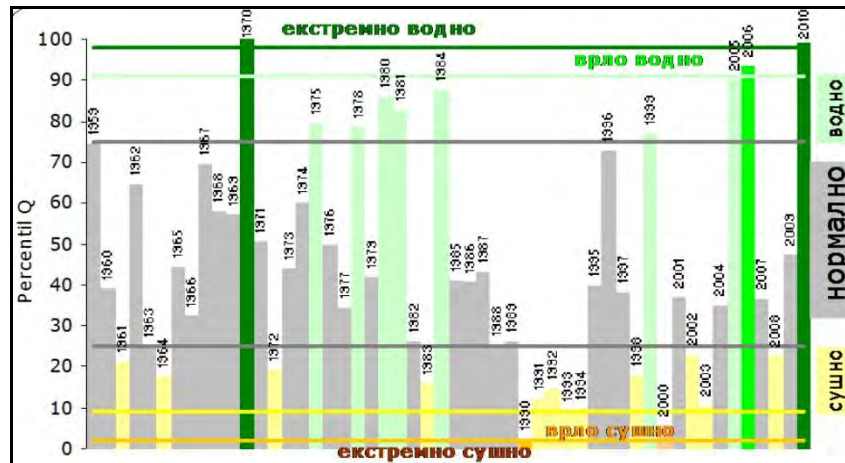
У периоду од 1959. до 2010. године, запажа се да се подпериоди 1959-1969. и 1971-1979. истичу као најдужи непрекидни низови од 11, односно 9 година са средњегодишњим протиџајем у опсегу нормале, без већих колебања. Дакле, ако се изузме 1970. година, која се у читавом периоду опсервације, по математичко-статистичким критеријумима, може окарактерисати као једини екстремни догађај (екстремно водна година), констатује се да су годишња колебања протиџаја Колубаре у првом 25-годишњем периоду (1959-1983.) занемарљива, јер су само две године биле изван уобичајених вредности, док је 1983. на граници између класе нормално и класе сушно, али је са 1,001 стандардном девијациом сврстана у сушно. Од 1984. године до краја анализираниог периода (1984-2010.) било је чак 11 година изван класе нормално, 4 водне и 7 сушних, али треба поновити чињеницу да ниједна, осим 2010., није била веома и екстремно сушна, односно веома и екстремно водна. Ипак, у другој половини обрађеног периода било је 20 дефицитарних година (средњегодишњи протиџај испод просека), а свега 6 суфицитарних. У периоду 1985-1995. и 2000-2004. забележено је 11, односно 5 узастопних година са протиџајем испод нормале, што генерално указује на сушну фазу последњег 26-годишњег посматраног периода. Међутим, с обзиром на то да су у последњих 6 посматраних година, 2005., 2006. и 2010. биле водне, а остале три у границама нормале (2007., 2008. и 2009.), са високим степеном сигурности се може тврдити да се тренд сушности, на годишњем нивоу, не наставља, напротив.

У сваком случају, на основу претходне анализе могло би се закључити да се са средњегодишњим протиџајем Колубаре, у периоду од 1959. до 2010. године, не дешава ништа неуобичајено. Ту чињеницу потврђују клизни 11-годишњи средњаџи: ниједна вредност покретног средњака у посматраном периоду није превазишла опсег ± 1 нормализованог одступања, нити показују устаљену тенденцију у једном или другом смеру.

Аномалије протиџаја се могу изразити на више начина, преко перцентиала, процентуалног учешћа у односу на нормалу и других величина које се користе у хидролошкој статистици. Тако се нпр. процентуално учешће годишњих протиџаја, у периоду од 1959. до 2010. године, кретало од 30% до 236% нормале 1961-1990.

Светска метеоролошка организација својим чланицама препоручије коришћење перцентиала при анализи одступања појединачних података у односу на нормалу. Зато су аномалије израчунате и помоћу овог метода, а у односу на референтни период 1961-1990. и класификоване на слици 25. Применом метода перцентиала добијени су нешто

другачији резултати у односу на класификацију помоћу стандардизованог одступања. Према вредностима перцентиала, у значајном делу обрађеног периода средњегодишњи протицај је био у опсегу *нормале* (28 г). Категорији сушно припада 12 година (маловодне године), а врло сушно 2 (врло маловодне, 1990. и 2000.), док екстремно сушних (екстремно маловодне) година није било. По овом показатељу, две године су оцењене као екстремно водне (1970. и 2010.), једна као врло водна (2006.), док је водних било 7 година.



Сл. 25. Распореда перцентиала и рангирање година по вредностима средњегодишњих протицаја Колубаре код Белог Брода (1959-2010.).

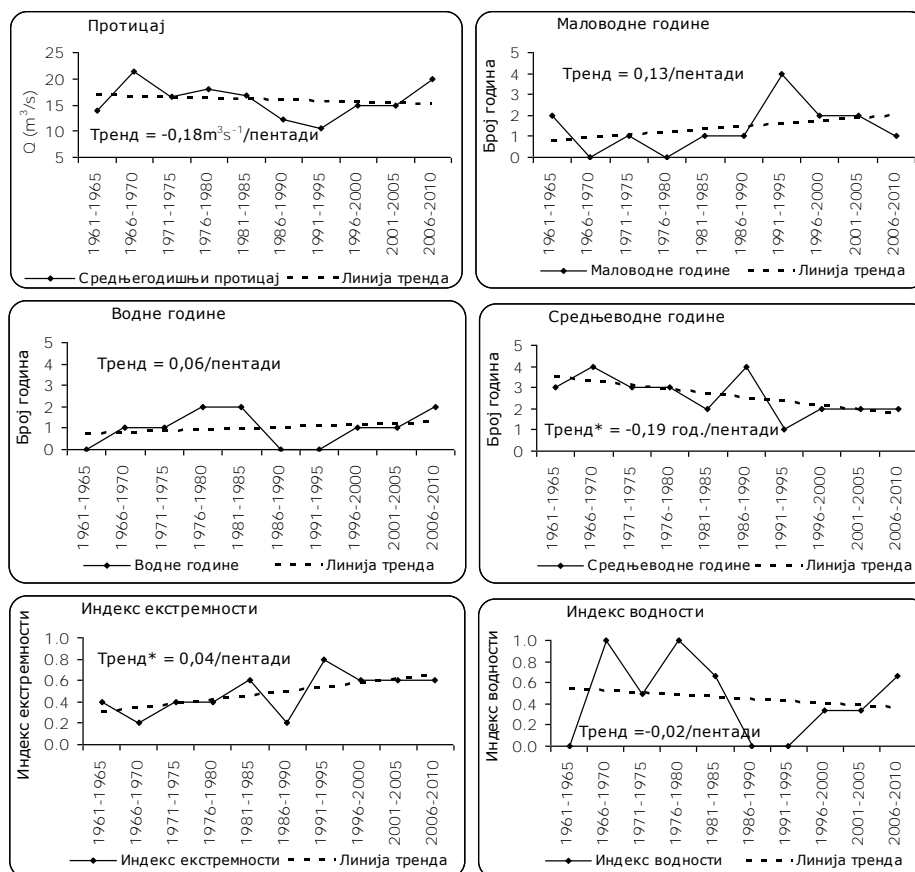
Преимућство перцентиала при анализи, односно класификацији аномалија, у односу на стандардну девијацију и друге методе, су у томе што су интервали класа мањи, па се јасније идентификују ретки догађаји. Осим тога, перцентили су боље прилагођени општем осећању човека него стандардна девијација. На крају овог кратког објашњења, поставља се логично питање: зашто користити квалитативни аспект у анализи аномалија протицаја, а не апсолутне вредности? Наиме, ако кажемо да протицај неке временске јединице (месечни, сезонски, годишњи) одступа $10 \text{ m}^3/\text{s}$ у односу на нормалу, тиме није дата нека битна обележја, нпр. да ли је то много, мало, значајно или је пак то нормална појава, или ретка, или екстремно ретка појава за дату реку, односно њен профил. Дакле, потребно је тачно објашњење бројева, односно квалитативно одређење појединих хидролошких појава у односу на тзв. нормалне услове. Из тог разлога је квалитативно одређење аномалија дато само у навођењу броја опажених честина за сваку карактеристику.

Задржаћемо се још мало на методу перцентиала. Наиме, ако екстремно водне и веома водне године, добијене методом перцентиала, прикључимо категорији водних година, а врло сушне и екстремно сушне категорији сушних (маловодних) година, добићемо да је водних и сушних година, у 52-годишњем периоду, било 10, односно 14, а 28 година са средњегодишњим протицајем у опсегу 25-75 перцентиала (просечне или средњеводне године), у односу на нормалу референтног периода 1961-1990. Да би проверили шта се дешава са трендовима карактеристичних година, извршено је њихово рангирање по пентадама за период 1961-2010. година. Овако формирана база података, без две прве године опсервације, обухвата 27 просечних, 14 сушних и 9 водних година. Добијени резултати су приказани на слици 26.

У периоду 1961-2010. година, број маловодних година се повећавао по линији тренда, и то по стопи од 0,13 година по пентади. Повећање броја маловодних година асоцира на смањење броја водних година. Међутим, са бројем водних година се готово

не дешава ништа у посматраном 50-годишњем периоду, тренд је чак и благо позитиван, 0,06 година по пентади. Вредности тренда маловодних и водних година указују на смањење броја просечних година, и то по истој збирној стопи маловодних и водних година. Прорачун тренда је то и потврдио, али је смањење броја просечних година, од 0,19 година по пентади, статистички значајно на 95% нивоу поверења. Иначе, у просечном 5-годишњем периоду, на профилу Бели Брод јавља се 1 водна, 1,4 маловодних и 2,6 средњеводних година.

Укупан број водних и сушних година по пентади подељен са пет, представља индекс екстремности. Овим индексом смо хтели да сагледамо да ли је у промени годишњих протицаја дошло до промене честине екстремних догађаја у погледу водности. С обзиром на то да у посматраном периоду постоји повећање броја сушних и мање водних година, логично је да се индекс екстремности повећава, а прорачуни су показали да је позитиван тренд (0,04 по пентади) статистички и значајан. У анализу је укључен још један параметар, а то је индекс водности. Овај индекс, који се добија као однос броја водних и збира водних и сушних година, требало би да покаже да ли постоји тенденција доминације водних година у односу на маловодне. Индекс водности показује безначајан пад по линији тренда (-0,02 по пентади), што је у складу са чињеницом смањења броја средњеводних (просечних) година.



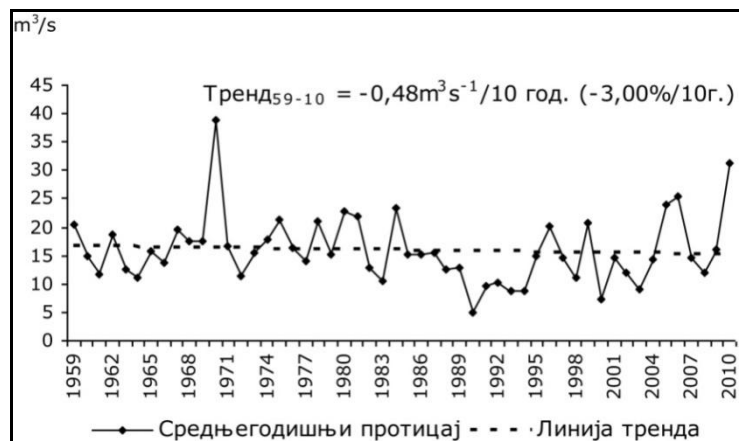
Сл. 26. Тренд броја маловодних, водних, многоводних година, индекса водности, индекса екстремности и средњегодишњих протицаја Колубаре код Б. Брода у периоду 1961-2010. (значајно на нивоу $\alpha = 0,05$)

Узимајући у обзир свих пет поменутих показатеља, може се констатовати следеће. У посматраном 50-годишњем периоду, брже расте број сушних него водних година, али је тренд оба параметра безначајан. Другим речима, до безначајног смањења средње-годишњих протицаја ($-0,18 \text{ m}^3/\text{s}$ по пентади) дошло је због интензивније тенденције повећања удела маловодних у односу на водне године, па је зато и индекс водности негативан. Ипак, треба истаћи да се број просечних или средњеводних година значајно смањило у посматраном периоду, па је зато и индекс екстремности статистички сигнификантан.

Закључујући овај сегмент рада, можемо констатовати да промене разматраних параметара протицаја Колубаре на профилу Бели Брод, у периоду 1961-2010. година, углавном постоје. Строго математички посматрано, тренд промена четири разматрана параметра је статистички незнатан, односно безначајан, док тенденција смањења средњеводних година и повећања индекса екстремности задовољава услове значајности на 95% нивоу поверења.

Упоредујући последњу и прву деценију целог анализираниог периода, методом *диференције* добијена је позитивна разлика између средњегодишњег протицаја периода 2001-2010. и 1959-1968. година, $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Међутим, разлика између декада 2001-2010. и 1961-1970. је мања, али је негативна ($-0,2 \text{ m}^3/\text{s}$).

Методом тренда долази се до конкретнијих вредности промена протицаја на годишњем нивоу. Математички прорачуни показују да се средњегодишњи протицај, у посматраном периоду (1959-2010.), смањивао просечним интензитетом од $0,048 \text{ m}^3/\text{s}$ или $0,30\%$ од године до године (слика 27). Или, укупни губитак по линији тренда, према Sen's методу, износи $2,44 \text{ m}^3/\text{s}$ ($-15,3\%/52\text{г}$). Међутим, тренд промена средњегодишњег протицаја не показује статистичку значајност ни на једном нивоу вероватноће ризика прихватања хипотезе по Мен-Кендаловом тесту.



Сл. 27. Тренд средњегодишњих протицаја реке Колубаре код Белог Брода (1959-2010.)

Прорачунали смо тренд и за поједине подпериоде унутар периода 1959-2010. У првих 10 година посматраног периода (1959-1968.), тренд протицаја Колубаре је позитиван. Позитиван знак тренд задржава и након тога, продужујући низ за по једну годину, а који почиње 1959. годином, све до периода 1959-1987. (1959-1969., 1959-1970.,1959-1987.). Даљим продужавањем низа, линијски тренд има константно негативну вредност све до краја периода (1959-1988.,...1959-2010.). Код померања у супротном смеру, дакле, скраћујући низ за по једну годину, а који се завршава 2010. годином, тренд средњегодишњег протицаја има константно негативну вредност све до периода 1970-2010. година (1959-2010., 1960-2010., ... 1970-2010.), а након тога позитивну (1971-

2010., 1972-2010.,...2001-2010.). Изузетак су једино две временске серије за које је добијена негативна тенденција: 1973-2010. и 1974-2010. У последњем 10-годишњем периоду (2001-2010.) тренд средњегодишњег протицаја износи $10,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Ова анализа јасно показује да вредност и знак тренда зависе од периода који се посматра, односно дужине низа (временске серије).

Протицај је променљив хидролошки елемент, мења се под утицајем пре свега физичко-географских фактора слива. Несумњиво да је клима слива најважнији фактор тих промена, у првом реду падавине и њихов режим, од којих протицај највише и зависи. С обзором на то да смо за референтни узели 30-годишњи период 1961-1990., применили смо метод уравнивања, тј. прорачунали смо протицаје Колубаре за 30-годишње периоде с помаком од једне године – корак +1, укупно 23 временске серије. На овај начин, "разбијајући" посматрани 52-годишњи период на клизне 30-годишње средњаке, веома се ублажавају и одстрањују међугодишње разлике протицаја (од године до године) или краћих периода, а донекле истичу водни и маловодни периоди (са повећаним или смањеним протицајем).

На слици 28 се јасно уочава да је почетни 30-годишњи период (1959-1988.) најводнији, са просечним средњегодишњим протицајем од $17,1 \text{ m}^3/\text{s}$, а најмаловоднији интервал 1975-2004., са просечним протицајем од $14,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Даље се примећује да је полувековни ход протицаја (1959-2010.) почео релативно дугим периодом са увећаним протицајем, све до краја 90-их година прошлог века. У овом периоду, закључно са 1999. годином, све вредности клизних 30-годишњих средњака средњегодишњег протицаја су изнад или близу просека целог периода ($15,96 \text{ m}^3/\text{s}$). Главни разлог томе је тај што 1970. година у овом интервалу (1959-1999.), која је оцењена као екстремно водна и једина окарактерисана као екстремни догађај у целом анализираном периоду, припада и првој и последњој временској серији (1959-1988. и 1980-1999.).

После 1999. године, код клизних 30-годишњих периода који се завршавају са 2000, 2001....2010, вредности средњегодишњег протицаја су испод просека целог периода. Математички посматрано, то се објашњава тиме што две најмаловодније године у целом 52-годишњем периоду (1990. и 2000.), улазе у састав и прве (1971-2000.) и последње (1979-2008.) временске серије. Временска серија 1971-2000. је прва која искључује најмноговоднију годину у посматраном 52-годишњем периоду (1970. годину) и завршава се са другом најмаловоднијом годином у целеом периоду (2000), према вредностима средњегодишњих протицаја. Зато се, као и чињеница да овој серији припада и 1990. година (најмаловоднија), на графикону уочава нагли пад средњегодишњег протицаја од те (1971-2000.) до наредне (1972-2001.) временске серије.



Сл. 28. Вредности средњегодишњег протицаја Колубаре за 30-годишње периоде с кораком од једне године

Шта ова анализа показује? Прво, релативно дуги 30-годишњи средњаци не дају стварну представу о промени протицаја током посматраног 50-годишњег периода, што потврђује и висока вредност аутокорељације за клизне периоде. Видело се да само једна екстремно водна година, методом уравнивања може дужи временски период да представи као водан. У конкретном случају, због 1970. године је период до закључно са 1999. представљен као водан. Или, само једна или две сушне године, методом уравнивања могу дужи временски период представити као сушан. У конкретном случају, због 1990. и 2000. године (две најмаловодније године), које улазе у састав свих 30-годишњих временских серија после 1970. године, период након 1999. године је представљен као сушан, иако он у свом добром делу то није био. Томе у прилог чињеница да је 2010. друга у низу година са највећим средњегодишњим протицајем и укупним падавинама од 1959. године (према подацима станице у Ваљеву), те да је и 2009. била богата падавина, што је имало утицаја на вредност протицаја на годишњем нивоу. Другим речима, и ова анализа је показала да се тренд сушности у последњем делу проучаваног периода не наставља.

Друго, претходна анализа је показала да много реалнију слику о колебању протицаја дају честине (број) аномалија у проучаваном периоду, што је у овом раду учињено методом стандардизованих одступања и помоћу перцентила. Најреалнију представу о промени протицаја и могућим последицама по људске активности, даје анализа дневних података (биће речи у наставку). У сваком случају, ако се изузму 1970. година (најмаловоднија), 1990. и 2000. (најмаловодније), клизни 30-годишњи средњаци показују да се са протицајем Колубаре, на годишњем нивоу, ништа драматично не дешава.

Да би проверили шта се дешава са дисперзијом средњегодишњег протицаја у посматраној временској серији (1959-2010.), коришћен је коефицијент варијације (C_v). Ако је његова вредност мања, подаци су јаче груписани око нормале, тј. дисперзија је мања, и обратно. Такође, због објективних разлога (велика променљивост овог елемента), тренд варијабилности протицаја је испитан за 20-годишње периоде с помаком од једне године (корак + 1, укупно 33 временске серије), слика 26.

Коефицијент варијације протицаја за цео период износи 0,376, што значи да је просечно или тзв. нормално одступање 37,6% у односу на просек целог периода (1959-2010.). За референтни период 1961-1990. година, вредност коефицијента варијације је 0,359 или за 1,7% мања у односу на цео период. Овај податак упућује да је последњих деценија проучаваног периода дошло до повећања варијабилности средњегодишњег протицаја. На слици 29 се јасно уочава да су највеће вредности коефицијента варијације биле у последњих 5 временских серија (1987-2006., 1988-2007., 1989-2008., 1990-2009. и 1991-2010.). Тренд компонента је то и потврдила. Наиме, тренд варијабилности средњегодишњих протицаја, у периоду 1959-2010., прорачунат за 20-годишње периоде с помаком од једне године, износи 0,0014 по кораку +1, и та вредност задовољава услове значајности МК теста на 99,9% нивоу поверења (праг 0,001).



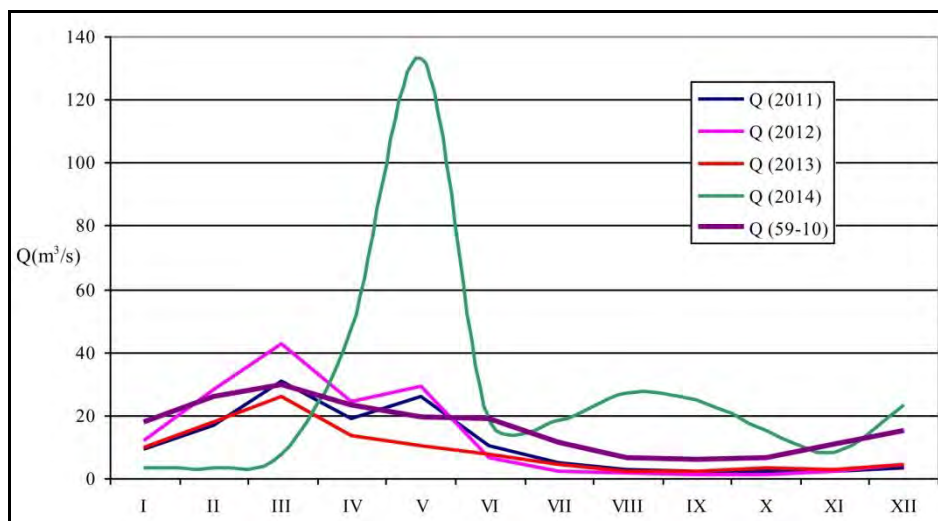
Сл. 29. Коефицијент варијације средњегодишњих протицаја Колубаре за 20-годишње покретне серије и тренд у периоду 1959-2010. (значајно на нивоу: *** - $\alpha = 0,001$)

Најмања вредност коефицијента варијације добијена је за интервал 1971-1990. година (0,29). Ово је први покретни 20-годишњи период који искључује 1970., али и први који укључује 1990. годину, а то су две године са највећим, односно најмањим средњегодишњим протицајем у целом посматраном периоду. Ова чињеница је свакако имала утицаја на стандардну девијацију и средњу вредност, па је зато у интервалу 1971-1990. најмања вредност C_v .

Са накнадним обезбеђивањем података о протицају Колубаре код Белог Брода за 2011., 2012., 2013. и 2014. годину, покушали смо да дамо кратку хидролошку скицу тог периода, као и да прикажемо основне елементе средњих вода периода 1951-2014.

Према подацима о протицају код Белог Брода, добијеним за период 2011-2014., може се закључити да није било великих одступања у односу на период 1991-2010. Дакле, оно што одликује последње четири године јесте продужење сушног периода, његово приближавање апсолутном минимуму, али и појава екстремно великих, историјских вода. У односу на средње воде периода 1961-90., стандардизована одступања средњих вода ових година износе -0,97, -0,61, -1,35 и 1.85. Са њима се низ исподпросечних вода од 1985. године повећао на 24 (уз 6 надпросечних). Применом метода перцентила ове године добијају одлике "сушно" (2011., 16,5%), "нормално" (2012., 27,2%), "врло сушно" (2013., 8,9%) и "врло водно" (2014., 96,8%). Према сл. 24 анализом тренда просечних годишњих вредности протицаја за период 1959-2010. добијено је смањивање за 0,048 m³/s годишње (по Мен-Кендалу) и 0,032 m³/s (методом најмањих квадрата), при чему је закључак да значајности у тренду нема. Међутим, увођењем и последње четири године у низ показује се тренд који на годишњем нивоу износи -0,056 m³/s (Мен-Кендал), односно -0,032 m³/s (метод најмањих квадрата). То значи да би декадно смањивање протицаја овим трендом износило око 3,5%. Узимајући у обзир краћи низ, 1991-2014., тренд показује позитивне назнаке (0,24 m³/s), али без статистичке значајности, а у последњих 14 година (2001-2014.) има такође позитиван предзнак (0,083 m³/s по години). Велике међугодишње осцилације протицаја нам јасно стављају до знања да се анализа тренда не сме користити површно, са закључцима донетим на основу кратког периода опсервација, већ да се морају користити проверени тридесетогодишњи циклуси.

Последње четири године су у низу 1959-2014. подигле и варијабилност годишњих протицаја, па је тако она сада 0,385 (била је 0,376), што је опет последица додатог "блока" исподпросечних протицаја (2011-2013) и надпросечног протицаја 2014. године (сл. 30).



Сл. 30. Хидрограми Колубаре код Белог Брода у периоду 2011-2014.

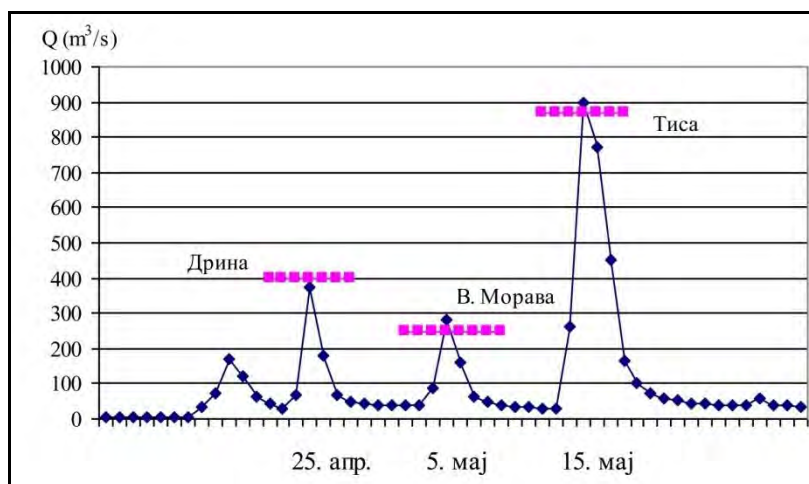
Почев од јуна па до фебруара средње месечне воде прве три године нису ни близу средњих месечних вода читавог периода. И не само то, дневне вредности протицаја тог периода од 21 месеца (7 месеци x 3 године), само су неколико пута досегле до просека за одговарајући месец! То се десило два пута у јануару, четири пута у јуну, једном у јулу и једном у октобру. При томе, разлика у количини воде није безазлена јер мањак износи од $5 \text{ m}^3/\text{s}$ у септембру (80% просечних вода мање), па до $12 \text{ m}^3/\text{s}$ у јуну (65% просека). С друге стране, пролећне воде су имале значајне осцилације и неколико пикова који су утицали да 2011. и 2012. буду водније у марту и мају од просека. Максималне воде 2012. године су биле у фебруару, марту и мају и износиле 139, 191 и $176 \text{ m}^3/\text{s}$, док је 29. маја 2011. забележен протицај од $307 \text{ m}^3/\text{s}$. Користећи прагове протицаја исказане перцентилима, долазимо до податка да је у ове три године број дана са средњим протицајима преко 95%-тне вредности износио 20 (од укупно 1095 дана) или 1.8%. У исто време је број дана са протицајима испод 5%-тне вредности ($2,3 \text{ m}^3/\text{s}$) износио 311 или 28,4%. То само показује да је доњи екстрем све учесталији и да просечно годишње изразито мале воде трају по стотинак дана.

Највећи протицај у периоду 2011-2013. је био 29. маја 2011. године и износио је $307 \text{ m}^3/\text{s}$. Вероватноћа да ће се он појавити је 28% или се може очекивати на сваких 3,6 година. С друге стране, најмањи протицај је измерен 20.9.2012. и износио је $1,08 \text{ m}^3/\text{s}$ што га приближава апсолутном минимуму 55 - годишњег периода. Да ситуација буде још лошија, тај маловодни период 2012. године (са протицајем мањим од $2 \text{ m}^3/\text{s}$) је трајао од 30. јула до 10. новембра. Дакле, 104 дана, и то је после 2000. године када је такво стање трајало преко 6 месеци и 1990. године (151 дан), трећа по реду година дуготрајне суше (хидролошке).

Ако су претходне три године биле врло специфичне по водности Колубаре, шта тек рећи за 2014. годину која је ушла у хидролошке анализе. Нажалост, нећемо је памтити по добром јер је река иза себе оставила пустош. Однела је многе животе и направила огромну материјалну штету. Тих дана у мају месецу смо били сведоци нечега незабележеног у нашој историји. А почетак године није наговештавао ништа необично. У ствари, необично је било то што су прва три месеца протекла са тако малим протицајима који су се у инструменталном периоду јавили само једном, 2001. године. Готово да су та два хидрограма у периоду јануар - март била идентична, са просечном вредношћу од $4,47$ и $4,67 \text{ m}^3/\text{s}$ (просек 1959-2010. је $24,55 \text{ m}^3/\text{s}$), дакле само 19% од вредности средњих вода тромесечног периода. Такво стање је трајало до средине априла, а онда су кренули

кишни поводњи у трајању од по 3-4 дана са размаком од по неколико дана. У односу на оно што ће уследити они су били безазлени, али ти протицаји од готово 400 и 300 m³/s на профилу Бели Брод се не јављају сваке године (овај први по вероватноћи се очекује једном у десет година). Ту количину воде 25. априла можемо упоредити са средњом водом реке Дрине на ушћу, при чему је њен слив 10 пута већи и 2,4 пута воднији (према спец. отицају). Други пик од 5. маја се може упоредити са средњом водом Велике Мораве коју је надмашивао за педесетак кубних метара у секунди (слика 31).

Непуних недељу дана од тог последњег поводња, када је Колубара спала на просечне воде маја, обилне падавине које су захватиле велики део Хрватске, Босне и Херцеговине и Србије изазивају незапамћене поплаве и бујичне поплаве широм региона.



Сл. 31. Хидрограм Колубаре од 10. априла до 31. маја 2014. године.

Од 14. маја када је Колубара код Белог Брода достигла 260 m³/s па до 20. маја када се спустила испод 100 m³/s, реком је протекло око 235 милиона кубика воде. Ако се читаве године (просечне) пренесе око 500 мил. m³ воде, то значи да је ових 7 дана учествовало са 47% годишњег отицаја! Средњи дневни протицај у максимуму поводња (15. маја) је процењен на 898 m³/s. Велико је питање да ли је то баш толико, па је процена протицаја за 15. и 16. мај дуго била непознаница. С обзиром на то да је ово био историјски догађај и да је на мерном месту поремећен овлажени профил, а са њим и брзина воде, вероватно да никада нећемо сазнати праву истину. Од 5 до 6 сати ујутру 15. маја на водомеру се бележи највиши забележени водостај икада од 827 cm. Колики је то ниво говори податак да је он превазишао ниво ванредне одбране од поплава за читава 3 метра! При томе, само 24 часа раније водостај је био 7 метара нижи, што значи да је просечно ниво воде растао око 30 cm на сат. Особина класичних бујица је да се јављају нагло, носе огромну количину наноса, трају до неколико сати и оставе пустош за собом. Случај са Колубаром у доњем делу тока није био такав. То је била нека комбинација поплаве и бујичне поплаве, а потврда је и то што је ниво воде опао испод границе редовне одбране тек након три дана, а у оквиру мајских вода дошао после недељу дана. Свеједно, према вероватноћи појаве максималне воде на профилу Бели Брод (без унетог податка о овом догађају), мајски максимум би се могао окарактерисати као хиљадугодишња вода. За то је потребан протицај нешто већи од 1000 m³/s, а такав се сигурно и јавио јер је процењених 900 m³/s средњи дневни протицај за 15. мај (тог дана је амплитуда водостаја износила 70 cm). Уколико нове анализе са овим пиком покажу да то није била хиљадугодишња вода, већ нпр. 800 - годишња, неће се ништа променити у закључку. Већа или мања вероватноћа су сада само у домену хидролошке теорије,

а практично, поука је да искуство са мајском водом морамо искористити на најбољи начин како нам се не би поновило. И много мање воде од ове мајске спадају у домен катастрофалних, тако да нас вероватноћа не сме заваравати. Ово нарочито што је последњих година учестаност екстремних догађаја толико велика да се и те неке апсолутне вредности превазилазе врло брзо. Историјски максимум је у мају добила и река Сава. Након 1974. године и тадашњег максимума, водостај је у 2014. години надмашен за 69 cm у Сремској Митровици, а према процени Сава је носила око $6600 \text{ m}^3/\text{s}$ воде. Колико је Колубара непредвидив ток говоре следеће подаци. По површини слива Сава је од Колубаре већа 26 пута, по средњем годишњем протицају 106 пута, али је Колубара у свом максимуму (16.5.2014.) носила воде и давала Сави скоро онолико колико је њен просечни годишњи протицај. Тих $1500 \text{ m}^3/\text{s}$ је забележено на станици Дражевац која осим поменутих вода код Белог Брода укључује и воде Пештана, Бељанице, Тамнаве са Убом. Дакле, у дану максимума Саве и максимума Колубаре, ова потоња река је имала удео од 23%! Скоро четвртина Савиних вода. Све те воде су се слиле у Обреновац.

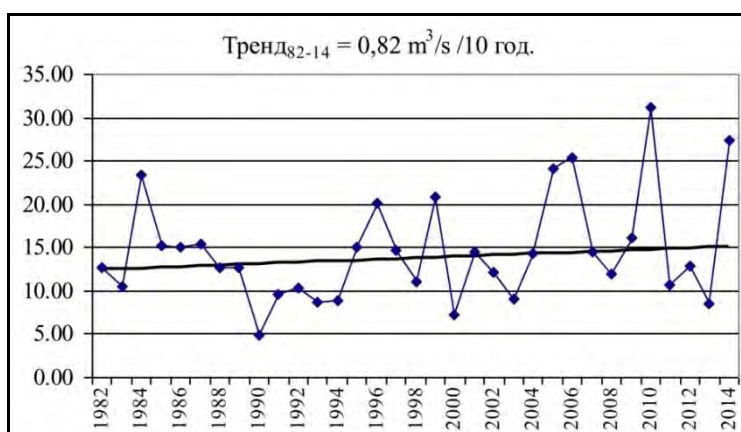
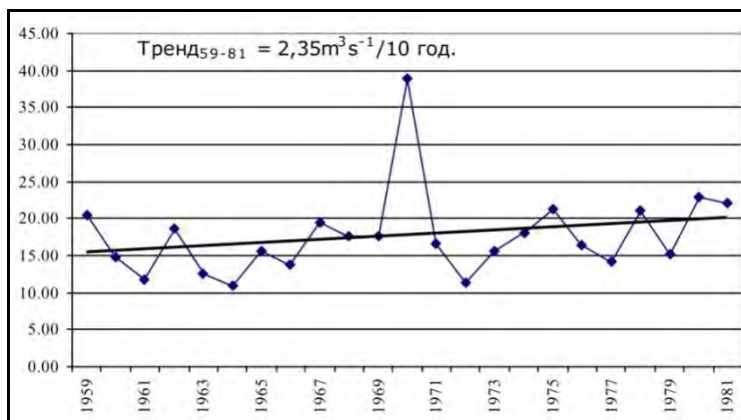
Анализирајући трендове средњегодишњих протицаја у оквиру периода 1959-2014. година долази се до веома занимљивих резултата. Као и период 1959-2010. и овај за четири године дужи период има негативан тренд, али сада још мало наглашенији. На годишњем нивоу је то опадање за 56 l/s , односно $0,56 \text{ m}^3/\text{s}$ за десет година (сл. 32).



Сл. 32. Тренд средњегодишњих протицаја реке Колубаре код Белог Брода (1959-2014.)

Исказано процентима, опадање протицаја је $0,35\%$ по години. Према Сеновој оцени нагиба укупно смањење за 56 година је $3,1 \text{ m}^3/\text{s}$ или 19.5% у односу на пресечни протицај. Оно што даје другачију слику у односу на претходне резултате јесу трендови оних периода који су важни за процес померања обала Колубаре. Тако у временском раздобљу од 1959. до 1981. године постоји позитиван тренд по коме се протицај повећавао за $0,235 \text{ m}^3/\text{s}$ годишње, односно $2,35 \text{ m}^3/\text{s}$ по декади.

Укупни пораст по линији тренда је био чак 29% у односу на просечни протицај и указивао је да се нешто у природи дешава, поготово што низ од 23 године није тако кратак. Међутим, овај тренд није статистички значајан ни на једном нивоу поверења, а да се он не сме прихватити формално показује водност Колубаре забележена након тог периода. Од 1982. до 1996. године само је 1984. била воднија од просечне, тако да је наступио сушни период који је потпуно пореметио дугогодишње трендове.



Сл. 33. Тренд средњегодишњих протицаја реке Колубаре код Белог Брода (1959-1981.) и (1982-2014.)

Након 1996. године појачавају се осцилације годишњих протицаја, али тренд од 1982. показује тек благи пораст протицаја. Он износи $0,82 \text{ m}^3/\text{s}$ по декади, односно $0,5\%$ по години. Дакле, иако у 56-годишњем периоду тренд показује пад протицаја, анализа два дуга подпериода који се надовезују један на други показује другачији нагиб. Разлог томе је што је период 1959-1981. био значајно воднији од периода 1982-2014. ($17,7 : 14,6 \text{ m}^3/\text{s}$), тако да је линија тренда морала добити пад у укупном износу. Још једном се показује да тренд као мера процене будућег кретања неког процеса може бити веома важан, али се са њим мора бити и опрезан нарочито ако се користи за периоде који немају доказану пуну цикличност. Узмемо ли низ од 25 година (ако је његов минимум 20 година), 1990-2014. и одредимо ли по Мен-Кендалу тренд, добићемо пораст протицаја од $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ на годишњем нивоу. Такав тренд има статистичку значајност на 95% нивоу поверења. Продужењем низа до 30 година са оваквим трендом, 2019. године бисмо добили годишњи протицај Колубаре од $19,4 \text{ m}^3/\text{s}$ што би било повећање од 33% у односу на средњу воду периода 1990-2014. *Наравно да се такав закључак не сме извести, а овде је он илустрован како би се указало на проблем Колубаре и сличних бујичних водотока код којих неколико година у низу могу пореметити већ установљене правилности.* Овде је случај још израженији и већ је коментарисана 1970. година и њен утицај на тренд. У сливу Колубаре су то још и 1990. и 2010. година.

4.2.4. Динамика промена сезонских протицаја

Тренд протицаја прорачунат је и на сезонском новоу, на основу података о средњим водама. Прорачун тренда је показао да су сезонске промене протицаја, у периоду од 1959. до 2010. године, у математичком смислу, безначајне. Дакле, у анализираном периоду у коме је по извјештајима ИРСС присутан доминантан антропогени утицај на климу, нема статистички сигнификантног тренда промене протицаја реке Колубаре поред Белог Брода ни у једној сезони (табела 20).

У периоду од 1959. до 2010. године, средњезимски протицај се мењао по стопи од $-0,32 \text{ m}^3/\text{s}$ по декади. И у пролећној и летњој сезони присутан је тренд смањења протицаја, $-0,75 \text{ m}^3/\text{s}$, односно $-0,48 \text{ m}^3/\text{s}$ по декади. Са друге стране, у посматраном 60-годишњем периоду, средњејесењи протицај се повећао по линији тренда, и то по стопи од $0,41 \text{ m}^3/\text{s}$ по декади. С обзиром на то да је средња вредност протицаја најмања у јесењој сезони ($7,78 \text{ m}^3/\text{s}$), у релативном износу је тренд протицаја у овом годишњем добу највећи ($5,31\%$ по декади), а најмањи зими ($-1,63\%$ по декади).

Таб. 20. Тренд средњесезонских протицаја Колубаре и значајност промена у периоду 1959-2010. по Sen's методу и његова значајност према Мен-Кендаловом тесту.

Сезона	Ср. вредност (m^3/s)	Тренд Q_{sr} , $\text{m}^3\text{s}^{-1}/10\text{г.}$ (%/10год)	Вероватноћа ризика			
			0.10	0.05	0.01	0.001
			Значајност			
Зима	19.77	-0.32 (-1,63)	не	не	не	не
Пролеће	24.01	-0.75 (-3,12)	не	не	не	не
Лето	12.27	-0.48 (-3,93)	не	не	не	не
Јесен	7.78	0.41 (5,31)	не	не	не	не
Зима – ДЈФ; Пролеће – МАМ; Лето – ЈЈА; Јесен - СОН						



Сл. 34. Тренд средњемесечних протицаја (%/10 година) реке Колубаре поред Белог Брода у периоду 1959-2010. (+ - значајно на нивоу $\alpha = 0.10$).

На слици 34 дате су вредности тренда средњемесечних протицаја за период 1959-2010. година. Месеци који показују тенденцију пораста протицаја су: јануар, март, октобар, новембар и децембар. За остале месеце добијена је негативна вредност тренда, односно тенденција пада протицаја.

Опсег промена средњемесечних протицаја, по линији тренда, креће се од -8,5% у јулу до 5,2% просека (1959-2010.) за 10 година у децембру. Међутим, тренд промена средњемесечних протицаја показује статистичку значајност само за мај, али на највишој математичкој вероватноћи ризика хипотезе – праг значајности 0,10 (најнижи ниво поверења, 90%). Промене протицаја у осталим месецима су статистички безначајне.

Математички посматрано, тенденција пораста средњејесењег протицаја (сеп+окт+нов), у посматраном 52-годишњем периоду, последица је тренда пораста новембарских и октобарских вредности, јер септембарски протицаји показују незнатан пад. На исти начин се могу утврдити математички разлози промене протицаја по линији тренда и за остале сезоне.

4.2.5. Велике и мале воде - годишњи ток великих и малих вода

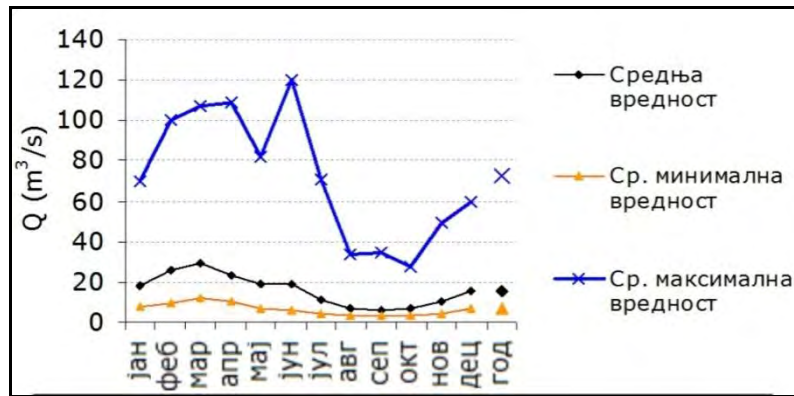
Годишњи просечни минимални протицај је $6,50 \text{ m}^3/\text{s}$, а средњи максимални $72,17 \text{ m}^3/\text{s}$. Дакле, амплитуда између годишње просечно мале (Q_{srmin}) и велике воде (Q_{srmax}) износи $65,67 \text{ m}^3/\text{s}$, а њихов однос је 1:11,1. У односу на средњегодишњи протицај (Q_{sr}), средњеминимални (средњегодишња мала вода) је мањи 2,5 пута, а средње-максимални (средњегодишња велика вода) већи 4,5 пута. Прилично велики однос између средње-максималног и средњег протицаја, на годишњем нивоу, последица је интензивнијих киша у топлијем делу године, посебно почетком тог периода када је највећа учесталост проласка циклона.

Годишњи ток средњеминималног протицаја (*режим просечно малих вода*) исти је као и режим средњих вода. Највеће средње-минималне месечне вредности су у марту, $12,27 \text{ m}^3/\text{s}$, а најмање у септембру, $3,10 \text{ m}^3/\text{s}$. Однос између највеће и најмање месечне средњеминималне вредности је 1:4,0, па и овај показатељ указује да је водни режим Колубаре неповољан. У табели 21 дате су просечне, минималне и максималне (Q_{max} и Q_{min}) вредности великих и малих вода Колубаре поред Белог Брода за период 1959-2010.

Таб. 21. Вредности средњеминималног (Q_{srmin}) и средњемаксималног (Q_{srmax}), односно минималног (Q_{min}) и максималног (Q_{max}) протицаја Колубаре код Белог Брода (1959-2010.)

Q (m^3/s)	Месец												Год.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Q_{srmin}	7.6	9.6	12.3	10.4	7.0	6.43	4.3	3.2	3.1	3.2	4.0	6.7	6.5
Q_{srmax}	70.1	100.6	107.4	109.2	82.5	120.25	71.2	34.1	34.2	27.8	49.0	59.5	72.2
Q_{min}	1.5	1.7	2.4	2.7	2.8	1.73	1.0	0.6	0.7	0.9	1.0	1.1	0.6
Q_{max}	270.0	353.0	470.0	486.0	477.0	767.0	474.0	267.0	586.0	173.0	240.0	377.0	767.0

Режим *просечно великих вода* се донекле разликује од годишњег тока средњих вода и просечних малих вода (средњеминималног протицаја). Наиме, у периоду 1959-2010., средњемаксимална месечна вредност је умерена, па је највећа у јуну, $120,25 \text{ m}^3/\text{s}$, а најмања у октобру, $27,83 \text{ m}^3/\text{s}$. Код средњих и средњих малих вода, максимум је у марту, а минимум у септембру (слика 35).



Сл. 35. Годишњи ток средњих, средњих малих и средњих великих вода реке Колубаре поред Белог Брода (1959-2010.)

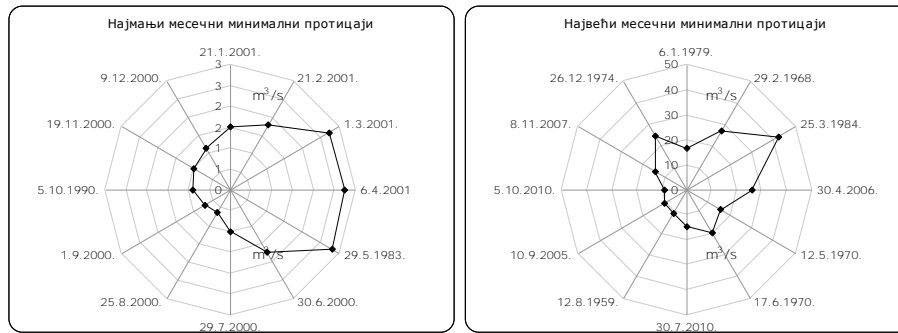
Однос између највеће и најмање средњемесечне велике воде је 1 : 4,3 (однос највеће и најмање средњемаксималне месечне вредности) и незнатно је већи у односу на варирање просечно малих вода (1:4,0). Код режима средњих вода и средњих малих вода постоји по један максимум и минимум. Када су у питању средње велике воде, осим примарног максимума (јун) и минимума (октобар), уочавају се и секундарни екстреми: други максимум је у априлу, $109,2 \text{ m}^3/\text{s}$, а други минимум у августу, $34,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

При анализи режима протицаја неопходно је размотрити и екстремне вредности (Q_{\max} , Q_{\min}). У посматраном 52-годишњем периоду (1959-2010), у највећем броју случајева најмање воде (Q_{\min}) јављале су се у септембру (16 од 52 године или 30,8%), октобру (25,0%) и августу (17,3%), потом у јулу и новембру (по 7,7% од укупног броја случајева), у јануару и фебруару (по 3,8% случајева) и у априлу и децембру (по 1,9% случајева). Дакле, у 73,1% случајева најмањи протицаји у току године регистровани су крајем лета и у првој половини јесени (септембар, октобар, август), због мале количине падавина, осиромашене издани и великог испаравања. У марту, мају и јуну нису забележени ни у једној посматраној години.

Са друге стране, највеће вредности најмањих протицаја забележене су углавном крајем зиме и почетком пролећа - у марту, фебруару и априлу (38%, 27% и 24% случајева). У периоду од 1959. до 2010. године, минимални протицај износио је $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$, а регистрован је 25. августа 2000. године. Највећи минимални протицај од $42,4 \text{ m}^3/\text{s}$ забележен је 25. марта 1984. године (слика 35). То значи да колебање минималних вредности протицаја, за обрађени период, износи $41,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Другим речима, однос између највећег и најмањег минималног протицаја је 1:70,7 и та вредност показује велику неуједначеност режима малих вода реке Колубаре на профилу ХС Бели Брод.

На месечном нивоу, највећи однос између највећег и најмањег минималног протицаја је у децембру (1:21,8), потом у марту и августу (1:17,7). У циљу што бољег, рационалнијег искоришћавања малих вода, неопходно је предузети одређене мере које се односе на уједначавање минималних протицаја, како би река била погоднија за различите водoprивредне сврхе.

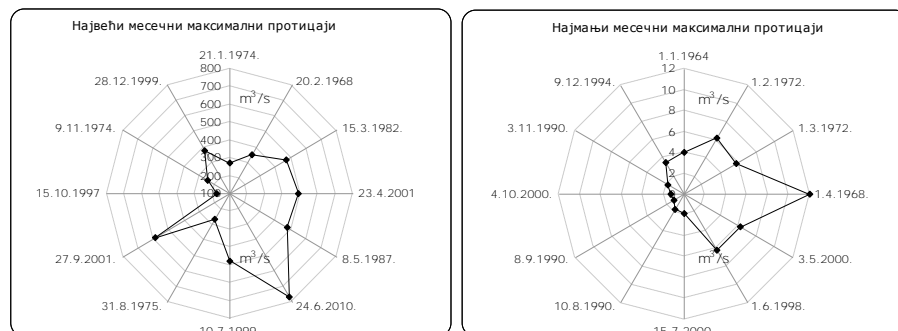
На слици 36 се запажа да су минимални месечни протицаји у 50% случајева регистровани током 2000. године: јун ($1,7 \text{ m}^3/\text{s}$), јул ($1,0$) и август ($0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ - апсолутни минимум у целом периоду), септембар ($0,7$), новембар ($1,0$) и децембар ($1,1$). У јануару, фебруару, марту и априлу, за посматрани период 1959-2010., најмањи притицаји су забележени 2001. године: $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (јануар), $1,7$ (фебруар), $2,4$ (март) и $2,7 \text{ m}^3/\text{s}$ (април). Најмањи протицај за месец мај износи $2,8 \text{ m}^3/\text{s}$, а регистрован је 1983. године (29. маја), док је најмањи октобарски протицај од $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$, у посматраном 52-годишњем периоду, забележен 1990. (5. октобар).



Сл. 36. Најмање и највеће месечне вредности минималног протицаја (Q_{\min}) реке Колубаре поред Белог Брода (1959-2010.).

У посматраном 52-годишњем периоду (1959-2010.), *максималне* велике воде (Q_{\max}) ни у једној години нису забележене у септембру, што је и логично, јер су губици воде у претходним летњим месецима (испаравање, коришћење воде за потребе наводњавања, итд.) велики, а храњење протицаја падавинском и изданском водом мало. Анализа је даље показала да се не може издвојити ни један месец у којем су максимални протицаји регистровани више од 9 пута. Другим речима, у низу од 52 године, максималне велике воде у току године, забележене су 9 пута само у априлу. Ипак, у највећем броју случајева највеће велике воде регистроване су током пролећа и почетком лета (60% од укупног броја случајева), и то у априлу (9 година или 17% случајева), марту и јуну (по 15%) и мају (12%). Са друге стране, минималне вредности највећих протицаја регистроване су крајем лета и током јесени (71% од укупног броја појављивања), и то у октобру (31%), августу (21%) и септембру (19%). Након тога, најмање велике воде најчешће су се јављале у новембру (10%) и јулу (6%). У посматраном 52-годишњем периоду, најмањи максимални протицаји се ниједном нису јавили у мају и децембру, док су у подједнаком броју случајева регистровани у марту, априлу и јуну (по 2%), као и у јануару и фебруару (по 4%).

Дакле, анализа показује да не постоји изражена правилност у појављивању минималних и максималних највећих протицаја, посебно када су у питању минималне велике воде. Апсолутни максимум великих вода регистрован је 24. јуна 2010. године, $767 \text{ m}^3/\text{s}$, док је други у низу највећих забележен 22. јуна 2001. године, $672 \text{ m}^3/\text{s}$ (слика 37, лево), а најмањи апсолутно максимални протицај, у периоду од 1959. до 2010. године, забележен је 4. октобра 2000. године, $1,35 \text{ m}^3/\text{s}$ (слика 37, десно). На месечном нивоу, највећи однос између највеће и најмање вредности максималног протицаја добијен је за јул, 1:259, а најмањи за април, 1:41. Апсолутна амплитуда великих вода од $765,65 \text{ m}^3/\text{s}$, као и однос између највеће и најмање вредности максималног протицаја (1:568), указује на велику неуједначеност режима великих вода.



Сл. 37. Најмање и највеће месечне вредности максималног протицаја (Q_{\max}) реке Колубаре поред Белог Брода (1959-2010.).

У посматраном 52-годишњем периоду, максимум протицаја за месец јануар и новембар регистрован је 1974. године (270 и 240 m³/s), за фебруар 1986. (353 m³/s), за март 1982. (473), за мај 1987. (477), за јул и децембар 1999. (474 и 377 m³/s), за август 1975. (267 m³/s), за октобар 1997. (173 m³/s). Током 2001. године, у периоду од 1959. до 2010., забележен је највећи протицај за два месеца: април (486 m³/s) и септембар (586 m³/s). За јун месец је рекордна максимална вредност забележена поменуто 2010. године (767 m³/s).

На бујичарски карактер реке Колубаре упућује и чињеница да амплитуда између апсолутно максималног (767 m³/s) и апсолутно минималног протицаја (0,60 m³/s), у посматраном 52-годишњем периоду износи 766,4 m³/s, а однос је 1:1278. У циљу уједначавања протицаја, неопходно је предузети одређене мере како би река била погоднија за коришћење у различите водопривредне сврхе.

4.2.6. Тренд промена великих и малих вода

Учесталост великих и малих вода и њихов тренд промена, проучен је на основу дневних података (Qd) за период 1959-2010. За анализу смо користили четири индекса, дефинишујући их помоћу перцентила. Другим речима, на основу 95-ог, 90-ог, 75-ог, 25-ог, 10-ог и 5-ог перцентила дневних протицаја референтног периода 1961-1990., одредили смо прагове (Q95p, Q90p, Q75p, Q25p, Q10p и Q5p). На основу добијених прагова, издвајани су дани са протицајима изнад 95-ог, 90-ог и 75-ог перцентила, односно испод 25-ог, 10-ог и 5-ог перцентила за сваку годину у периоду од 1959. до 2010. На крају смо прорачунали тренд броја карактеристичних дана и испитали његову значајност помоћу непараметарског Мен-Кендаловог теста и Сенове оцене нагиба. Значајност тренда је испитана за ниво ризика прихватања хипотезе од: 0,001 (0,1%), 0,01 (1%), 0,05 (5%) и 0,1 (10%). Дакле, дани са дневним протицајем између 25-75 перцентила су нормална појава, а изван овог опсега сврстани су у једну од одговарајућих категорија.

Таб. 22. Карактеристични дани са протицајима изнад и испод одређених прагова.

Параметар протицаја	Ознака	Јединица	Дефиниција
Број екстремно водних дана	Q95p	Бр. дана	Број дана са дневним прот. већим од 95-ог перцентила дневне расподеле периода 1961-1990. (Qd>Q95p)
Број врло водних дана	Q90p	Бр. дана	Број дана са дневним прот. већим од 90-ог перцентила дневне расподеле периода 1961-1990. (Qd>Q90p)
Број водних дана	Q75p	Бр. дана	Број дана са дневним прот. већим од 75-ог перцентила дневне расподеле периода 1961-1990. (Qd>Q75p)
Број маловод. дана	Q25p	Бр. дана	Број дана са дневним прот. мањим од 25-ог перцентила дневне расподеле периода 1961-1990. (Qd<Q25p)
Број врло маловод. дана	Q10p	Бр. дана	Број дана са дневним прот. мањим од 10-ог перцентила дневне расподеле периода 1961-1990. (Qd<Q10p)
Број екстремно малов. дана	Q5p	Бр. дана	Број дана са дневним прот. мањим од 5-ог перцентила дневне расподеле периода 1961-1990. (Qd<Q5p)

По нашем мишљењу, ово је најобјективнији метод утврђивања промене протицаја. Наиме, на овај начин се јасно може видети да ли број дана изнад и испод поменутих прагова расте или опада, што је од великог значаја за управљање постојећим водоприредним системима, планирање одређених мера и решавање потенцијалних проблема. Осим тога, значај прагова који су одређени помоћу перцентила је и у томе што омогућују просторно поређење на регионалном и глобалном нивоу, јер се дефинисање врши према истој емпиријској расподели. У табели 22 дати су називи карактеристичних дана, њихове ознаке, јединица мера и дефиниција.

У периоду 1959-2010., број екстремно водних дана ($Q_d > Q_{95p}$) показује тенденцију смањења, 1,4 дана по декади. Такође се смањује и број веома водних дана ($Q_d > Q_{90p}$) у овом периоду (-1,3 дана по декади). Број водних дана се занемарљиво повећава, 0,7 дана по декади (табела 23). Смањење броја екстремно водних и водних дана је први показатељ, строго математички посматрано, објашњења незнатне тенденције смањења средњегодишњег протицаја у периоду 1959-2010., али не и довољан. Дакле, екстремно водни и веома водни дани су ређи и поставља се питање: у ком правцу се мењао број дана са малим протицајима у посматраном периоду, односно шта се дешавало са тенденцијом маловодних, врло маловодних и екстремно маловодних дана?

Таб. 23. Тренд броја дана са одређеним дневним протицајима реке Колубаре на профилу Бели брод (1959-2010.)

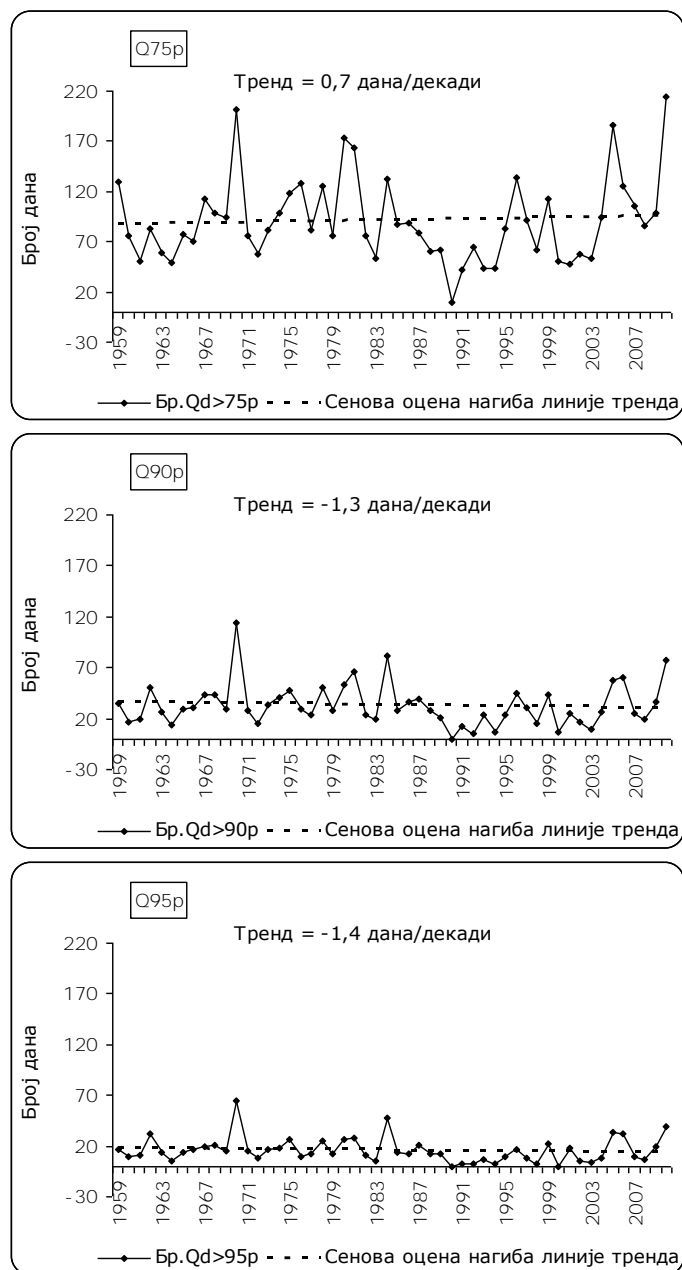
Параметар протицаја	Праг (m^3/s)	Тренд (бр. дана/декада)
Q_{95p}	$Q_d > 55,20$	-1.4
Q_{90p}	$Q_d > 35,34$	-1.3
Q_{75p}	$Q_d > 17,20$	0.7
Q_{25p}	$Q_d < 4,28$	5.1
Q_{10p}	$Q_d < 2,80$	7.0*
Q_{5p}	$Q_d < 2,30$	3.7**

Значајност тренда на нивоу: **-99%; *-95%.

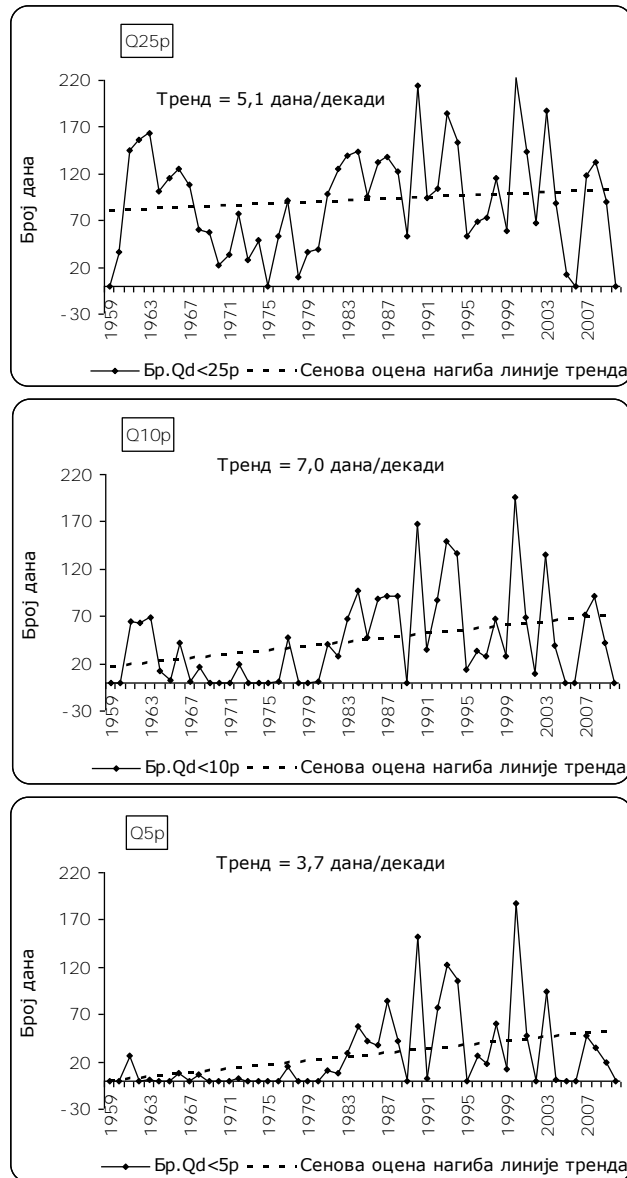
Другим речима, треба видети у којој се мери утврђено смањење средњегодишњег протицаја може приписати промени броја у три поменуте маловодне класе. Из тог разлога су анализирани дневни протицаји мањи од 25-ог, 10-ог и 5-ог перцентила расподеле референтног периода. Учесталост ових дана, у периоду од 1959. до 2010. Године, расла је по стопи од 5,1 (маловодних), 7,0 (врло маловодних) и 3,7 дана по декади (екстремно маловодних), слика 38. Иначе, у просечној години протицај Колубаре на ХС Бели Брод има карактеристике мале воде 223 дана, а од тога врло мале воде 196 дана и екстремно мале воде 188 дана, односно велике воде 91 дан, врло велике воде 37 дана и екстремно велике воде 18 дана.

Тренд промена броја екстремно маловодних и врло маловодних дана је статистички значајан на 99%, односно 95% нивоу поверења, док су промене осталих параметара безначајне. Дакле, уочена тенденција смањења средњегодишњег протицаја, у периоду 1959-2010. година, строго математички, последица је, пре свега, значајног повећања броја екстремно и врло маловодних дана, док је допринос смањења екстремно и врло водних дана занемарљив, односно није битније утицао на промене протицаја Колубаре на профилу Бели Брод.

На слици 39 се уочава да је највише екстремно водних, врло водних и водних дана регистровано 1970. године (64, 114 и 201 дан са дневним протицајем већим од 55,20, 35,34 и 17,20 m^3/s), док је те године било свега 22 маловодна дана, а врло маловодних и екстремно маловодних дана није било.



Сл. 38. Тренд броја екстремно водних (Q95p), врло водних (Q90p) и водних (Q75p), дана (1959-2010.).

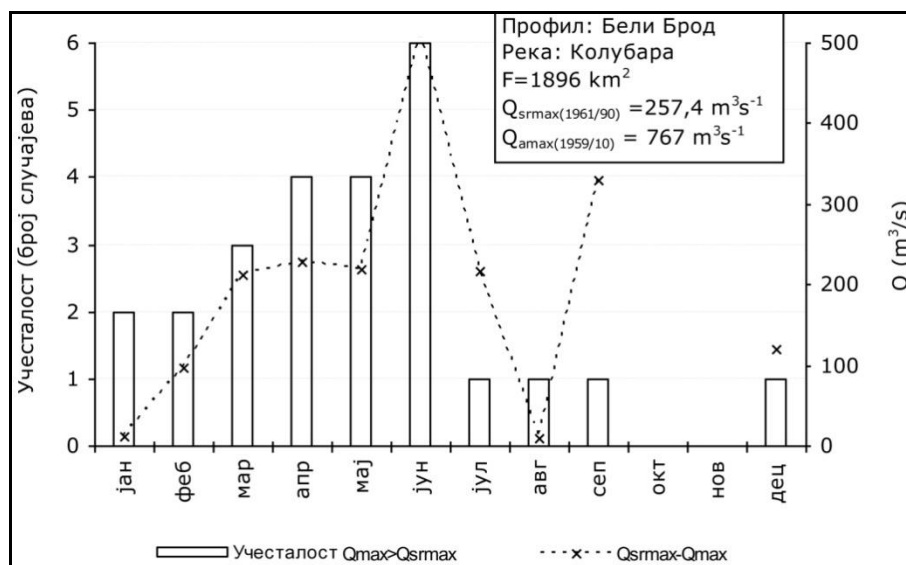


Сл. 39. Тренд броја маловодних (Q25p), врло маловодних (Q10p) и екстремно маловодних (Q5p) дана (1959-2010.).

Супротно је било 1990. године, током које није регистровано врло и екстремно водних дана, али је зато, после 2000., регистрован максимум у маловодним класама. Међутим, у последње две декаде (1991-2010.), сва три показатеља малих вода имају силан тренд, а великих узлазни.

С обзиром на то да смо располагали са максималним и минималним месечним протицајима за период 1959-2010. година (Q_{max} и Q_{min}), анализирали смо њихову учесталост изнад и испод највећег средњемаксималног, односно најмањег средњеминималног годишњег протицаја (Q_{smax} и Q_{smin}). Прагови су одређени коришћењем метода пикова на годишњем нивоу. Ристић Р. и др. (2009) истичу да се максимални протицаји на рекама у нашој земљи јављају као последица интензивног површинског отицаја, који настаје на три начина: појавом јаких киша краћег трајања или дуготрајнијих киша слабијег интензитета, отапањем снега и коинциденцијом појаве киша и отапања снега. Бујичне поплаве на територији Србије настају као последица сва три поменута начина.

Са друге стране, минимални протицаји се јављају као последица великог испаравања и мале количине падавина.



Сл. 40. Учесталост апсолутно максималних месечних протицаја већих од њихове средње вредности за референтни период, река Колубара - Бели Брод (1959-2010.).

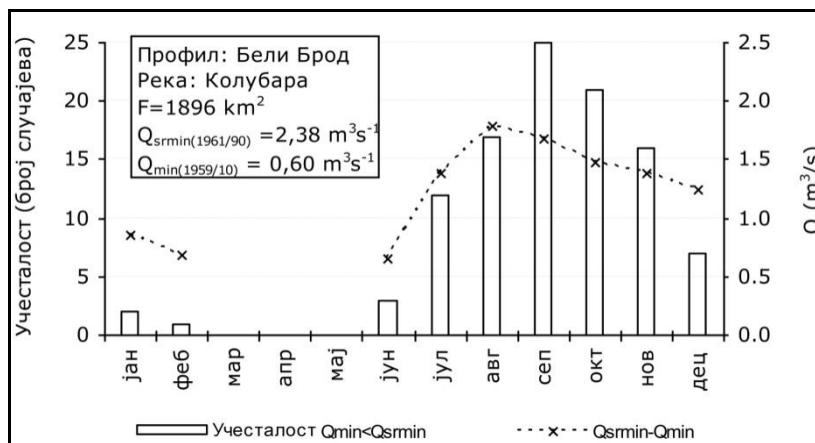
У овом делу рада је, дакле, анализирана учесталост појаве максималног протицаја (Q_{max}) у појединим месецима, за период 1959-2010., који премашује највећу просечну велику воду (Q_{srmax}). Највећа просечно велика вода (Q_{srmax}) дефинисана је као аритметичка средина годишњих апсолутно максималних протицаја (пикова) за референтни период 1961-1990.

На реци Колубари поред Белог Брода, учесталост максималних месечних протицаја већих од годишњег средњемаксималног протицаја ($Q_{max} > Q_{srmax}$) је највећа у пролећним месецима и почетком лета (април, мај, јун). У периоду од 1959. до 2010. године, максимални протицаји су били већи од средње велике воде у: јулу, августу, септембру и децембру по једанпут, јануару и фебруару 2, марту 3, априлу и мају 4 и јуну 6 пута (слика 40). Током октобра и новембра, у периоду од 52 године, није забележен случај да је максимални протицај током ова два месеца био већи од највеће средње велике воде.

Максимални месечни протицаји (Q_{max}), у периоду 1959-2010. година, већи од годишњег највећег средњемаксималног протицаја периода 1961-1990. година (Q_{srmax}), забележени су 25 пута у односу на укупан број случајева (укупно 624 случаја), што чини 4%. У највећем броју случајева, посматрано по сложеном низу (редоследу), регистровани су у месецима са највећом учесталашћу $Q_{max} > Q_{srmax}$. Тако су у јуну регистровани апсолутни максимум, као и други и трећи максимум у целом периоду опсервације (1959-2010.): први $767 \text{ m}^3/\text{s}$ (26.6.2010.), што је $509,6 \text{ m}^3/\text{s}$ изнад Q_{srmax} , други $670 \text{ m}^3/\text{s}$ (22.6.2001.), што је $414,6 \text{ m}^3/\text{s}$ изнад Q_{srmax} , а трећи $638 \text{ m}^3/\text{s}$ (14.6.1996.). Изузетак је септембар, када је регистрован четврти највећи протицај у посматраном 52-годишњем периоду ($586 \text{ m}^3/\text{s}$, 27.9.2001.).

Минимални месечни протицаји (Q_{min}), у периоду 1959-2010., мањи од годишњег средњеминималног протицаја, који је добијен као аритметичка средина годишњих минимума периода 1961-1990. година (Q_{srmin}), забележени су 102 пута у односу на укупан број случајева (600), што чини 17% (слика 41). Ово је још један показатељ који указује да се много чешће јављају мале воде у односу на велике, и да овом проблему треба посветити посебну пажњу, тим пре што се углавном региструју у периоду године

када је потреба за водом највећа (јул-август-септембар). Друго, уочљиво је да од године до године постоји велико колебање броја дана са одређеним протицајем. Ова чињеница, као и велики број дана са малом водом у вегетационом периоду, који су редовно праћени високом температуром ваздуха (велико испаравње), указује на потребу да велике воде у појединим месецима треба задржати или у земљишту (агротехничким мерама повећати инфилтрациону способност тла), или у вештачким акумулацијама.



Сл. 41. Учесталост минималних месечних протицаја мањих од њихове средње вредности за референтни период, река Колубара - Бели Брод (1959-2010.)

Учесталост минималних месечних протицаја мањих од годишњег средњеминималног протицаја ($Q_{\min} < Q_{srmin}$) је највећа у летњим и јесењим месецима (јул-новембар). У периоду од 1959. до 2010. године, минимални месечни протицаји су били мањи од средње мале воде у: септембру 25 пута, октобру 21, августу 17, новембру 16, јулу 12, децембру 7, јуну 3, јануару 2 и фебруару једанпут. Током марта, априла и маја, у периоду од 52 године, није забележен случај да је минимални месечни протицај био мањи од средње мале воде, дефинисане као просек годишњих минималних протицаја за референтни период 1961-1990.

Ова анализа је показала да је појава максималних и минималних протицаја, на месечном нивоу, сезонског карактера, односно да је учесталост израженија у појединим деловима године. Даље се може констатовати да је честина минималних протицаја испод дефинисаног прага, много већа од честине максималних протицаја изнад прага Q_{srmax} .

У највећем броју случајева, максимални месечни протицаји, током посматраног 52-годишњег периода, јављали су се у јуну, мају и априлу, те се овај период може означити као најкритичнији у току године од поплава. Минимуми су се најчешће јављали у септембру, октобру и августу, али њихова четина је велика и у новембру и јулу. У првом случају (велике воде), то је последица кишних падавина и снежнице, а у другом (мале воде) високих летњих температура, односно великог испаривања, релативно мале количине падавина и повећане потрошње воде (наводњавање).

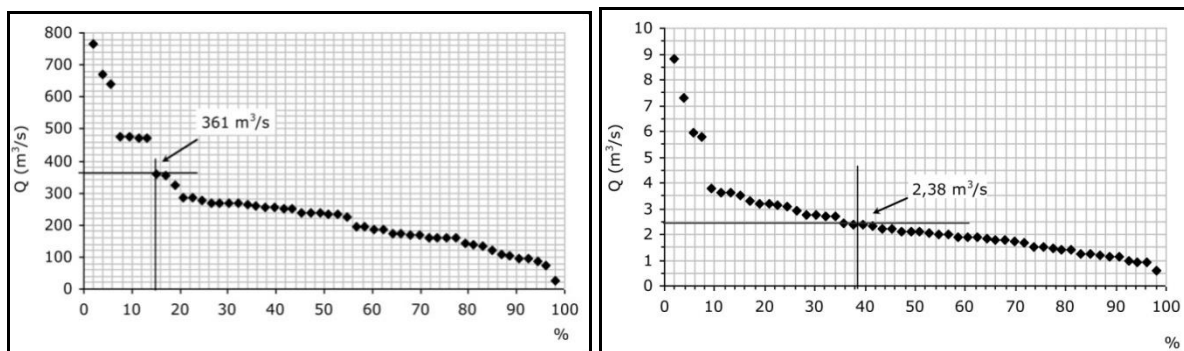
Поплаве, пре свега бујичне, најчешћа су појава из арсенала "природних непогода" на територији Србије и захтевају активности које се могу реализовати кроз следеће мере (Ристић Р. и др., 2009): *идентификација ризичних зона, мониторинг* (водостај и водостање, падавине и плувиометријски режим), *хидролошке прогнозе и систем упозорења, краткорочне мере заштите* (административна забрана градње у зони плављења, забрана сече шума на нагибима), *дугорочне мере заштите* (изградња акумулација и ретензија за прихват поплавних вода, противерозивно уређење сливова и др.), *промена*

начина коришћења замљашта у циљу смањења ерозионе продукције (затрављивање, пошумљавање), едукација и информисање јавног мњења итд. Треба истаћи да бројни неклиматски фактори могу утицати на поплаве, као што су: нарушавање брана и насипа, промена намене земљишта, ширење урбаних зона на потенцијално плавна подручја и други друштвени утицаји. Ова анализа је показала да је учесталост малих вода много већа него великих. Погрешним се сматра да су последице суша мање него поплава, тако да захтевају озбиљан приступ и активности које треба на време предузимати, јер је санирање штета увек сложеније, напорније и скупље.

На крају, познавање броја дана са карактеристичним протицајима и трендом њихових промена, од посебног је значаја за многе људске делатности, посебно за пољопривреду и све гране водопривреде (водоснабдевање, енергетика, наводњавање, одводњавање, заштиту од поплава, заштиту вода итд).

4.2.7. Прогноза појаве великих и малих вода

На слици 42 дата је расподела годишњих максималних и минималних протицаја у периоду од 1959. до 2010. године, односно емпиријска вероватноћа појеве. Она има и практично значење, јер даје увид у могућност остварења или процентуалне учесталости одређене вредности протицаја и веће или мање од ње. У конкретном случају, вероватноћа (P) је рачуната по Weibulu: $P=m/N+1$; N – укупан број чланова у низу; m – редни број члана у опадајућем низу).



Сл. 42. Дијаграм емпиријске расподеле годишњег максималног и минималног протицаја реке Колубаре у 50-годишњем периоду.

Годишњи максимални протицај од нпр. $361 \text{ m}^3/\text{s}$ и већи од те вредности, јавља се 8 пута у периоду од 52 године или 15%, односно вероватноћа појаве протицаја мањег од поменуте вредности је 85% у 52-годишњем периоду. Са друге стране, вероватноћа појаве годишњег минималног протицаја од $2,38 \text{ m}^3/\text{s}$ и изнад те вредности, у периоду од 52 године, износи 38,5%, а у 61,5% случајева или 32 пута протицај је испод те вредности.

У наставку је дата теоријска функција расподеле. За анализу дистрибуције у хидрологији се користе различите теоријске расподеле: правоугаона, биномна, нормална, Пирсонова, Гаусова, Гама и друге. Користећи податке о годишњим максималним и минималним протицајима реке Колубаре поред Белог Брода, урађена је прогноза појаве великих и малих вода. За ову потребу најчешће се користи Пирсонова тропараметарска гама расподела – Пирсонова функција III типа, јер показује најбољу кореспонденцију са емпиријском расподелом. Прогноза великих и малих вода има велики практични значај, пре свега за потребе планирања спровођења одређених мера, како би се смањили могући негативни утицаји и реализовале одређене људске активности. Крива честине

максималних и минималних протицаја, односно прогноза великих и малих вода, урађена је помоћу Пирсонове функције III типа по обрасцу (Тошић Р., Црногорац Ч., 2005):

$$Q_p = Q_{asr} + K_p \cdot S, \text{ где је:}$$

Q_{asr} – средњегодишњи протицај добијен као аритметичка средина годишњих апсолутних екстрема (a_{max} , a_{min});

K_p – параметар који се одређује коришћењем Фостер-Рибикинове таблице на основу вредности коефицијента асиметрије, и то за вредности $P(Q)$ од 0,001 до 0,999;

S – стандардна девијација.

Просечан годишњи максимални протицај Колубаре код Белог Брода, за период 1959-2010., износи $251,10 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q_{srmax}), стандардна девијација $150,49 \text{ m}^3/\text{s}$ (S) и коефицијент асиметрије 1,61 (C_s).

Таб. 24. Вероватноћа појаве максималних годишњих протицаја реке Колубаре (ХС Бели Брод) за различите повратне периоде по Пирсоновом III закону расподеле

Повратни период	Вероватноћа – P (%)	$Q_{max}(\text{m}^3/\text{s})$
10000	0.01	1351.2
1000	0.1	1060.7
200	0.5	853.1
100	1	761.3
50	2	669.5
25	4	577.7
20	5	546.1
10	10	451.3
5	20	353.4
3.3	30	293.2
2.5	40	248.1
2	50	213.5
1.67	60	181.9
1.45	70	154.8
1.25	80	129.2
1.11	90	102.1
1.05	95	85.6
1.01	99	70.5
1.001	99.9	64.5
1.0001	99.99	63.0

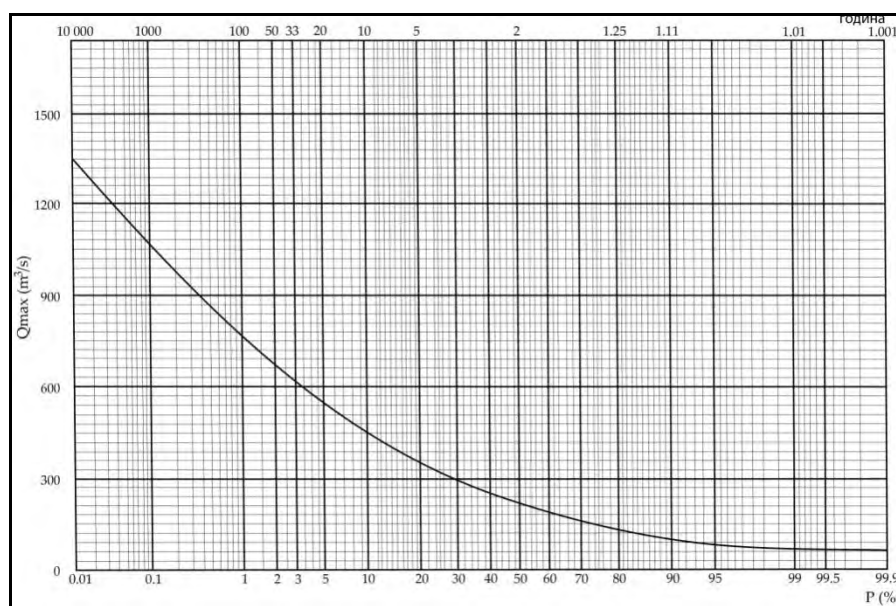
Вредност коефицијента асиметрије указује на знатну асиметричност криве расподеле годишњих максималних протицаја у односу на средњу вредност. Повратни период $P(x)$ за време T одређен је по образцу:

$$P(x) = \frac{1}{T}$$

На пример, за повратни период од 1000 година, $P(x) = 0,001$ (1/1000), а то је 0,1%. За $P(x) = 0,001$ и коефицијент асиметрије од 1,61 из Фостер-Рибикових таблица читавамо фактор фреквенције K_p , а то је 5,38. Након тога рачунамо вероватноћу:

$$Q_p = 251,10 + 5,38 * 150,49 = 1060,7 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Коришћењем претходних параметара и таблице Рибикина израчуната је вероватноћа појаве максималних протицаја на ХС Бели Брод (табела 25) и приказана помоћу криве учесталости (слика 43).



Сл. 43. Крива вероватноће појаве великих вода реке Колубаре код Белог Брода.

Резултати анализе показују да се максимални протицај већи од $63,0 \text{ m}^3/\text{s}$ појављује сваке године, са вероватноћом статистичке поузданости од 99,99%. Максимални годишњи протицај од најмање $577,7 \text{ m}^3/\text{s}$ може се очекивати једном у 25 година, односно 3 пута у 75 година, а вероватноћа да ће се десити је 4%, што се у пракси потврђује. Наиме, у посматраном 52-годишњем периоду (1959-2010), три пута је регистрован максимални годишњи протицај изнад те вредности (638, 672 и $767 \text{ m}^3/\text{s}$). У периоду од 1959-2010., апсолутно максимални протицај износио је $767,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Међутим, та вредност се не може узети као меродавна, односно тврдити да није могуће појављивање и већих протицаја. Претходна статистика је показала да се у периоду од 1000 година може очекивати протицај од $1060 \text{ m}^3/\text{s}$, а у периоду од 10 000 година чак и до $1351 \text{ m}^3/\text{s}$. Максимални протицај од $767,0 \text{ m}^3/\text{s}$, који је регистрован 2010. године, по овој вероватноћи јавља се једном у 100 година.

Треба истаћи да вредности индекса поводња указују да се тешко могу предвидети поплаве код река које имају бујичарски карактер. Релативна величина поводња за слив Колубаре до Белог Брода износи 17,61 ($Q_{\text{max}} / \sqrt{F}$) и ова вредност показује да се ради о реци која има бујичарски карактер. Милановић А. (2006) је за слив Лепенице добила вредност индекса поводња од 36,78, што ову реку, уз Ереник и Чемерницу, како истиче аутор, сврстава у једине токове у Србији који имају индекс изнад 20 (за највећи број река је 5-10). Аутор истиче да је 1910. године протицај Лепенице код Крагујевца процењен на $920 \text{ m}^3/\text{s}$, односно индекс поводња од 65,57 и да је то највећи познат у

Србији у XX веку. То објашњава центрипеталним распоредом водотока који се стичу у средишту Крагујевачке котлине, док се низводно индекси смањују.

Прорачун вероватноће појаве малих вода извршен је на исти начин као и за велике. Мале воде се најчешће јављају крајем лета, почетком јесени. Тада знатан део падавинске воде испари, спуштен је ниво издани, смањена издашност извора и врела и влажност земљишта. Просечни годишњи минимални протицај Колубаре код Белог Брода, за период 1959-2010., износи $2,49 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q_{srmin}), стандардна девијација 1,56 (S), а коефицијент варијације 0,62 (C_v). Вредност C_v указује на знатну променљивост годишњих минималних протицаја. Коефицијент асиметрије је 2,21 (C_s). Вредност коефицијента асиметрије указује на знатну асиметричност криве расподеле годишњих апсолутно минималних протицаја у односу на њихову средњу вредност.

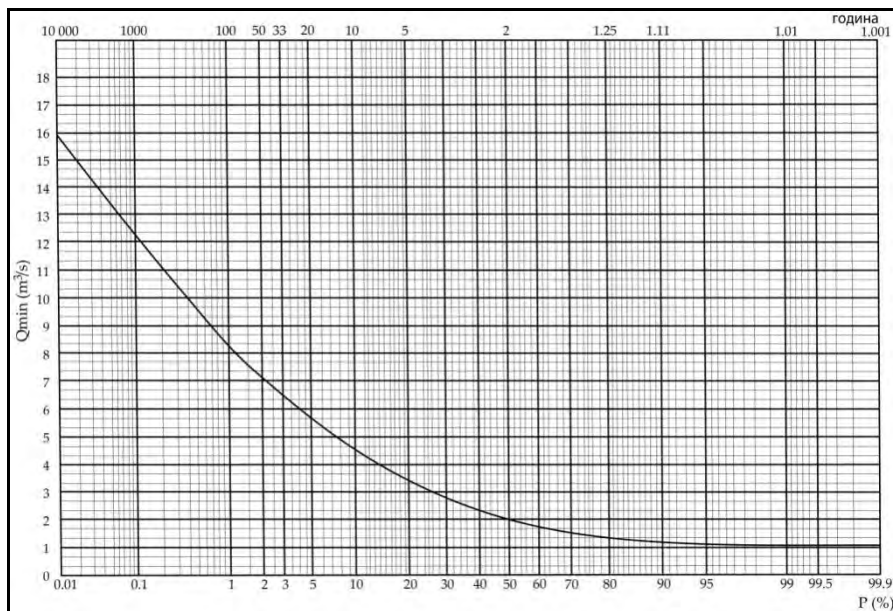
Резултати прорачуна (табела 25, слика 43) указују да се протицај већи од $1,067 \text{ m}^3/\text{s}$ појављује сваке године, са вероватноћом статистичке поузданости од 99,99%. На основу криве вероватноће минималних протицаја на реци Колубари, закључује се да се минимални протицај од $7,12 \text{ m}^3/\text{s}$ може очекивати једном у 50 година, а вероватноћа да ће се десити је 2%. Такав протицај се и десио 2006. године ($7,3 \text{ m}^3/\text{s}$). У периоду 1959-2010. само још једанпут је регистрован минимални годишњи протицај изнад те вредности, а то је 2010. године и износио је $8,8 \text{ m}^3/\text{s}$. То је највећи минимални годишњи протицај у посматраном 52-годишњем периоду и таква појава се јавља једном у 150 година.

Таб. 25. Минимални годишњи протицаји реке Колубаре (ХС Б. Брод) за различите повратне периоде по Пирсоновом III закону расподеле.

Повратни период	Вероватноћа – P (%)	Q_{min} (m^3/s)
10000	0.01	15.948
1000	0.1	12.148
200	0.5	9.423
100	1	8.255
50	2	7.118
25	4	5.996
20	5	5.623
10	10	4.486
5	20	3.396
3.3	30	2.757
2.5	40	2.321
2	50	1.978
1.67	60	1.729
1.45	69	1.511
1.25	80	1.324
1.11	90	1.169
1.05	95	1.091
1.01	99	1.083
1.001	99.9	1.075
1.0001	99.99	1.067

Прорачуни су даље показали да се у периоду од 1000 година може десити једанпут да годишњи минимални протицај не буде мањи од $12,15 \text{ m}^3/\text{s}$, са вероватноћом од свега 0,1%. Са друге стране, вероватноћа појаве малих вода чија је вредност већа од 1

m^3/s је велика, 99 и више процената, што значи да се, статистички посматрано, готово сваке године може очекивати минимални протицај изнад $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Овакав закључак прои­зи­лази из теоријске расподеле, мада се по емпиријској види да су се у протекле 52 годи­не четири пута јавиле вредности мање од $1 \text{ m}^3/\text{s}$, са минимумом од $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (7% вероват­ноћа да ће минимум бити испод $1 \text{ m}^3/\text{s}$).



Сл. 44. Крива вероватноће појаве малих вода реке Колубаре код Белог Брода.

На основу претходно изнетог, стиче се утисак да мале воде могу представљати озбиљан проблем у даљем развоју привреде и друштва уопште, јер је вероватноћа њихове појаве велика, исто као што се повећава њихова учесталост.

4.2.8. Специфични отицај

Средњегодишња вредност специфичног отицаја у сливу Колубаре, до профила Бели Брод, износи $8,42 \text{ l/s/km}^2$. Годишњи ход специфичног отицаја исти је као и годишњи ход средње воде, у квалитативном смислу. Због благог пораста количине падавина, малог испаравања, засићености земљишта влагом и топљења снега у горњем делу слива, средњемесечна вредност протицаја, односно специфичног отицаја највећа је у марту ($15,65 \text{ l/s/km}^2$). Након тога, вредности константно опадају до септембра, када се региструје најмања вредност средњемесечног отицаја ($3,14 \text{ l/s/km}^2$). Сигурно да виши брдско-планински делови слива имају веће вредности специфичног отицаја него нижи равничарски. Томе је разлог већа количина падавина, али и геолошки састав. Наиме, у горњем делу проучаваног слива (Ваљевске планине) заступљени су кречњаци, а познато је да крас повећава отицање. У сливу реке Градац (десна притока Колубаре) до профила Дегурић, коефицијент закрашћености је 70%, а специфични отицај $17,57 \text{ l/s/km}^2$. Дакле, карбонатни састав горњег, падавинама богатијег, дела слива утиче на повећање удела храњења реке подземним водама.

Најмањи пад у периоду март-септембар је од маја до јуна ($0,30 \text{ l/s/km}^2$), јер је јун, у просеку, падавинама најбогатији месец у сливу Колубаре. Међутим, без обзира што је сума падавина у јуну највећа у току године (око 108 l/m^2 , просек 1959-2010.), велико испаравање условљава мању вредност средњемесечног отицаја у јуну у односу на мај.

Највећи пад специфичног отицаја, тј. међумесечна разлика у поменутом периоду је између јуна и јула (3,74 l/s/km²). Разлог томе је мања висина падавина у јулу за нешто више од 1/5 него у јуну и висока температура ваздуха (јул је, у просеку, најтоплији месец у години, око 21°C), која условљава велико испаравање. Исти фактори (даље смањење количине падавина, велико испаравање и коришћење воде) узрокују прилично велики пад протицаја, а самим тим и средњемесечног отицаја од јула до августа (2,58 l/s/km²). Током просечне године, најмања средњемесечна вредност специфичног отицаја је у септембру (3,14 l/s/km²), јер су још увек велики расходи воде. Месечне суме падавина константно опадају од јуна до октобра, када се јавља секундарни минимум (56,6 l/m²).

Пад средњемесечне температуре ваздуха у октобру за око 5°C у односу на септембар, условљава мање испаравање и благи пораст средњеоктобарског специфичног отицаја. Разлика у висини месечних падавина у периоду октобар-март је мала, али вредности средњемесечног протицаја, односно специфичног отицаја константно расту, јер су температуре ваздуха ниже, испаравање је мало, а zasiћеност земљишта влагом повећана. Највећи пораст средњемесечног специфичног отицаја, у односу на претходни месец, јавља се у фебруару (пораст од 4,20 l/s/km² у односу на јануар), без обзира што овај месец региструје просечно најмању количину падавина у години (око 45 l/m²). Разлог томе су, пре свега, ниске температуре током просечно најхладнијег месеца у години (јануара), које условљавају мало испаравање.

Годишњи ход средњемаксималних и средњеминималних, као и максималних и минималних специфичних отицаја идентичан је годишњем ходу одговарајућих протицаја (табела 26). Уочљиво је да постоје велике вредности односа максималних и минималних специфичних отицаја, а то је још један показатељ да је режим протицаја неуједначен и да река Колубара има изразити бујичарски карактер. Такође се запажа знатно одступање екстремних од средњих вредности, посебно када су у питању апсолутни екстреми.

Таб. 26. Средње, средњемаксималне, средњеминималне, апсолутно максималне и апсолутно минималне вредности специфичног отицаја (q) у проучаваном делу слива Колубаре за период 1959-2010.

Мес.	q (l/s/km ²)					
	Ср. вредност	Ср. макс.	Ср. мин.	Макс. (А)	Мин. (Б)	Однос (А:Б)
I	9.50	36.99	4.01	142.41	0.80	177.6
II	13.70	53.08	5.05	186.18	0.90	207.6
III	15.65	56.65	6.47	247.89	1.27	195.8
IV	12.22	57.58	5.51	256.33	1.45	177.4
V	10.13	43.51	3.72	251.58	1.48	170.4
VI	9.82	63.42	3.39	404.54	0.91	443.4
VII	6.08	37.55	2.27	250.00	0.53	474.0
VIII	3.50	18.00	1.71	140.82	0.32	445.0
IX	3.14	18.06	1.64	309.07	0.37	842.0
X	3.53	14.68	1.69	91.24	0.47	192.2
XI	5.65	25.85	2.14	126.58	0.53	240.0
XII	8.07	31.41	3.53	198.84	0.60	330.7
Год.	8.42	38.06	3.43	404.54	0.32	1278.3

На основу средње вредности специфичног отицаја (месечне, годишње), може се израчуната просечна запремина отекле воде са површине од 1 km² слива. На годишњем нивоу (8,42 l/s/km²), са површине од 1 km² слива Колубаре, до профила Бели Брод, просечно отекне запремина воде од 265597 m³ ($q \cdot 31,5576 \cdot 10^6 / 1000$ или $q \cdot 31,5576 \cdot 10^3$).

4.2.9. Водни биланс проучаваног дела слива Колубаре

Користећи податке о специфичном отицају и количини падавина, израчуната је висина и коефицијент отицаја, као и укупно испаравање, односно разматран је и водни биланс за проучавани део слива. Водни биланс слива даје могућност упознавања водних ресурса и има велики практични значај за водопривреду и планирање искоришћавања водотока, тим пре што је потреба за водом све већа – за потребе снабдевања становништва и индустрије водом, наводњавања, али и њене заштите од загађења.

Отицање атмосферске воде зависи од климатских елемената, пре свега количине и режима падавина, њиховог облика (киша, снег), интензитета и величине испаравања, а оно је детерминисано температуром ваздуха, воде, земљишта. Утицај осталих фактора на величину отицања је мањи – облик рељефа, геологија терена (осим краса), вегетација, густина речне мреже, људске делатности.

Таб. 27. Компоненте водног биланса слива Колубаре до Белог Брода по упрошћеној Брикнеровој једначини ($RR=Y+E$) за период 1959-2010.

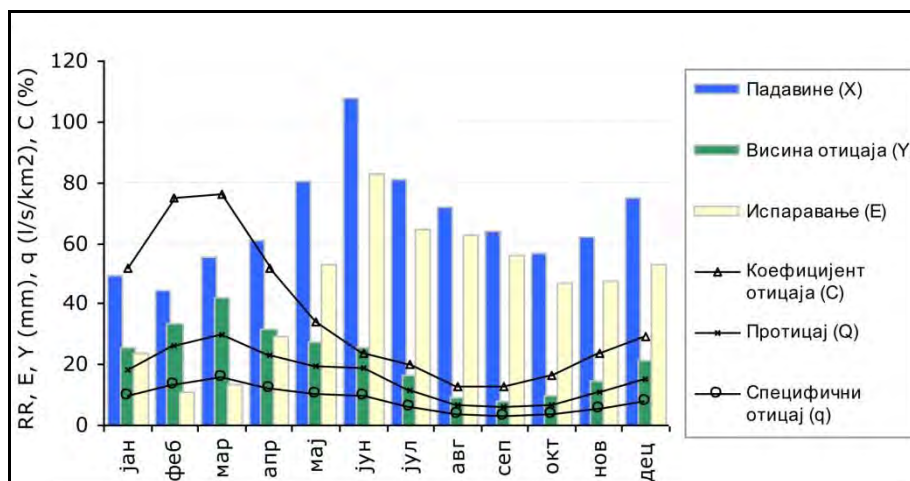
Месец	X (mm)	X (%)	Y (mm)	Y (%)	E (mm)	E (%)	C	C (%)
јан	49.2	6.1	25.4	9.6	23.8	4.4	0.52	51.7
феб	44.5	5.5	33.4	12.6	11.0	2.0	0.75	75.2
мар	55.2	6.8	41.9	15.8	13.3	2.4	0.76	76.0
апр	61.1	7.6	31.7	11.9	29.5	5.4	0.52	51.8
мај	80.2	9.9	27.1	10.2	53.0	9.8	0.34	33.8
јун	108.1	13.4	25.5	9.6	82.6	15.3	0.24	23.6
јул	81.0	10.0	16.3	6.1	64.7	12.0	0.20	20.1
авг	71.9	8.9	9.4	3.5	62.5	11.5	0.13	13.1
сеп	64.2	7.9	8.1	3.1	56.1	10.4	0.13	12.7
окт	56.6	7.0	9.4	3.6	47.1	8.7	0.17	16.7
нов	62.4	7.7	14.6	5.5	47.8	8.8	0.23	23.5
дец	74.6	9.2	21.6	8.1	53.0	9.8	0.29	29.0
Год.	808.9	100	265.6	32,8	543.3	67,2	0.33	32.8

X-падавине; Y-висина отицаја; E-испаравање; C-коефицијент отицаја

Највећа вредност коефицијента отицања је у марту и фебруару (76%), а најмања у септембру (13%). Просечна годишња количина падавина износи 809 l/m² (просек 1959-2010.). Плувиометријски режим у сливу Колубаре је директна последица циклонских активности и конвекције ваздуха у летњим месецима, али и орографије у горњем делу слива. То значи да највећу учесталост имају фронталне (циклонске), потом орографске, а лети се локално јављају и конвективне падавине. Месечне суме падавина су прилично неравномерно расподељене током просечне године. Ипак, pluвиометријски режим је повољан, јер се највише падавина излучи у топлијем делу године: мај (9,9% годишње суме), јун (13,4%), јул (10,0%), август (8,9%), септембар (7,9%), односно у периоду када је вегетацији вода најпотребнија, а најмање у фебруару (5,5%).

Од укупне годишње суме падавина која се излучи у горњем делу слива Колубаре, кроз профил Бели Брод отекне 32,8% или слој падавинске воде од 265,6 mm висине, а испари 543,3 mm или 67,2% годишње висине падавина. Поређења ради, коефицијент отицаја у неким суседним сливовима, као и у субсливовима Колубаре за период 1961-90. износи: Каменица (Пријевор) 0,42, Јадар (Завлака) 0,35, Скрапеж (Пожега) 0,28, Тамнава (Коцељева) 0,19, Уб (Уб) 0,18, Јабланица (Седларе) 0,34, Обница (Бело Поље) 0,34, Градац (Дегурић) 0,56, Рибница (Паштрић) 0,39, Пештан (Зеоке) 0,18 (Живковић Н., 1995). На простору Војводине, која је сиромашна падавинама, због низијског рељефа отицање је успорено, па је велико испаравање, а коефицијет отицаја је свега 12,9% (Дукић Д., Гавриловић Љ., 1994).

Кроз корито Колубаре поред Белог Брода, највише воде са слива отиче у фебруару и марту, око 75-76% од фебруарске и мартовске суме падавина. Са друге стране, процентуално најмање месечно отицање је у септембру – коефицијент отицања је свега 12,7% од септембарске суме падавина (64,2 mm). Количински, у септембру отиче 8,1 mm, што чини свега 3,1% укупне годишње висине отицаја, а испари 56,1 mm или 10,4% од укупне годишње висине испарене воде. Испаравање је највеће у јуну (15,3% годишње висине испарене воде), јулу (12,0%), августу (11,5%) и септембру (10,4%). Очито је да најмања количина падавинске воде отиче лети и почетком јесени, а највећи део испари, док је у периоду јануар-март тај однос обрнут (слика 45).



Сл. 45. Средњемесечне вредности специфичног отицаја (q), падавина (RR), висине отицаја (Y), коефицијента отицаја (C), испаравања (E) у проучаваном делу слива Колубаре и протицаји (Q) код Белог Брода (1959-2010.)

Резултати анализе режима протицаја, специфичног отицаја, висине отицаја и коефицијента отицаја са једне и режима падавина и испаравања са друге стране, указују да не постоји паралелизам. Наиме, код прве групе параметара (Q, q, Y, C), за које је паралелизам логичан, уочава се постојање по једног максимума (март) и једног минимума (септембар). У просечној години, највише средњемесечне вредности у марту јављају се као резултат кишних падавина, топлеења снежног покривача и минималног испаравања, а најниже у септембру због великог испаравања, које се јавља услед високих температура ваздуха током претходних пар месеци и спорог отицања падавинске воде (значајан део проучаваног слива има равничарски карактер). Сасвим оправдано се може претпоставити да су губици воде једним делом узроковани и антропогеним делатностима (водоснабдевање, наводњавање). Велике амплитуде и односи између просечних малих и великих вода, посебно апсолутних екстрема, указују да Колубара има неуједначен ре-

жим протицаја и бујичарски карактер. У том смислу, потребно је предузети одређене биолошке и хидротехничке мере у циљу уједначавања режима протицаја у току године, уз претходно, како је већ поменуто, проучавање физичко-географских карактеристика слива (геоморфолошких, геолошких, педолошких, вегетацијских, климатских, морфометријских, итд).

Код падавина и испаравања постоје 2 максимума и 2 минимума – примарни екстреми средњемесечних вредности су у јуну, односно фебруару и марту, а секундарни у новембру, односно октобру. Ипак, без обзира што је уочљива неравномерност протицаја у току године, треба истаћи да је Колубара релативно водна река. Примера ради, укупна годишња количина воде која протекне коритом ове реке поред Белог Брода је знатно већа у поређењу са рекама Шумадије. Глишић Р. (2002) истиче да је средњегодишњи протицај Јасенице, водом најбогатије реке Шумадије, свега 4,70 m³/s. Површина слива Јасенице је за 28,5% (1356 km²) мања од слива Колубаре до посматраног профила, а њен протицај је, дакле, за 3,3 пута мањи од средњегодишњег протицаја Колубаре.

Стандардизована одступања средњегодишњег протицаја показују да је, у периоду 1959-2010., само једна година имала карактер екстремног догађаја у правом смислу те речи, а то је 1970. која је оцењена као екстремно водна. У највећем броју случајева средњегодишњи протицај је био у опсегу уобичајених колебања. То упућује на закључак да се са средњегодишњим протицајем Колубаре, у периоду од 1959. до 2010. године, не дешава ништа неубичајено. Ту чињеницу потврђују клизни 11—годишњи средњаци: ниједна вредност покретног средњака у посматраном периоду није превазишла опсег ± 1 нормализованог одступања, нити показују устаљену тенденцију у једном или другом смеру.

Математички прорачуни показују да се средњегодишњи протицај, у посматраном периоду (1959-2010), смањивао просечним интензитетом од 0,48 m³/s (-3,0%) по декади или укупни губитак по линији тренда износи 2,44 m³/s (-15,3%/52год.). Међутим, тренд промена средњегодишњег протицаја не показује статистичку значајност ни на једном нивоу вероватноће ризика прихватања хипотезе, па се тенденција пада протицаја може сматрати безначајном. У анализираном периоду, у коме је по извештајима ИРСС присутан доминантан антропогени утицај на климу, ни у једној сезони се не уочава значајност тренда промене протицаја реке Колубаре поред Белог Брода.

Учесталост великих и малих вода и њихов тренд промена, проучен је на основу дневних података (Qd) за период 1959-2010. За анализу смо користили 6 индекса, дефинишући их помоћу перцентила и 2 фиксна прага. Наиме, на овај начин се јасно може видети да ли број дана изнад и испод одређених прагова расте или опада, што је од великог значаја за управљање постојећим водoprивредним системима, планирање одређених мера и решавање потенцијалних проблема. Осим тога, значај прагова који су одређени помоћу перцентила је и у томе што омогућују просторно поређење на регионалном и глобалном нивоу, јер се дефинасање врши према истој емпиријској расподели. Уочена тенденција смањења средњегодишњег протицаја, у периоду 1959-2010., математички посматрано, последица је, пре свега, значајног раста броја екстремно и врло маловодних дана, док је допринос смањења водних дана мање значајан. Ова анализа је показала да је појава апсолутно максималних и минималних протицаја, на месечном нивоу, сезонског карактера, односно да је учесталост израженија у појединим деловима године.

Даље се може констатовати да је честина минималних протицаја много већа од честине максималних протицаја. Мишљења смо да се овој чињеници не посвећује довољна пажња и да треба интензивирати истраживачку делатност у овом правцу – проблем малих вода. У највећем броју случајева, апсолутно максимални месечни про-

тицаји, током посматраног 52-годишњег периода, јављали су се у јуну, мају и априлу, те се овај период може означити као најкритичнији у току године од поплава. Апсолутни минимуми су се најчешће јављали у септембру, октобру и августу, али њихова честина је велика и у новембру и јулу. У првом случају (велике воде), то је последица кишних падавина и снежнице, а у другом (мале воде) високих летњих температура, односно великог испаравања, релативно мале количине падавина и повећане потрошње воде (наводњавање).

У периоду од 1959-2010., апсолутно максимални протицај износио је $767 \text{ m}^3/\text{s}$. Међутим, та вредност се не може узети као меродавна, односно тврдити да није могуће појављивање и већих протицаја. Прорачуни вероватноће су показали да се у периоду од 1000 година може очекивати протицај од $1060 \text{ m}^3/\text{s}$, а у периоду од 10 000 година чак и до $1351 \text{ m}^3/\text{s}$. Максимални протицај од $767 \text{ m}^3/\text{s}$, који је регистрован 2010. године, по овој вероватноћи јавља се једном у 100 година.

Са друге стране, стиче се утисак да мале воде могу представљати озбиљан проблем у даљем развоју привреде и друштва уопште, јер се протицај од $1 \text{ m}^3/\text{s}$ може појавити сваке године, са вероватноћом статистичке поузданости од 99 и више процена. То може имати велике водопривредне проблеме, пре свега лети, када је потреба за водом повећана. Из тог разлога, потребно је детаљно проучити мале воде и планирати изградњу или побољшање постојећих система, који су намењени за снабдевање становништва и индустрије водом, наводњавање обрадивих површина и очување природне средине.

Годишња вредност средњег, средњемаксималног и средњеминималног протицаја периода 1991-2010. је мања него референтног периода 1961-1990. Међутим, та разлика је безначајна. У периоду 1961-1990. је и тренд посматраних параметара протицаја безначајан. У последњем 20-годишњем периоду постоји тренд пораста сва три параметра. Тренд пораста годишњег, средњег и средњеминималног протицаја, у периоду 1991-2010., не само да је позитиван већ је статистички и значајан на 95% нивоу поверења.

5. ПРОЦЕНА РИЗИКА ОД ПОПЛАВА

5.1. Историјски записи поплава у сливу Колубаре

Поплаве у сливу Колубаре нису ништа ново, оне су на овој територији присутне од периода насељавања простора, али су њихове последице по становништво и материјална добра све израженије. Управо зато, морају бити детаљно анализирани и извршена процена угрожености територије овом природном непогодом. Овај хидролошки феномен на територији слива Колубаре јавља се готово сваке године узрокујући значајне материјалне штете на пољопривредним површинама и насељима, индустријској, стамбеној и саобраћајној инфраструктури.

Ако се направи ретроспектива појаве поплава у прошлости, као и екстремних хидролошких дешавања током маја 2014. године на овом простору, добија се јаснија представа о значају анализираних проблематике. У пролеће 1924. године поплавама је био захваћен знатан део територије општине Обреновац. Током марта наведене године, у сливу Колубаре је излучено око 80 mm воденог талога, а у априлу приближно два пута више падавина. Максимум падавина који су карактерисале интензивне кише забележен је у Ваљево између 17. и 22. априла. Под утицајем таквих климатских дешавања, вода се разлила на ширини од 18 km, а цела периферија Обреновца нашла се у води (Гавриловић Љ., 1981).

Како је записао В. Ђековић (1986), “неповољне метеоролошке ситуације довеле су 1926. године до поплава реке Колубаре и њених притока широких размера. Према казивањима мештана, није се знало где је ток Колубаре, а где осталих притока”. Тада се Колубара излила на целој дужини тока, плавећи целу долину, при чему је дубина воде на инундацијама износила и до 2 m. Ширина поплавленог терена код Обреновца је била око 5 km, а код Ваљева 300 m.

Катастрофалне поплаве изазване изливањем Саве, Колубаре и њихових притока захватиле су простор општине Обреновац и током пролећа 1937. године, а трајале су приближно два месеца (од марта до маја). Велике поплаве на овом простору десиле су се и 1965., 1975., 1981. године.

Поплаве у сливу Колубаре (посебно Обреновац и околина) достигле су велике размере 1981. године. Тада је у време високих водостаја Саве истовремено дошло и до појаве бујичних вода на свим притокама Колубаре и суперпонирања поплавних таласа на реци Колубари. Само на територији Обреновца је поплавлено 20.000 ha пољопривредног земљишта, око 900 стамбених објеката и већи број стамбених и помоћних објеката, а штете су се јавиле на свим објектима комуналне и друге инфраструктуре. Након изградње и побољшања одбрамбених насипа током 80-тих година, ситуација се знатно поправила. Међутим, важно је нагласити да то не значи да није било природних услова за појаву поплава већих размера, јер су се апсолутни максимуми водостаја у сливу Колубаре јављали најпре 1996., а затим и 1998., 1999., 2001., 2004., 2006., 2010. и 2014. године.

Слив реке Колубаре 13.06.1996. године, под дејством екстремних метеоролошких услова био је захваћен пљусковитим падавинама, а њихова тадашња висина измерена на станици Лазаревац (173,6 mm) представља највеће забележене дневне падавине у сливу Колубаре и четврте по реду на читавом простору Србије. Повратни период трочасовних регистрованих падавина на појединим станицама износио је хиљаду година (Вукмировић А., Капор Б., 1999). Овакве метеоролошке прилике условиле су изненадни наилазак таласа великих вода на Колубари и њеним десним притокама, са појавом апсолутног максимума на четири хидролошке станице. На основу плувиографског записа за станицу Ваљево, у-

врђен је интензитет падавина на овој станици. За само тридесет минута пало је 39,4 mm кише, а то је довољан показатељ карактеристика овог ударног пљуска.

Досадашње анализе су показале (Драгићевић С., 2002) да се на већини станица у сливу Колубаре само у току једног дана (30. 07.1999.) може излучити количина падавина која одговара просечној вредности за дати месец. Падавине у облику кише значајнијег интензитета посебно су опасне у зимском периоду, а ако се деси да су у коинциденцији са топлењем снега онда могу изазвати екстремне климатске услове сличне онима на простору слива Колубаре у децембру 1999. године.

На појаву поплава на простору општине Обреновац и изразито повећање годишње количине падавина на свим станицама у 1999. години, највећи утицај су имале кише у летњој половини године, односно у јуну и јулу. Занимљиво је истаћи да су у јулу помануће године количине падавина на појединим станицама биле једнаке половини средње годишње висине падавина за период 1961/90. Другим речима, у јулу 1999. године излучена је половина просечне вишегодишње суме падавина. У Обреновцу само у јулу месецу 1999. године регистровано је 328 mm падавина, а просечна вишегодишња висина падавина за овај град у периоду 1961/90 је 647,2 mm. Значи, у јулу месецу је на Обреновац пало 31 % годишње суме падавина (1999.- 1057,3 mm). На станици Стублине у истом месецу је забележена сума од 236 mm, а средња вишегодишња количина падавина износи 695 mm. Дневне вредности падавина 30.07.1999. године на великом броју станица имале су знатне вредности. У Обреновцу је тога дана измерено 56,1 mm, а 31. јула 58,3 mm. Значи, за два дана пало је 114 mm падавина, а просечна тридесетогодишња вредност за исти месец на овој станици износи 58,5 mm. Другим речима, на већини кишомерних станица само у току једног дана (30. јула) излучена је количина падавина која практично одговара укупној суми за дати месец.

Као и много пута раније, 2001. године је на територији Ваљева, Мионице и Лајковца, Колубара са притокама поплавила 3800 ha и 110 стамбених објеката, као и Казнено поправни завод и Истражни затвор у Ваљеву. Након тога, 2006. године је у општини Обреновац поплављено 3000 ha, 280 стамбених објеката и угрожено 1100 становника.

Поплава у сливу Колубаре током јуна 2010. године захватила је површину 500 ha на територији општине Обреновац, а под водом се нашло 230 домаћинства. Укупна штета је процењена на 370000 евра. Највеће штете је претрпела пољопривредна производња (190000 евра), затим инфраструктура (130000 евра), док су оштећења на грађевинским објектима процењена на 54000 евра.

Поплаве које су погодили слив Колубаре током маја 2014. године биле су велика опомена. Велика површина је поплављена (око 80% територије Обреновца) при чему је евакуисано 25.000 становника; 5.000 људи је привремено смештено у камповима које су оформили Влада и Црвени крст Србије. Тестиране су превентивне мере које смо спровели, спремност да реагујемо, организација спашавања становништва, итд. Иако није лако утврдити шта је све пошло наопако, видели смо да нас очекује много посла. Гледано са позитивне стране, простора за напредак има много, самим тим су многе опције отворене.

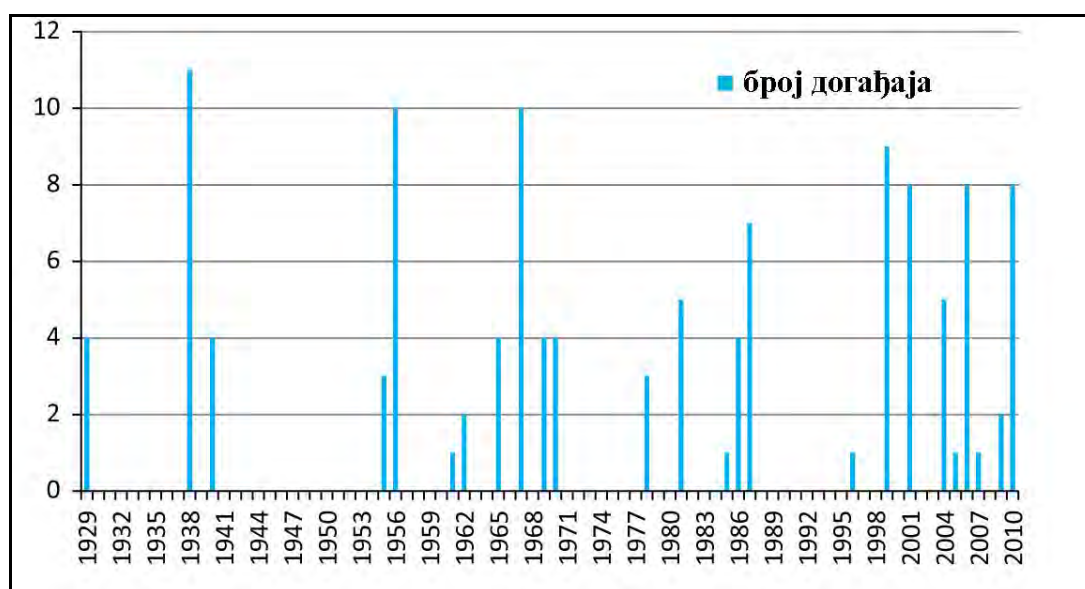
Осим поплава насталих изливањем реке Колубаре, бројни су и примери *бујичних поплава*, односно изливања притока реке Колубаре. Управо овакве поплаве и доводе до бројних проблема, јер су оне генератор бројних последица, па и самог изливања реке Колубаре. Прва забележена бујична поплава у сливу Колубаре односи се на поплаве на рекама Љубостињи, Градцу, Кривишији и горњој Колубари 18. априла 1929. године. У новинама "Време", овај догађај је описан на следећи начин: "*Речица Љубостиња подрива недавно изграђен мост. Река Колубара је појачана бујичним водама њених притока, изашла је из корита и широко поплавила поплавила Ваљево и Бивачко поље. Буји-*

чни ток Кривошија, лева притоке Колубаре, однела је мост. Осим штете на саобраћајној инфраструктури, има много штете на пољопривредним површинама". Река Љубостиња је 2007. године поплавила површину од 50 ha, укључујући 72 стамбена објекта, основну школу и обданиште, одакле је евакуисано 220 деце и 35 запослених.

У јуну 1996. године, апсолутно максимални водостаји забележени су на хидролошким станицама Бели Брод на реци Колубари, Паштрић на реци Рибници и Боговађа на реци Љигу, док је на станици Дражевац регистрован максимални водостај незнатно нижи од вредности апсолутног максимума. Током 13. јуна 1996. године, између 14 и 21 h регистровано је између 85.6–173.4 mm кише на територији Ваљева, Лазаревца, Лајковца и Мионице (Ristić et al., 1997). У сливу Манастирице ($A = 29.5 \text{ km}^2$), на падавинској станици Брежђе регистрована је дневна сума падавина за овај датум од 136.1 mm, а на станици Манастирица 145.5 mm. Максимални ниво воде је достигнут шест и по сати од почетка кише, а три сата од почетка подизања водостаја. На основу методе трагова велике воде, према овим ауторима, реконструисани максимални протицај износио је $Q_{\max} = 154.8 \text{ m}^3/\text{s}$, са повратним периодом од 5000 година, односно вероватноћом појаве од $p = 0.02 \%$, а специфични максимални протицај износио је $5.25 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$. Поплавни талас истог датума догодио се после кишне епизоде истог интензитета ($0.75 \text{ mm}/\text{min}$) и на Рибници ($A = 104 \text{ km}^2$), са реконструисаним максималним протицајем $Q_{\max} = 418.08 \text{ m}^3/\text{s}$ и високим специфичним максималним протицајем $q_{\max sp} = 4.02 \text{ m}^3/\text{s}$ (Ristić et al, 2009).

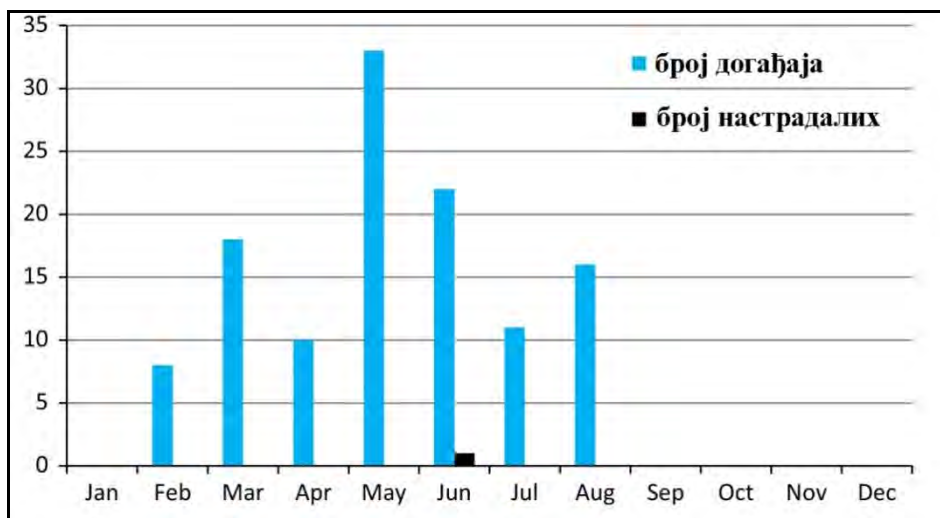
У сливу Тамнаве, честе су поплаве од Тамнаве, Уба и Грачице. Најзначајније поплаве у новијем периоду су се догодиле 1999, 2006 и 2009. године. 1999. године је поплавлено 6000 ha, 480 стамбених објеката и угрожено 2050 становника, а 2006. године 5600 ha и 129 домаћинстава у општини Уб. 2009. године су Тамнава и Уб поплавили 3000 ha и 280 стамбених објеката, а угрожено је било 1100 становника, а веће штете су избегнуте пуштањем воде у рибњак у Докмиру (Студија Черни, 2016).

Током периода 1929-2010. година, на основу података из Инвентара бујичних поплава на територији Србије, у сливу Колубаре се догодила 121 забележена бујична поплава (Petrović et al. 2015). Према броју забележених догађаја бујичних поплава, слив Колубаре заузима 4. место на територији Србије.



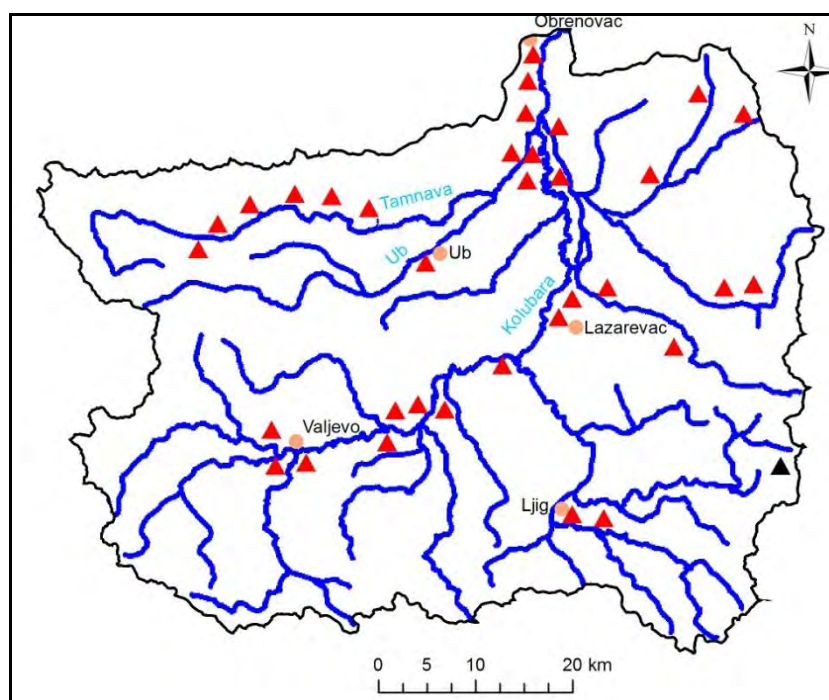
Сл. 46. Распоред забележених бујичних поплава по годинама за период 1929-2010. година (Petrović et al., 2015)

Према годишњој расподели бујичних поплава током анализираниог периода (1929-2010. година), јасно се уочава да број догађаја варира од године до године, а да се највећи број догађаја током једне године десио 1938 (11 забележених бујичних поплава), 1956 (10), 1999 (9).



Сл. 47. Месечна дистрибуција бујичних поплава у сливу Колубаре за период 1929-2010. година (Petrovic et al., 2015)

Ако се анализира број регистрованих догађаја по месецима, уочавају се два значајна пика унутар годишње расподеле. Први максимум поплавних догађаја дешава се у мају (33 или 27.3%) и јуну (22 или 18.2%) у топлијем делу године и секундарни максимум који се јавља у марту (18 или 14.9 %) у хладнијем делу године.



Сл. 48. Локације са катастрофалном материјалном штетом ▲ и настрадалима ▲ у сливу Колубаре као последица бујичних поплава у периоду 1929-2010.

Таб. 28. Дистрибуција регистрованих бујичних поплава у сливу Колубаре по периодима (Petrovic et al., 2015)

Временски период	Број догађаја	Просечно (годишње)	Број настрадалих
1929-1960	32	1	
1961-1990	45	1.5	1
1991-2010	43	2.2	

Фреквентност јављања бујичних поплава у истраживаном периоду показује изразито повећање, јер је број регистрованих поплава (бујичних догађаја) током последњег периода (1991-2010) дуплиран у односу на стање током периода (1929-1960), док је и у међупериоду (1961-1990) уочено повећање. Током последњег периода, просечно се јављало 2.2 бујичне поплаве годишње. Ово повећање броја бујичних поплава је објашњено као последица повећања фреквентности и интензитета екстремних климатских дешавања у сливу Колубаре, односно чешћој појави интензивних падавина.

Таб. 29. Дистрибуција бујичних поплава по субсливовима слива Колубаре за период 1929-2013. година

Слив	Број догађаја
Градац	5
Обница	7
Јабланица	7
Тамнава	13
Уб	8
Колубара	16
Љиг	5
Пештан	7

На основу приказа података и забележених бујичних поплава по субсливовима, уочава се да нису све поплаве детаљно обрађене и разврстане по субсливовима. То је посао који мора бити урађен, пре свега због правилне процене ризика од ове природне непогоде.

5.2. Фактори настанка поплава у сливу Колубаре

Анализа природних услова у сливу Колубаре недвосмислено је показала да је овај простор својим геоморфолошким и хидролошким карактеристикама предиспониран за појаву већег броја природних непогода. Од свих непогода, територији слива је најугроженија поплавама, клизиштима и сеизмичком активношћу. Сваки од наведених природних хазарда може условити знатна оштећења саобраћајне инфраструктуре, а у овом делу анализе, акценат је стављен на угроженост поплавама.

Вертикална рашчлањеност рељефа, нагиби терена и ексцесивност (неравномерност) протицајних вода, јасно показују угроженост слива поплавама. Анализе протицаја на профилу Б. Брод показале су велике осцилације протицаја током сезона и на годишњем нивоу, а с обзиром да је овај хидролошки профил постављен на делу слива коме гравитирају и бујичне воде, онда се њима мора посвети и посебна пажња.

Међу нашим рекама Колубара је вероватно најлепши, школски пример стицања готово свих услова за честе и велике поплаве. Они се могу анализирати почев од облика слива и коефицијента пуноће (0,79) који је веома редак у природи, положаја и орографије који су на удару влажних ваздушних маса са северозапада, знатне обешумљености и бујичарских карактеристика многих притока, литолошких и педолошких својстава у горњем делу слива, слабе ретенционе моћи и фаворизовања површинског отицаја, људских активности при ископавању угља и премештању речних токова, итд.

Сви поменути, као и локални фактори у појединим субсливовима, доводе до тога да Колубара има неповољан водни режим. Он се огледа у ексцесивности отицајних вода, при чему су поводњи нагли, изразити и краткотрајни, а мале воде дуготрајне и сваке године се приближавају биолошком минимуму. Као показатељ неповољних отицајних особина обично се узима однос апсолутних екстремних протицаја који Колубару сврстава у сам врх међу нашим рекама (сличних површина). Са максималним протицајем у Дражевцу који прелази $1260 \text{ m}^3/\text{s}$ и минималним око $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ тај количник је око 2100, док је у Ваљеву чак 3400. На основу досадашњих анализа (Dragicevic et al., 2016) јасно је потврђено да се под утицајем екстремних хидролошких услова за два месеца из слива Колубаре може евакуисати 70% укупног годишњег проноса суспендованог наноса.

У овој релацији је много динамичнији делилац ($Q_{a \text{ min}}$), тако да његовом малом променом количник значајно расте (смањењем на 0,3, што није неочекивано као нпр. дуплирање највиших вода на $1400 \text{ m}^3/\text{s}$, количник расте на 2400). Зато је можда боље уместо апсолутних вредности користити карактеристичне протицаје (одређени повратни период). Односом стогодишње велике воде (1%) и просечног годишњег протицаја (период 1946-91.) Колубара у Ваљеву има вредност 83, а у Словцу 36. И док реке њеног ранга значајно смањују овај количник повећањем површине, он се до Дражевца задржава на истом нивоу иако се површина повећала више од 3,5 пута. Томе су највише допринеле притоке чија су ушћа у доњеколубарском басену, а сливови претежно бујичарских особина (Љиг, Пештан, Турија, Тамнава са Убом). Од сливова сличне површине ($3000\text{-}4000 \text{ km}^2$), Лим (Пријепоље) има овај количник 15, Западна Морава (Гугаљски Мост) 23, Јужна Морава (Грделица) 27, Нишава (Б. Паланка) 20, итд. Колике могу бити ове вредности на мањим рекама показују подаци из Горње Колубаре. На Градцу стогодишње велике воде премашују средње 55 пута, на Обници 130 пута, на Јабланици 160 пута а на Рибници чак 220 пута ($268:1.22 \text{ m}^3/\text{s}$) (Водоприв. основа Србије, 1996).

Један од узрока оваквих дешавања у сливу Колубаре лежи и у односу површинског и подземног отицаја. Знатно веће учешће првог показатељ је слабе дренажне и ретенционе моћи слива, односно његових бујичарских карактеристика. Иако се много дужи део године река прехрањује само из издани, у Дражевцу тек једна трећина вода потиче из ње, док је узводно нешто боља ситуација (35-43 %). По истом показатељу најлошије стање је у сливовима Пештана, Љига и Тамнаве (до 30 %), а најповољније у Јабланици и Градцу (преко 40 %) (Оцокољић М., 1993/94). Према до сада написаном би се чинило да Колубара спада у водне реке, међутим на ушћу је њен коефицијент отицаја само 25 %, а специфични отицај $5,8 \text{ l/s/km}^2$. У Словцу је то 35 % и $9,5 \text{ l/s/km}^2$ (Горња Колубара), док је под утицајем великог испаравања у Доњој Колубари отицај представљен са $4,4 \text{ l/s/km}^2$ (међуслив Словац-Дражевац).

На основу извршених анализа плувиометријског и хидролошког режима, потпуно је јасно да су поплаве у сливу Колубаре најчешће условљене комбинованим деловањем директних и индиректних фактора. Деловање директних фактора већ је објашњено, а као што се може видети манифестује се наглим отапањем снежног покривача, излучивањем падавина у облику кише великог интензитета, а не ретко и коинциденцијом оба фактора. Посебан предмет анализе свакако захтевају индиректни узроци поплава, од којих су најважније морфолошке одлике терена и начин коришћења земљишта. Разма-

трање хипсометријских, морфометријских и геоморфолошких карактеристика представља неопходну основу за анализу природних услова и доминантних фактора за појаву поплава на истраживаном простору. Дакле, да би се добила представа о карактеристикама посматраног терена, урађена је хипсометријска карта слива, као и карта нагиба терена. Осим хипсометријских, важне су и морфолошке карактеристике простора. У хидролошком смислу, слив Колубаре је округластог облика, а то подразумева брзо сливање атмосферских вода у главну реку, што за последицу има нагли пораст водостаја и протицаја. Међутим, сходно томе којом брзином је настао, поплавни талас се одликује и кратким временом задржавања.

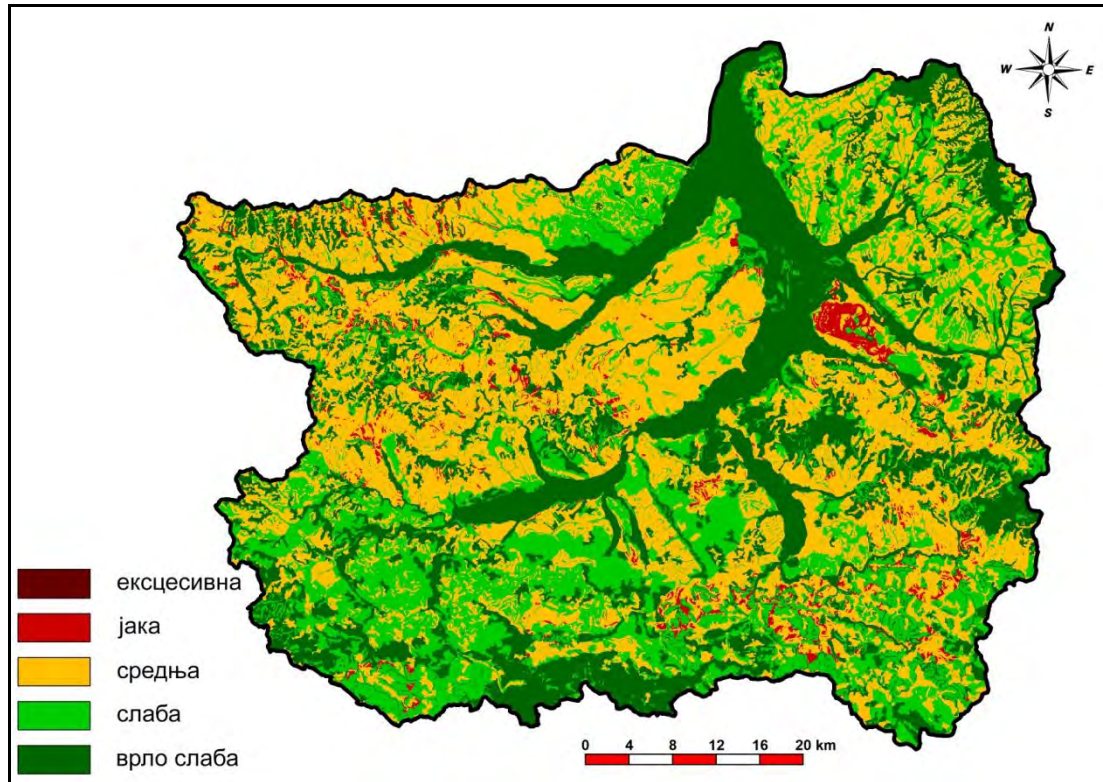
Бујичне поплаве у сливу настају као последица интензивних падавина или наглог отапања снежног покривача, а одликују се брзим формирањем бујичних таласа. Основна карактеристика ових таласа је вода засићена великим концентрацијама наноса, кратко трајање и велике штете. За разлику од средњих и великих водотока на којима је трајање великих вода продуженог интензитета, што омогућава правовремено реаговање и заштиту од поплава, код бујичних водотока је потпуно другачија ситуација. Због велике брзине формирања и наиласка поплавног таласа, мало је времена за превентивно деловање (практично онемогућена редовна одбрана, већ се одмах ступа у фазу ванредне одбране од поплава), па је мониторинг посебно значајна мера заштите од бујичних поплава. Њихова појава је везана за бујичне водотоке, чија је основна карактеристика специфичан хидролошки и псамолошки режим (режим наноса). Као резултат продукције наноса у сливу јавља се његово премештање од вододелнице ка водотоку и даље транспортовање хидрографском мрежом. Основна карактеристика бујичних токова је незнатна количина воде у већем делу године, али велики протицаји после интензивних падавина. У том периоду они постају двофазни, односно осим воде (течна фаза) транспортују и велике количине наноса (чврста фаза), што повећава ризик изливања воде из корита.

Бујичне поплаве су тесно повезане са интензитетом и просторним распоредом ерозионих процеса у горњем делу слива Колубаре. Због наведеног, од велике је важности приказати рецентно стање интензитета ерозије, јер он представља фактор продукције и транспорта наноса кроз корита бујичних водотока, али и услов затрпавања пропуста, настанак поплава и оштећења саобраћајне инфраструктуре.

У сливу Колубаре могуће је издвојити различите облике настале деловањем водне ерозије: нееродирано земљиште, површинска ерозија, браздаста ерозија, коју чине слабије и јаче браздаста ерозија, као и јаружаста, односно слабије и јаче јаружаста ерозија. Овај процес је распрострањен на читавој површини слива Колубаре, али је његов интензитет различит у зависности од доминантности фактора који га одређују. Карта ерозије приказује распрострањеност ерозионих процеса, односно угроженост и деградираниост истраживаног простора ерозијом. У еволуцији процеса ерозије земљишта, најпре долази до ламинарног преношења ситног материјала (растресите ситне честице, шљунак и ситнија дробина) и то траје све док вода има малу брзину. Овај вид денудације карактеристичан је за просторе око вододелница, односно за саме почетне делове падина. На самом почетку процеса одношење је слабо, дезорганизовано, веома ниског интензитета. Покренути материјал вода преноси ка подножју падина и на том путу долази до повећања његове брзине кретања, а самим тим и до пораста кинетичке енергије самог материјала. Са повећањем кинетичке енергије долази до формирања линијских облика денудације, појачава се и убрзава интензитет и одношење читавог земљишта. Ако се анализира еволуција облика линијског спирања, онда се на почетку процеса најпре могу уочити некоординирани млазеви воде који стварају кривудава каналиће, а даљом еволуцијом процеса стварају се све изразитији облици формиранли линијским кретањем воде: браздице, базде, вододерине и јаруге. Доспевањем до водотокова као основних

елемената доње ерозивне базе, еродовани материјал модификује механички и акумулативни флувијални процес, формирањем различитих облика флувијалног рељефа.

Због разноврсности облика и површине коју захвата на простору слива Колубаре, процес ерозије земљишта (денудације) се с пуном оправданошћу може уврстити у доминантне геоморфолошке процесе на истраживаном простору.



Сл. 49. Карта интензитета ерозије у сливу Колубаре

Таб. 30. Категорије ерозије и коефицијент ерозије (Z) за подручје слива реке Колубаре

Категорија ерозије	km ²	%
Екседивна ерозија	0.07	0.002
Јака ерозија	91.80	2.52
Средња ерозија	1465.77	40.29
Слаба ерозија	948.59	26.07
Врло слаба ерозија	1132.21	31.12
Укупно	3638.44	100.00

$$Z_{sr} = 0,35$$

Заступљеност ексесивне (I) и јаке (II) категорије ерозије је мала, иако је присутна на стрмијим деловима слива, али су најзаступљеније површине захваћене процесима средње (III), слабе (IV) и врло слабе (V) категорије ерозије. Овакво стање умногоме објашњава честу појаву поплава на територији слива Колубаре, односно карактеристике површинског отицаја. Према подацима коефицијената и категорија ерозије, ерозивни процеси у сливу Колубаре припадају слабој ерозији ($Z_{sr} = 0,35$), односно четвртој категорији разорности. Наиме, више од половине слива (57,2%) се налази у категорији врло

слабе и слабе ерозије, али је и категорија средње ерозије геопросторно веома заступљена. Заступљеност категорије средње ерозије је везана за делове слива Колубаре са израженом вертикалном рашчлањеношћу рељефа, на знатнијим нагибима терена, а уједно и у деловима где је количина падавина изнад просека за слив Колубаре. Овакв распоред категорије средње ерозије даје јој могућности за генерисање, односно продукцију наноса која ће појачати бујичне карактеристике постојећих водотока

На основу урађене карте ерозије у сливу Колубаре, уочава се да је распоред интензитета ерозивних процеса сагласан са заступљеношћу литолошких јединица у анализираном сливу. На просторима са израженом средњом, јаком и ексцесивном ерозијом доминирају неогени седименти, који представљају потенцијално веома плодне обрадиве површине, па је и њихова искоришћеност (обрађеност) у сливу максимална. Оваква врста подлоге обезбедила је потребне услове и омогућила становништву доминантну делатност у примарном сектору, па се на тај начин створила узајамна условљеност ерозивних процеса природним и друштвеним факторима. Овај пример недвосмислено показује неопходност комплексног анализирања свих фактора који одређују интензитет ерозивних процеса. Овакво тренутно стање на терену показује да и благо дисецирани терени, са малим угловима нагиба могу бити изложени интензивним ерозивним процесима. Насупрот томе, терени са изразитом дисекцијом рељефа (југозападни и јужни делови слива) на којима се јавља и максимална количина падавина у сливу тренутно нису захваћени снажнијим ерозивним процесима (карбонатне стене и простори са вегетацијом бољег склопа). Међутим, то никако не значи да у одређеном времену, услед промене одређених услова (антропогени фактор, акциденти) они неће испољити свој ерозивни потенцијал. Као пример се може узети југоисточни део слива Љига са доминантним површинама под флишом. Тренутно стање на терену иде у прилог чињеници да на овим теренима постоји слабија ерозија. Уколико би се уништио шумски покривач (било сечом или пожаром) читав овај простор би сасвим сигурно био захваћен веома снажним ерозивним процесима, вероватно ексцесивног карактера.

На основу анализе квантитативних геоморфолошких карата може се запазити да југозападни, јужни и југоисточни делови слива Колубаре имају најизраженији потенцијал ерозије, док северни део слива, као и делови уз речне токове представљају области очекиване акумулације материјала. Ово је веома важан показатељ погодности терена за појаву ексцесивне ерозије. Постојање знатних углова нагиба у теренима са појачаним потенцијалом ерозије повећава вероватноћу очекиване угрожености ових делова слива. Тренутно стање на терену показује да су ови терени покривени шумском вегетацијом, при чему преовлађују листопадне шуме. Због таквог садашњег стања у потенцијално угроженим деловима слива доминира 0,2 и 0,3 вредност коефицијента ерозије.

Дакле, анализом физичко-географских карактеристика слива Колубаре нису уочене изразитије промене у односу на период када је рађена Карта ерозије СР Србије. На основу обсервације периода 1961-2010., може се рећи да су одређене промене климатско-хидролошких карактеристика слива (екстремност падавина). Међутим, настале промене нису значајнијег интензитета и не разликују се битније од просека за период 1961-90. Интензитет ерозивних процеса у сливу Колубаре осим постојеће зависности од физичко-географских фактора у највећој мери је одређен антропогеним утицајем, односно начином коришћења земљишта. Све уочене промене у већем делу слива Колубаре су антропогеног карактера (антиерозивне мере, депопулација, смањивање или повећавање % пољопривредних површина, експлоатациона поља лигнита, итд.) и оставиле су значајан утицај на интензитет процеса ерозије.

Према Тумачу Карте ерозије (1983), средњи коефицијент ерозије за слив Колубаре износио је 0,394, а рецентно стање интензитета процеса указује да је дошло до смањивања његове вредности. Картирањем ерозивних процеса уочене су одређене промене у

начину коришћења земљишта, јасно изражене уочљивим затрављивањем некадашњих обрадивих површина. Велики број напуштених сеоских домаћинстава с једне стране, али и необрађеност и запуштеност окућница с друге стране, покренули су питање могућих демографско-социјалних промена на проучаваном терену (процес напуштања села).

Осим тога, у сливу Колубаре су од 1970-те године изведени бројни радови на уређењу бујичних токова и заштити од ерозије. Технички радови су изведени на уређењу и регулацији реке Колубаре кроз Ваљево, река Љиг, Лукавица, Топлица, Јабланица, Градац и другим. Значајан део изведених радова на уређењу бујица је урађен за заштиту Железничке пруге Београд - Бар која пролази преко територије слива. За биолошке и биотехничке радове треба рећи да су они у прошлости били веома заступљени у овом простору, а да сада корисници тих површина и не знају који су све радови урађени. Када се спомену биолошки радови, најпре се помисли да је у питању само пошумљавање терена, а у ствари је то скуп разних биолошких и биотехничких радова који се временом потпуно уклопе у природу и тешко их је издвојити као посебну целину. На овом подручју су спроведене и друге противерозионе мере које су дале изванредне резултате и потпуно промениле стање ерозије и бујичности токова. Дакле, претходних деценија слив Колубаре је био предмет различитих антиерозивних радова и мера, као и значајним обимом радова за уређење бујичних токова. Међутим, услед изостанка одржавања и примене нових радова на уређењу слива, постојећи објекти су изгубили своју функцију, а стање сливова у погледу заштите од ерозије и бујица је прилично лоше. Наиме, у последњих тридесет година урађен је одређен број пројеката противерозионе заштите за поједине сливове, али је мало пројектованих радова изведено.

Садашње стање ерозије у сливу реке Колубаре, након спровођења наведених радова и мера, знатно је побољшано, али не у потребној мери. Као доказ могу нам послужити неуједначености речног режима Колубаре и притока, велика количина наоса у коритима водотока, као и њихово често изливање из корита.

У циљу уврђивања степена бујичности различитих водотока у сливу Колубаре, приступило се израчунавању предиспонираности неке територије на појаву бујичних поплава. Метод који је коришћен за одређивање ове појаве је *Flash Flood Potential Index* (FFPI).

5.3. Методе процене ризика од поплава у сливу Колубаре

Путеви I и II реда у сливу реке Колубаре угрожени су од две врсте поплава:

- поплаве од већих (алувијалних) водотока - Колубара и њене веће притоке
- бујичне поплаве.

Дефинисање угрожености неког подручја од поплава зависи од тога да ли имамо податке о протицајима воде у водотоку у дужем периоду (хидролошки изучен слив) или се ради о сливу (сливовима) за које немамо мерених података о протицајима воде (хидролошки неизучени сливови).

Ако се ради о хидролошки изученим сливовима дефинисање угрожености од поплава се ради израдом карата плавних зона. Процес утврђивања плавних зона се може поделити на 4 корака: прикупљање и припрему улазних података – подлога (хидролошких, хидрауличких, топографских и геодетских), израду и/или дорада дигиталног модела терена, хидрауличког прорачуна и финалну анализу свих добијених резултата и израду граница плавне зоне.

У Србији перманентна мерења (мониторинг) протицаја воде се врши само на већим рекама, док се на мањим бујичним водотоковима мониторинг врши ретко и то временски ограничено у оквиру неких пројеката.

У случају слива Колубаре угроженост путева I и II реда, од поплава већих водотокова (Колубара, Тамнава, Уб, Обница) одређивана је на основу дефинисаних плавних зона, док је угрженост од бујичних поплава вршена применом методе *Flash Flood Potential Index (FFPI)* (Метода индекса потенцијалних бујичних поплава).

5.4. Flash Flood Potential Index (FFPI)

Метод који је коришћен за одређивање предиспонираности слива Колубаре на појаву бујичних поплава је *Flash Flood Potential Index (FFPI)*. Структура и текстура земљишта су особине које одређују задржавање и инфилтрацију воде. Нагиб и геометрија слива одређују брзину и концентрацију отицаја. Вегетација и структура крошњи уједначавају доспевање падавинских вода на подлогу. Начин коришћења земљишта, а нарочито урбанизација, имају значајну улогу у инфилтрацији воде, концентрацији и понашању отицања. Заједно, ове донекле статичне одлике, пружају информацију о могућности појаве бујица на одређеном простору (Smith, 2003). Израчунавање FFPI се врши према формули (Smith, 2003):

$$FFPI = \frac{a_1 \cdot M + a_2 \cdot S + a_3 \cdot L + a_4 \cdot V}{\sum_{n=1}^4 a_n}$$

где је M – коефицијент нагиба терена, S – коефицијент типа земљишта, L – коефицијент начина коришћења земљишта, V – коефицијент густине вегетације, а a_n – тежински коефицијенти ових параметара. Вредности коефицијената параметара се крећу у распону од 1 до 10 (од најмање подложног појави бујица, до најположнијег). Што се тежинских коефицијената тиче, свим параметрима додељена је вредност 1. То значи да у овом случају формула гласи:

$$FFPI = \frac{M + S + L + V}{4}$$

Коефицијент нагиба терена се рачуна тако што се на основу дигиталног модела висина (DEM) израчуна нагиб терена, изражен у процентима, а затим се примени формула:

$$M = 10^{n/30}$$

где је n – нагиб терена у %. Уколико је $n \geq 30\%$, онда је увек $M = 10$.

Коефицијент типа земљишта се добија тако што се одеђеним типовима земљишта додељују коефицијенти од 1 до 10, на основу њихових одлика које су од значаја за настанак и развој бујичног процеса. Подаци о земљишном покривачу слива Колубаре добијени су дигитализовањем садржаја са педолошких карата.

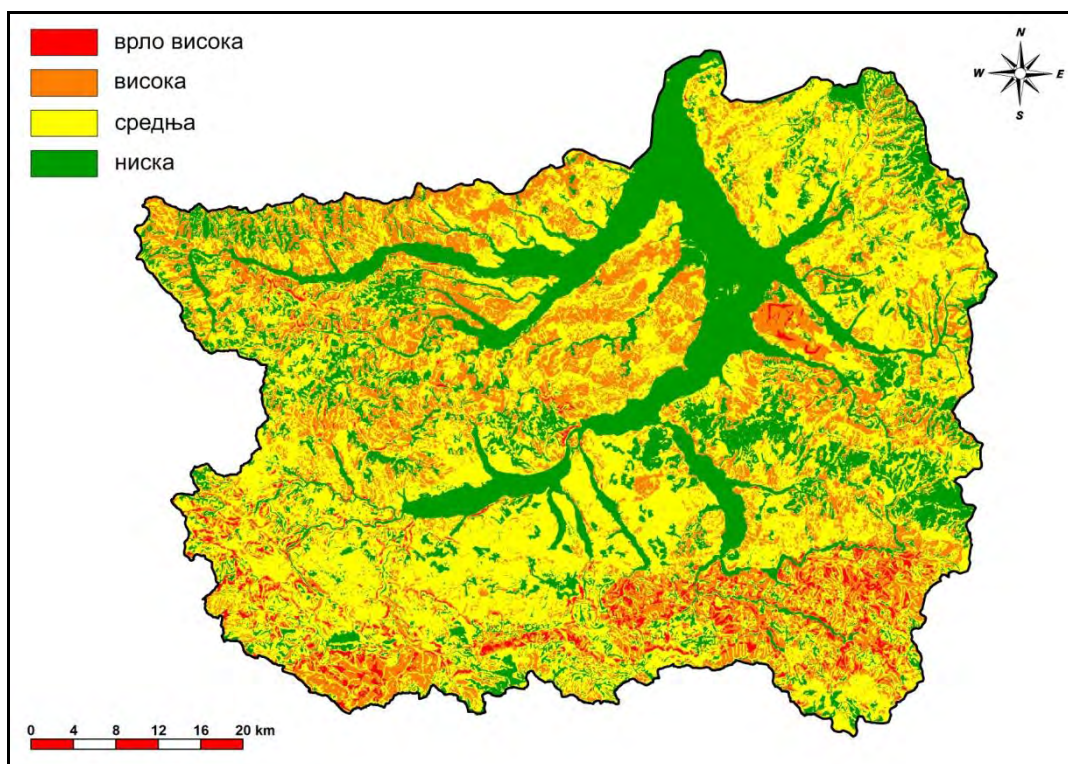
За израчунавање коефицијента начина коришћења земљишта основу су представљале CORINE Land Cover класе, којима су додељиване вредности од 1 до 10, у зависности од карактеристика значајних за настанак и развој бујичног процеса. Коефицијент густине вегетације добијен је анализом мултиспектралних снимака са сателита LANDSAT 8, односно израчунавања BSI (*Bare Soil Index*) индекса за истраживани простор, који се рачуна по формули:

$$BSI = \frac{(SWIR+R)-(NIR)}{(SWIR+R)+(NIR)} + 1$$

где је SWIR – вредност на спектралном каналу из краткоталасног инфрацрвеног дела спектра, NIR – вредност на спектралном каналу из блиског инфрацрвеног дела спектра, R – вредност на спектралном каналу у из црвеног дела спектра, а B – вредност на спектралном каналу из плавог дела спектра електромагнетног зрачења. С обзиром на то да се вредности коефицијента густине вегетације крећу у распону од 1 до 10, одређена је зависност између вредности BSI и коефицијента густине вегетације и добијена је формула:

$$V = 6,597 \cdot \ln(BSI) + 7,118$$

Затим је на основу анализе добијених вредности FFPI извршена класификација резултата на четири класе, сходно степену подложности бујицама. Добијени резултати показују могућност настанка, односно предиспонираности терена за настанак бујица, при одговарајућим природним условима. Да ли ће заиста бити тако, зависи од великог броја фактора, па се због тога говори о предиспонираности, односно подложности простора за настанак и развој ове непогоде. На основу овога анализиран је просторни распоред вредности FFPI у сливу, да би на основу њега, одлика самих водотока и укупне закривљености простора, била извршена класификација водотока који угрожавају саобраћајнице на 4 класе, које представљају могућност појаве бујичних поплава на њима под одговарајућим условима.



Сл. 50. Подложност (предиспонираност) терена за настанак бујица у сливу Колубаре

Након класификације добијених вредности FFPI утврђено је да је класа врло високе подложности заступљена на 83,22 km², односно на 2,29% површине слива реке Колубаре, а високе на 816,37 km², што представља 22,44% његове укупне површине. Ово нам показује да је 25% слива Колубаре веома подложно настанку бујица и овај податак

треба озбиљно узети у разматрање. Класа средње подложности заузима 49,92%, а ниске 26,36% укупне површине слива (табела 31).

Анализом добијених резултата закључује се да је бујицама у сливу Колубаре најподложнији слив реке Љиг. Површине најподложније бујицама у сливу Љига су оне на теренима већих нагиба, где је земљиште лошије структуре (дистрични камбисол, ранкер и литосол на флишу, еутрични камбисол, итд.), а некада бујна шумска вегетација искрчена и замењена насељима и пољопривредним површинама, на којима се у већини случајева не примењују адекватне агротехничке мере.

Таб. 31. Површине угрожене стогодишњим, хиљадугодишњим поплавама, као и површине плављене током поплава из маја 2014. године у сливу Колубаре

Поплава	Површина[km ²]	Удео у укупној површини [%]
Q 1%	208.33	5.73
Q 0,1 %	307.60	8.45
2014	301.16	8.28

Таб. 32. Дужине саобраћајница по категоријама које се налазе у зонама угроженим стогодишњим поплавама, као и поплавама повратног периода између 100 и 1000 година

Категорија	Дужина у Q 1% [km]	Дужина у Q 0,1-1% [km]
Іб	5.56	20.80
Па	17.08	10.36
Пб	5.40	5.51
укупно	28.04	36.67

Таб. 33. Површине класа угрожености бујичним поплавама према FFPI методи у сливу Колубаре

FFPI класе подложности	Површина [km ²]	Удео у укупној површини [%]
врло висока	83.32	2.29
висока	816.37	22.44
средња	1779.80	48.92
ниска	958.95	26.36
укупно	3638.45	100.00

У табели 31 приказане су површине у сливу Колубаре које су биле поплављене поплавама 2014 године, површине које би биле поплављене стогодишњим и површине које би билем поплављене хиљадугодишњим водама. Ово се односи на поплаве великих водотока. Уочава се да је поплава из 2014 године по поплављеним површинама била близу поплави хиљадугодишње воде. У табели 32 дате су дужине путева по категоријама које угрожене поплавама вероватноће појаве 1% и 0,1%. У случају поплаве изазване стогодишњом водом било би поплављено укупно 28,04 km, а у случају хиљадугодишње воде поплава би захватила укупно 36,67 km путева различитих категорија.

У табели 33 приказане су површине угрожене од бујичних поплава разврстаних у 4 класе: врло висока угроженост 2,29 % од површине слива Колубаре, висока угроженост 22,44%, средња угроженост 48,92% и ниска угроженост 26,36 % од површине слива. Видимо да је око 25% од површине слива Колубаре под високим и врло високим ризиком од бујичних поплава. У овој табели није било могуће да се прикаже колика дужина путева је угрожена бујичним поплавама. Због тога је то приказано по површини на картама подложности бујичним поплавама и на друге две карте су приказане локације укрштања путева и бујичних токова и класа угрожености од бујичних поплава на тим локацијама. Укупно су на картама и у табели 36 приказане 523 локације са следећим класама угрожености (према вредности FFPI индекса):

- врло висока угроженост 24 (4,59%) локација укрштања
- висока угроженост 280 (53,54%) локација
- средња угроженост 190 (36,33%) локација
- ниска угроженост 29 (5,54%) локација .

Према томе ако се гледа по броју локација пропуста око 58% локација припадају класама висока и врло висока. Таква је слика гледано са аспекта природних услова за појаву бујичних поплава које би угрозиле путеве. Када се ризику од природе дода ризик који је изазвао човек својим чињењем или нечињењем (засутост пропуста, обрасло вегетацијом и др. ризик од бујичних поплава се повећава. При садашњем стању пропуста и мањи протицаји бујичних токова, односно и мањи поплавни таласи не би могли да се евакуишу преко пропуста већ би преплавили пут и код јачег наиласка поплавног таласа ропуст би вероватно био оштећен, пут прекинут и слично.

Посебан ризик представљају локалитети где је водоток близу ивице пута и постоји опасност да неки већи поплавни талас поткопа обалу и однесе део пута. Таква опасност је уочена на следећим локалитетима:

- пут Ваљево - Осечина - Лозница (бр. 27 – ИБ реда), угрожена лева обала реке Обнице и пут на обали, код КП Дома у Ваљеву. Део пута је био однет маја 2014, извршена је поправка, али је ту угрожена цела кривина у дужини око 1 км. Институт "Јарослав Черни" је урадио пројекат за комплетну регулацију те деонице и треба што пре да се она изгради.
- на деоници испред ушћа реке Качер у Љиг (идући од Београда, пут број 22 – ИБ реда) десна обала реке Љиг је угрожена од поткопавања и угрожен је сам пут.
- на путу бр. 22 – ИБ реда уз реку Драгобиљ, угрожена је десна обала реке од поткопавања те је угрожен и пут на деоници са координатама: од 7454838 ; 4891107 до 7455029 ; 4890107.
- на путу бр. 22 – ИБ реда, река Драгобиљ угрожава пут на локацији са координатама : 7456368 и 4889567
- на путу бр. 22 – ИБ реда, река Драгобиљ угрожава пут на локацији са координатама : 7 444 644; 4 894 951.

Имајући у виду да се последњих деценија код нас кишне падавине све чешће излучују у виду интензивних киша краћег трајања, затим природне карактеристике слива Колубаре, које су напред описане и анализе FFPI индекса може се закључити да на сливу Колубаре постоје реална угроженост од бујичних поплава. Тој угрожености свакако доприноси и неодржавање пропуста на местима укрштања бујичних токова и путева. Анализа плавних зона такође указује на реалну опасност од поплава већих размера, када ће, поред осталог, бити угрожени и путеви, поготову у долинама већих река.

6. ЕВИДЕНЦИЈА МЕСТА НА ПУТНОЈ МРЕЖИ УГРОЖЕНИХ ПОЈАВОМ ПОПЛАВА

6.1. Постојећа путна инфраструктура у сливу Колубаре

На територији слива развијена је мрежа државних путева I и II реда. Окосницу саобраћајне мреже чине путеви IB реда, IA реда и IB реда. Пут IA реда је у изградњи. Ниже се даје списак путних праваца наведене категоризације у сливу Колубаре.

IA - реда:

2. Београд-Обреновац-Лајковац-Љиг-Горњи Милановац-Прељина-Чачак-Пожега

IB - реда:

бр. 21: Нови Сад-Ириг-Рума-Шабач-Коцељева-Ваљево-Косјерић-Пожега-Ариље-Ивањица-Сјеница;

бр. 22: Београд-Љиг-Горњи Милановац;

бр. 26: Београд-Обреновац-Шабач-Лозница;

бр. 27: Лозница-Осечина-Ваљево-Лајковац-Ћелије-Лазаревац-Аранђеловац-Крчева-Топола-Рача-Свилајнац;

IIA-реда:

бр. 141: Дебрц-Бањани-Уб-Новаци-Коцељева-Шабачка-Каменица-Доње Црниљево-Осечина-Гуњаци-Пецка-Љубовија;

бр. 142: Драгиње-Шабачка Каменица-Ваљевска Каменица;

бр. 143: Причевић - Пецка

бр. 144: Обреновац-Стублине-Уб-Словац;

бр. 145: Стублине-Бргуле- Липњак- Јабучје-Лајковац;

бр. 146: Уб-Липњак;

бр. 147: Липовачка шума- Барајево- Дучина- Младеновац- Смедеревска Паланка-

.....

бр. 148: Барич-Мислођин-Степојевац-Велики Црљени-Јунковац-Сибница-Дучина;

бр. 150: Ђуринци—Сопот- Аранђеловац- Белановица- Љиг- Мионица-Дивци

бр. 170: Ваљево-Поћута-Дебело Брдо-Рогачица-Б. Башта-Калуђерске Баре-Кремна;

бр. 175: Жупањац-Боговађа-Мионица-Брежђе-Дивчибаре-Каона;

бр. 176: Осеченица – Ваљево;

IBB - реда

бр. 327: Дружетић (веза државним путем 21) – Јошева- Ваљевска Каменица

бр. 328: (веза државним путем 21) – Гола Глава- Ваљево

бр. 329: (веза државним путем 21) - Осладић- веза са државним путем 142

бр. 338: Ваљево-Лелић-Варда

бр. 340: Велико Поље-Грабовац, Новаци-Памбуковица-Слатина;

бр. 341: Уб-Памбуковица, веза са државним путем 21

бр. 342: Уб-Попучке

бр. 344: Дражевац-Мељак- Барајево- Раља

бр. 357: веза са државним путем 22- Кадина Лука- Славковица- Рајац

бр. 358:Кадина Лука- Срасла Буква

бр. 361: Лајковац-Боговађа – Љиг -Горњи Милановац;

бр. 362: Маљевић-Латковић-Дудовица-Лазаревац;

бр. 363:Велики Црљени-Вреоци-Крушевица;

бр. 364: Лазаревац- Брајковац- Белановица- Рудник

бр. 365: Сибница-Венчане-Партизани-Белановица.

6.2. Евиденција места угрожених поплавама и бујичним поплавама

У циљу евиденције места на путној мрежи која су угрожена поплавама, извршен је обилазак путне мреже и регистровани су пропуси и мостови, као и њихово стање са аспекта протицајног профила и евентуалне засутости наносом или неким другим материјалом. Евиденција места угрожених поплавама већих река извршена је на основу плавних зона за максималне протоке водотока повратног периода 100 и 1000 година (у прилогу карта бр. 8) и табеле бр. 34-37. Плавне зоне су преузете са сајта ЈВП "Србија-Јавода", "Студија унапређења заштите од вода у сливу реке Колубаре", Институт "Јарослав Черни", 2016.

Евиденција угрожености од бујичних поплава рађена је на основу вредности FFPI индекса. Регистровани су локалитети укрштања бујичних токова са путном мрежом. На основу вредности тог индекса сви локалитети су разврстани у 4 категорије: врло висока, висока, средња и ниска потенцијална могућност за бујичне поплаве. Поред тога додатни ризик од бујичних поплава су пропуси и мостови на тим водотоковима у зависности њихове пропусне моћи и од тога да ли је њихов протицајни профил слободан или је засут наносом.

Локалитети угрожени поплавама како од поплава већих водотока, тако и од бујичних поплава дате су у табелама 28-31 и на картама.

Поред ризика од поплава већих водотока и бујичних поплава који је резултат природних карактеристика терена, величина ризика од бујичних токова се повећава услед више фактора:

- неуређености корита бујичних токова у зони укрштања са путевима ,
- нефункционалности пропуста због засутости ерозионим наносом и разним антропогеним отпадом,
- смањења протицајног профила пропуста услед провлачења разних цеви, кроз пропуст, остатака разних конструкција у пропуста и тд.
- зараслости корита бујичних токова узводно и низводно од пропуста .

Рекогносцирањем на терену, констатовали смо да преко 90 % пропуста од постојећих има неки од ових недостатака или више њих. Стиче се утисак да годинама нико није ништа урадио да се стање поправи, а пропуси прочисте. То се може видети на приложеним фотографијама (Фото 1-6). Једино на путном правцу Лазаревац-Аранђеловац (пут бр.27) на свим пропустима и мостовима стање је задовољавајуће.

Таб. 34. Деонице путева угрожене стогодишњим поплавама.

Категорија	Деоница		Дужина [m]	од X	од Y	до X	до Y
ІБ	Причевић	Ваљево (Гола Глава)	0.3	7410104	4902915	7410104	4902915
		Ваљево (Брежђе)	73.6	7414422	4903369	7414414	4903296
	Коцељева	Коцељева (Новаци)	449.2	7406534	4926308	7406826	4925985
	Жупањац	Дудовица	464.3	7437858	4910245	7437958	4910089
				7437967	4910073	7438013	4909995
				7439295	4908311	7439450	4908205
	Лајковац	Ћелије	287.7	7436083	4913989	7436342	4913868
	Ћелије	Жупањац	926.3	7436617	4911425	7437341	4910849
	Дудовица	Пољанице	42.4	7441511	4899345	7441486	4899311
	Лазаревац (Ибарски пут)	Лазаревац	230.8	7440521	4915981	7440524	4915975
				7440554	4915935	7440726	4915854
				7441536	4915093	7441564	4915109
	Степојевац (Велики Црљени)	Лазаревац (Ибарски пут)	95.6	7441907	4920027	7441896	4919971
				7440354	4917388	7440332	4917356
Барич	Обреновац	918.1	7438964	4945490	7438193	4945860	
Обреновац	Обреновац (Звечка)	597.7	7438193	4945860	7438177	4946170	
Умка	Барич	1473.4	7440397	4945409	7438964	4945490	
ІА	Ваљево (Јовања)	Седлари	127.4	7411032	4903338	7411025	4903298
				7410714	4902515	7410644	4902464
	Мионица (Маљевић)	Мионица	82.1	7427644	4901458	7427564	4901437
	Мионица	Дивци	2158.3	7423311	4906268	7424700	4905162
				7424871	4904470	7425011	4904414
	Шабачка Каменица	Ваљевска Каменица (Осладић)	178.9	7398481	4926229	7398438	4926056
	Уб (Новаци)	Новаци	1186.0	7426112	4924297	7424990	4924563
	Бањани (Уб)	Уб	976.1	7425967	4926794	7425958	4926745
				7426236	4925779	7426533	4924907
	Уб	Уб (Новаци)	788.8	7426533	4924907	7426112	4924297
	Уб	Уб (Стубленица)	341.1	7426533	4924907	7426844	4924767
	Љиг	Љиг (Латковић)	27.1	7439691	4898152	7439683	4898177
	Боговађа	Маљевић	397.9	7429668	4904960	7429476	4904687
	Љиг (Латковић)	Мионица (Маљевић)	356.9	7433928	4897970	7433605	4898120
	Жупањац	Боговађа	937.1	7437428	4910502	7437088	4909732
				7437077	4909728	7437062	4909722
	Стублине	Липњак	171.9	7435961	4933651	7436055	4933507
	Стублине	Уб	1762.3	7429627	4929357	7429628	4929313
				7427708	4926125	7426533	4924907
		Велико Поље	2139.0	7436096	4945134	7435054	4942582
	Обреновац	неизграђено	519.3	7438193	4945861	7436271	4945286
	Обреновац	привремени одсек	362.4	7438193	4945861	7436512	4945435
	Обреновац		1889.1	7438193	4945861	7436756	4945209
Барич	Дражевац	1047.6	7438962	4945490	7438647	4944509	
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	1592.6	7444239	4928022	7444088	4927465	
			7443976	4926122	7444326	4926204	
			7448935	4923111	7449441	4923377	
Барајево (Баћевац)	Барајево (Лисовић)	42.5	7454092	4937158	7454119	4937125	
ІБ	Чучуге	Слатина	768.6	7417174	4920586	7416943	4919896
	Уб (Новаци)	Чучуге	668.4	7426112	4924297	7425760	4923776
				7424865	4923163	7424825	4923162

Бањани (Уб)	Новаци	597.7	7415762	4927787	7415610	4927219
Маљевић	Латковић (Маљевић)	738.7	7431105	4903293	7430717	4902680
Лајковац (улаз)	Боговађа	959.4	7434130	4913103	7434504	4912346
			7436552	4909842	7436607	4909743
Латковић	Дудовица	1302.7	7441388	4905708	7440691	4904679
Сибница	Даросава (Венчане)	317.4	7457835	4918786	7457809	4918471
Мељак (Барајево)	Барајево (Баћевац)	44.6	7452216	4937722	7452260	4937727

Таб. 35. Деонице путева угрожене поплавама повратног периода између 100 и хиљаду година

Категорија	Деоница		Дужина [m]	од X	од Y	до X	до Y
ІБ	Причевић	Ваљево (Гола Глава)	2337.4	7410909	4903439	7410783	4902782
				7410215	4902688	7409427	4903694
		Ваљево (Брежђе)	938.8	7414718	4904097	7414422	4903369
				7414414	4903296	7414396	4903155
	Дивци	Словац	2543.9	7427200	4911177	7426733	4910834
				7426710	4910810	7426677	4910779
				7426214	4910074	7425952	4908247
	Коцељева	Коцељева (Новаци)	37.5	7406529	4926310	7406534	4926308
				7406826	4925985	7406833	4925954
	Љиг	Кадина Лука	123.1	7439631	4898078	7439528	4898010
	Пољанице	Љиг	485.1	7440886	4898736	7440782	4898751
				7440574	4898749	7440514	4898738
				7440357	4898489	7440101	4898317
	Жупањац	Дудовица	227.0	7437851	4910255	7437858	4910245
				7437958	4910089	7437967	4910073
				7438013	4909995	7438077	4909885
				7439278	4908323	7439295	4908311
	Лајковац	Ђелије	2064.8	7434431	4914415	7436083	4913989
				7436342	4913868	7436353	4913859
	Ђелије	Жупањац	457.7	7436355	4913858	7436430	4913794
7436492				4911548	7436617	4911425	
Лазаревац (Ибарски пут)	Ђелије	2840.5	7437341	4910849	7437540	4910648	
			7439824	4916490	7438600	4915077	
Дудовица	Пољанице	335.1	7438484	4914988	7437851	4914305	
			7442393	4899923	7442314	4899899	
			7441556	4899407	7441511	4899345	
			7441486	4899311	7441458	4899273	
Лазаревац (Ибарски пут)	Лазаревац	178.1	7441293	4899102	7441212	4899002	
			7439825	4916490	7439827	4916489	
			7440481	4916067	7440521	4915981	
			7440524	4915975	7440554	4915935	
			7440726	4915854	7440728	4915843	
			7441564	4915109	7441573	4915115	

			7441536	4915093	7441527	4915088	
	Степојевац (Велики Црљени)	Лазаревац (Ибарски пут)	8223.6	7443624	4928138	7443026	4926666
				7442321	4922484	7441907	4920027
				7441896	4919971	7440354	4917388
				7440332	4917356	7439824	4916490
	Умка	Барич	12.1	7440409	4945410	7440397	4945409
ПА	Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	141.0	7408345	4901778	7408328	4901696
				7407921	4901682	7407882	4901723
	Ваљево (Јовања)	Седлари	1127.9	7411036	4903505	7411032	4903338
				7411025	4903298	7411021	4903276
				7410766	4902559	7410714	4902515
				7410644	4902464	7410007	4902349
				7409968	4902286	7409846	4902172
	Мионица (Маљевић)	Мионица	113.1	7427555	4901433	7427564	4901437
				7427644	4901458	7427746	4901466
	Мионица	Дивци	640.1	7425020	4904410	7425011	4904414
				7424871	4904470	7424838	4904705
				7424827	4904811	7424700	4905162
				7423311	4906268	7423302	4906280
	Шабачка Каменица	Ваљевска Каменица (Осладић)	202.6	7398482	4926235	7398481	4926229
				7398438	4926056	7398365	4925873
	Шабачка Каменица	Градојевић	17.5	7398483	4926235	7398465	4926238
	Коцелева	Шабачка Каменица	20.5	7398483	4926235	7398503	4926232
	Драгиње (Каменица)	Шабачка Каменица	4.5	7398483	4926239	7398482	4926235
	Уб (Новаци)	Новаци	14.5	7424990	4924563	7424977	4924571
	Бањани (Уб)	Уб	2443.0	7425191	4927888	7425967	4926794
				7425958	4926745	7426236	4925779
	Уб	Уб (Стубленица)	554.0	7426844	4924767	7427049	4924288
	Љиг	Љиг (Латковић)	272.2	7439517	4898321	7439683	4898177
				7439691	4898152	7439694	4898141
	Боговађа	Маљевић	30.1	7429678	4904962	7429668	4904960
				7429476	4904687	7429474	4904667
	Љиг (Латковић)	Мионица (Маљевић)	54.9	7433937	4897966	7433928	4897970
7433605				4898120	7433564	4898141	
Жупањац	Боговађа	41.1	7437437	4910508	7437428	4910502	
			7437088	4909732	7437077	4909728	
			7437062	4909722	7437044	4909715	
Липњак	Лајковац	982.1	7435507	4916119	7434781	4915458	
Стублине	Липњак	919.8	7433548	4936776	7433470	4936726	
			7435950	4933667	7435961	4933651	
			7436055	4933507	7436069	4933485	
			7436500	4932770	7436209	4932077	
Стублине	Уб	680.9	7429783	4929943	7429627	4929357	

				7429628	4929313	7429630	4929258
				7427713	4926134	7427708	4926125
	Барич	Дражевац	14.3	7438647	4944509	7438640	4944497
	Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	1998.6	7444179	4928527	7444239	4928022
				7444088	4927465	7443948	4926653
				7443961	4926121	7443976	4926122
				7444326	4926204	7444338	4926204
				7445481	4925586	7445731	4925378
				7448918	4923080	7448935	4923111
	Барајево (Баћевац)	Барајево (Лисовић)	91.1	7454066	4937210	7454092	4937158
7454119				4937125	7454137	4937098	
ПБ	Чучуге	Слатина	198.1	7417262	4920709	7417174	4920586
				7416943	4919896	7416901	4919880
	Уб (Новаци)	Чучуге	1710.7	7425760	4923776	7425598	4923478
				7424999	4923153	7424865	4923163
				7424825	4923162	7423631	4922999
	Бањани (Уб)	Новаци	734.0	7415778	4927808	7415762	4927787
				7415610	4927219	7415513	4926522
	Маљевић	Латковић (Маљевић)	43.8	7430700	4902663	7430717	4902680
				7431105	4903293	7431110	4903312
	Лајковац (улаз)	Боговађа	2538.6	7433521	4913634	7434130	4913103
				7434504	4912346	7434814	4911634
				7435015	4911503	7435251	4911448
				7435254	4911446	7435359	4911336
				7435394	4911299	7435619	4911201
				7436308	4910899	7436330	4910879
				7436441	4910041	7436552	4909842
	Латковић	Дудовица	216.7	7440686	4904670	7440691	4904679
				7441388	4905708	7441542	4905841
	Сибница	Даросава (Венчане)	41.4	7457809	4918471	7457814	4918446
7457837				4918802	7457835	4918786	
Мељак (Барајево)	Барајево (Баћевац)	22.1	7452204	4937720	7452216	4937722	
			7452260	4937727	7452270	4937728	

Таб. 36. Координате пропуста са категоријом угрожености од бујичних поплава.

Кат.	Деоница	X	Y	Угроженост	
Б	Нови Сад-Ириг-Рума-Шабац-Коцељева-Ваљево-Косјерић-Пожега-Ариље-Ивањица-Сјеница (бр. 21)				
	Коцељева	Коцељева (Новаци)	7406550	4926298	висока
	Коцељева	Коцељева (Новаци)	7406882	4925191	средња
	Коцељева	Коцељева (Новаци)	7406862	4925565	средња
	Коцељева	Коцељева (Новаци)	7406851	4924924	средња
	Коцељева	Коцељева (Новаци)	7406884	4925015	средња
	Гола Глава	Слатина	7412251	4918635	висока
	Гола Глава	Слатина	7413038	4918444	висока
	Гола Глава	Слатина	7413239	4918386	висока
	Слатина	Ваљево (Бранковина)	7411333	4904025	висока
	Слатина	Ваљево (Бранковина)	7411383	4908952	висока
	Слатина	Ваљево (Бранковина)	7411802	4910054	висока
	Слатина	Ваљево (Бранковина)	7412998	4912018	висока
	Слатина	Ваљево (Бранковина)	7413067	4912203	висока
	Слатина	Ваљево (Бранковина)	7410936	4905325	средња
	Слатина	Ваљево (Бранковина)	7412086	4911126	висока
	Слатина	Ваљево (Бранковина)	7411957	4910914	висока
	Слатина	Ваљево (Бранковина)	7411808	4910525	висока
	Слатина	Ваљево (Бранковина)	7411616	4909801	висока
	Ваљево (обилазница)		7414761	4904203	висока
		Ваљево (Брежђе)	7414419	4903339	средња
		Ваљево (Брежђе)	7414405	4903224	ниска
	Ваљево (Брежђе)	Каона	7414416	4889450	врло висока
	Ваљево (Брежђе)	Каона	7414404	4888048	висока
	Ваљево (Брежђе)	Каона	7414479	4888238	висока
	Ваљево (Брежђе)	Каона	7414173	4889700	висока
	Ваљево (Брежђе)	Каона	7414054	4887285	средња
	Ваљево (Брежђе)	Каона	7414327	4886531	средња
	Ваљево (Брежђе)	Каона	7414220	4887426	средња
	Ваљево (Брежђе)	Каона	7414549	4887870	средња
	Ваљево (Брежђе)	Каона	7414658	4887804	средња
	Београд-Љиг-Горњи Милановац (бр. 22)				
	Степојевац (Велики Црљени)	Лазаревац (Ибарски пут)	7443813	4928383	средња
Степојевац (Велики Црљени)	Лазаревац (Ибарски пут)	7443555	4928085	висока	
Степојевац (Велики Црљени)	Лазаревац (Ибарски пут)	7442901	4925646	ниска	
Степојевац (Велики Црљени)	Лазаревац (Ибарски пут)	7442296	4922447	ниска	
Степојевац (Велики Црљени)	Лазаревац (Ибарски пут)	7441900	4920010	висока	
Степојевац (Велики Црљени)	Лазаревац (Ибарски пут)	7441723	4919480	ниска	

Степојевац (Велики Црљени)	Лазаревац (Ибарски пут)	7441426	4919083	средња
Степојевац (Велики Црљени)	Лазаревац (Ибарски пут)	7441044	4918590	висока
Степојевац (Велики Црљени)	Лазаревац (Ибарски пут)	7440350	4917396	висока
Лазаревац (Ибарски пут)	Ћелије	7439626	4916081	ниска
Лазаревац (Ибарски пут)	Ћелије	7439443	4915798	ниска
Лазаревац (Ибарски пут)	Ћелије	7438822	4915251	средња
Ћелије	Жупањац	7435872	4913077	висока
Ћелије	Жупањац	7436687	4911365	средња
Жупањац	Дудовица	7437802	4910324	средња
Жупањац	Дудовица	7438532	4909070	средња
Жупањац	Дудовица	7440167	4907543	средња
Жупањац	Дудовица	7440348	4907420	средња
Жупањац	Дудовица	7441059	4907064	средња
Жупањац	Дудовица	7441250	4906811	средња
Дудовица	Пољанице	7441658	4904707	средња
Дудовица	Пољанице	7441805	4905490	висока
Дудовица	Пољанице	7442644	4904532	средња
Дудовица	Пољанице	7442908	4904114	средња
Дудовица	Пољанице	7442942	4904051	средња
Дудовица	Пољанице	7443144	4903537	средња
Дудовица	Пољанице	7443332	4902793	средња
Дудовица	Пољанице	7443378	4901137	висока
Дудовица	Пољанице	7443207	4900597	средња
Дудовица	Пољанице	7443044	4900374	средња
Дудовица	Пољанице	7442885	4900223	средња
Дудовица	Пољанице	7442580	4900014	средња
Дудовица	Пољанице	7442204	4899873	средња
Дудовица	Пољанице	7441206	4898994	средња
Пољанице	Љиг	7440971	4898735	висока
Љиг	Кадина Лука	7439067	4897643	средња
Љиг	Кадина Лука	7438600	4896744	висока
Кадина Лука	Дићи	7440376	4895614	висока
Кадина Лука	Дићи	7440839	4895377	висока
Кадина Лука	Дићи	7441453	4895312	средња
Кадина Лука	Дићи	7441639	4895358	висока
Кадина Лука	Дићи	7441984	4895257	висока
Кадина Лука	Дићи	7442105	4895167	висока
Кадина Лука	Дићи	7442164	4895122	висока
Кадина Лука	Дићи	7442409	4895030	висока
Кадина Лука	Дићи	7442895	4895176	средња
Кадина Лука	Дићи	7443292	4894992	висока
Дићи	Угриновци	7443861	4894790	висока
Дићи	Угриновци	7444351	4894838	висока

Дићи	Угриновци	7444610	4894963	врло висока
Дићи	Угриновци	7444762	4894887	средња
Дићи	Угриновци	7445910	4894203	висока
Дићи	Угриновци	7446136	4894219	висока
Дићи	Угриновци	7446715	4893993	висока
Дићи	Угриновци	7447026	4894036	висока
Дићи	Угриновци	7447660	4893775	висока
Дићи	Угриновци	7448453	4893733	средња
Дићи	Угриновци	7448523	4893676	висока
Дићи	Угриновци	7448606	4893559	висока
Дићи	Угриновци	7449175	4893444	висока
Дићи	Угриновци	7449999	4893237	висока
Дићи	Угриновци	7450502	4892774	врло висока
Дићи	Угриновци	7450932	4892529	висока
Дићи	Угриновци	7451202	4892325	средња
Дићи	Угриновци	7451294	4892229	висока
Дићи	Угриновци	7451438	4892081	средња
Угриновци	Буцин Гроб	7452111	4891816	висока
Угриновци	Буцин Гроб	7452578	4891351	средња
Угриновци	Буцин Гроб	7453226	4891649	средња
Угриновци	Буцин Гроб	7453788	4891851	висока
Угриновци	Буцин Гроб	7453875	4891904	врло висока
Угриновци	Буцин Гроб	7454642	4891393	висока
Угриновци	Буцин Гроб	7454860	4891071	висока
Угриновци	Буцин Гроб	7455184	4890670	висока
Угриновци	Буцин Гроб	7455936	4890250	врло висока
Угриновци	Буцин Гроб	7456201	4889856	средња
Угриновци	Буцин Гроб	7456681	4889263	средња
Угриновци	Буцин Гроб	7456706	4889025	висока
Угриновци	Буцин Гроб	7457276	4888675	средња
Угриновци	Буцин Гроб	7457402	4888284	средња
Угриновци	Буцин Гроб	7457413	4888202	висока
Угриновци	Буцин Гроб	7457436	4888138	висока
Угриновци	Буцин Гроб	7457829	4887698	средња
Београд-Обреновац-Шабац-Лозница (бр. 26)				
Барич	Обреновац	7438361	4945695	средња
Лозница-Осечина-Ваљево-Лајковац-Ћелије-Лазаревац-Аранђеловац-Крчева-Топола-Рача-Свилајнац (бр. 27)				
Доња Каменица	Причевић	7398400	4908398	висока
Доња Каменица	Причевић	7399868	4907139	висока
Доња Каменица	Причевић	7400243	4906960	средња
Доња Каменица	Причевић	7400875	4906731	средња
Доња Каменица	Причевић	7401066	4906839	средња

Доња Каменица	Причевић	7401536	4906314	средња
Причевић	Ваљево (Гола Глава)	7402963	4906115	висока
Причевић	Ваљево (Гола Глава)	7403440	4905924	висока
Причевић	Ваљево (Гола Глава)	7406237	4904350	висока
Причевић	Ваљево (Гола Глава)	7406452	4904669	висока
Причевић	Ваљево (Гола Глава)	7407786	4904309	висока
Причевић	Ваљево (Гола Глава)	7407981	4903780	висока
Причевић	Ваљево (Гола Глава)	7402269	4906128	средња
Причевић	Ваљево (Гола Глава)	7404748	4904952	средња
Причевић	Ваљево (Гола Глава)	7406613	4904698	средња
Причевић	Ваљево (Гола Глава)	7407658	4904368	средња
Причевић	Ваљево (Гола Глава)	7408893	4903499	средња
Причевић	Ваљево (Гола Глава)	7409653	4903726	средња
Ваљево (Бранковина)	Ваљево (обилазница)	7413878	4904224	висока
Ваљево (обилазница)		7415866	4905076	средња
Попучке	Дивци	7418328	4905970	висока
Попучке	Дивци	7420701	4906236	висока
Попучке	Дивци	7420413	4906184	ниска
Дивци	Словац	7423657	4906909	висока
Дивци	Словац	7425118	4907570	висока
Дивци	Словац	7425744	4908038	висока
Дивци	Словац	7426227	4909085	висока
Словац	Лајковац (улаз)	7427819	4911563	ниска
Словац	Лајковац (улаз)	7427980	4911745	ниска
Словац	Лајковац (улаз)	7431983	4913710	висока
Словац	Лајковац (улаз)	7429342	4912737	висока
Лајковац	Ћелије	7434582	4914260	ниска
Лајковац	Ћелије	7436277	4913912	средња
Лазаревац (Ибарски пут)	Лазаревац	7440815	4914962	висока
Лазаревац (Ибарски пут)	Лазаревац	7441553	4915102	висока
Лазаревац	Даросава (Белановица)	7450726	4912221	висока
Лазаревац	Даросава (Белановица)	7448746	4913149	висока
Лазаревац	Даросава (Белановица)	7452561	4911760	висока
Лазаревац	Даросава (Белановица)	7456999	4910212	висока
Лазаревац	Даросава (Белановица)	7448719	4912792	средња
Лазаревац	Даросава (Белановица)	7448745	4912672	средња
Лазаревац	Даросава (Белановица)	7448763	4913050	средња
Лазаревац	Даросава (Белановица)	7449623	4912518	средња
Лазаревац	Даросава (Белановица)	7449958	4912459	средња
Лазаревац	Даросава (Белановица)	7455712	4910213	средња
Лазаревац	Даросава (Белановица)	7455720	4910221	средња
Лазаревац	Даросава (Белановица)	7456379	4910154	средња
Лазаревац	Даросава (Белановица)	7456705	4910184	средња

	Даросава (Венчане)	Аранђеловац (Белановица)	7458882	4910250	висока
	Даросава (Венчане)	Аранђеловац (Белановица)	7463460	4908725	средња
	Даросава (Венчане)	Аранђеловац (Белановица)	7459513	4910219	средња
	Даросава (Венчане)	Аранђеловац (Белановица)	7460282	4910149	средња
	Даросава (Венчане)	Аранђеловац (Белановица)	7460450	4910112	средња
	Даросава (Венчане)	Аранђеловац (Белановица)	7461047	4909762	средња
	Даросава (Венчане)	Аранђеловац (Белановица)	7461216	4909702	средња
	Даросава (Венчане)	Аранђеловац (Белановица)	7462107	4909475	средња
	Даросава (Венчане)	Аранђеловац (Белановица)	7462732	4909121	средња
ПА	Дебrc-Бањани-Уб-Новаци-Коцелјева-Шабачка-Каменица-Доње Црниљево-Осечина-Гуњаци-Пецка-Љубовија (бр. 141)				
	Бањани (Дебrc)	Бањани (Уб)	7419345	4933102	висока
	Бањани (Уб)	Уб	7426478	4925029	висока
	Бањани (Уб)	Уб	7425959	4926753	висока
	Бањани (Уб)	Уб	7425651	4927501	средња
	Уб (Новаци)	Новаци	7419876	4924565	средња
	Уб (Новаци)	Новаци	7425454	4924325	висока
	Новаци	Коцелјева (Новаци)	7406950	4925144	средња
	Новаци	Коцелјева (Новаци)	7407395	4925299	средња
	Коцелјева	Шабачка Каменица	7400162	4926185	висока
	Коцелјева	Шабачка Каменица	7401313	4925828	висока
	Коцелјева	Шабачка Каменица	7401834	4926018	висока
	Коцелјева	Шабачка Каменица	7402625	4926090	висока
	Коцелјева	Шабачка Каменица	7402736	4926158	висока
	Коцелјева	Шабачка Каменица	7403303	4926320	висока
	Коцелјева	Шабачка Каменица	7404660	4926146	висока
	Коцелјева	Шабачка Каменица	7405000	4926462	висока
	Коцелјева	Шабачка Каменица	7399315	4926068	средња
	Шабачка Каменица	Градојевић	7391798	4927918	средња
	Шабачка Каменица	Градојевић	7392870	4927489	средња
	Шабачка Каменица	Градојевић	7393780	4927909	висока
	Шабачка Каменица	Градојевић	7394858	4928032	висока
	Шабачка Каменица	Градојевић	7397198	4926838	висока
	Шабачка Каменица	Градојевић	7398059	4926438	висока
	Градојевић	Осечина	7391828	4924119	висока
	Градојевић	Осечина	7391393	4925132	висока
	Градојевић	Осечина	7391520	4924964	средња
	Градојевић	Осечина	7391334	4928129	висока
	Градојевић	Осечина	7390749	4927722	висока
	Градојевић	Осечина	7390810	4926773	висока
	Градојевић	Осечина	7391164	4925436	висока
	Драгиње-Шабачка Каменица-Ваљевска Каменица (бр. 142)				
	Шабачка Каменица	Ваљевска Каменица (Осладић)	7398302	4925820	врло висока
Шабачка Каменица	Ваљевска Каменица (Осладић)	7398456	4926112	висока	

Ваљевска Каменица	Доња Каменица	7398491	4910137	висока
Ваљевска Каменица	Доња Каменица	7398282	4909474	средња
Ваљевска Каменица	Доња Каменица	7398629	4910790	средња
Ваљевска Каменица	Доња Каменица	7398605	4911061	средња
Причевић-Пецка (бр. 143)				
Причевић	Пецка	7395856	4902573	висока
Причевић	Пецка	7395929	4902510	висока
Причевић	Пецка	7396709	4902808	висока
Причевић	Пецка	7397198	4904169	висока
Причевић	Пецка	7399638	4905897	висока
Причевић	Пецка	7396853	4903039	средња
Причевић	Пецка	7397000	4903455	средња
Причевић	Пецка	7399102	4905345	средња
Причевић	Пецка	7399933	4905937	средња
Причевић	Пецка	7401710	4905990	висока
Обреновац-Стублине-Уб-Словац (бр. 144)				
Обреновац		7437344	4945699	ниска
Обреновац		7437609	4945677	ниска
Обреновац		7437704	4945622	ниска
Обреновац		7438008	4945530	ниска
Обреновац	неизграђено	7436278	4945282	ниска
Обреновац	неизграђено	7436702	4945198	ниска
Стублине	Уб	7432495	4934592	висока
Стублине	Уб	7432091	4934231	висока
Стублине	Уб	7430282	4932036	средња
Стублине	Уб	7429784	4929893	висока
Стублине	Уб	7429617	4929320	висока
Уб	Уб (Стубленица)	7426838	4924770	висока
Уб	Уб (Стубленица)	7427061	4924199	средња
Уб (Стубленица)	Уб (Дупљај)	7426873	4923747	средња
Уб (Стубленица)	Уб (Дупљај)	7426940	4923811	средња
Уб (Стубленица)	Уб (Дупљај)	7426967	4923876	средња
Уб (Дупљај)	Словац	7427538	4911766	висока
Уб (Дупљај)	Словац	7427395	4912008	висока
Уб (Дупљај)	Словац	7426982	4913815	висока
Уб (Дупљај)	Словац	7426985	4915170	висока
Уб (Дупљај)	Словац	7427015	4915476	висока
Уб (Дупљај)	Словац	7427119	4916235	средња
Уб (Дупљај)	Словац	7427133	4917111	средња
Уб (Дупљај)	Словац	7426962	4919183	висока
Уб (Дупљај)	Словац	7426859	4923655	средња
Стублине-Бргуле-Липњак-Јабучје-Лајковац (бр. 145)				
Стублине	Липњак	7431393	4924596	висока

Стублине	Липњак	7434100	4926703	средња
Стублине	Липњак	7433859	4936303	ниска
Стублине	Липњак	7434381	4928602	висока
Стублине	Липњак	7436012	4933587	висока
Стублине	Липњак	7435784	4933882	средња
Стублине	Липњак	7435449	4934307	висока
Липњак	Лајковац	7434249	4914653	средња
Липњак	Лајковац	7434893	4918724	висока
Липњак	Лајковац	7434677	4920439	средња
Липњак	Лајковац	7432745	4921413	висока
Липњак	Лајковац	7435535	4916389	средња
Липњак	Лајковац	7435910	4917382	средња
Уб-Липњак (бр. 146)				
Уб (Стубленица)	Липњак	7428318	4923432	средња
Липовачка шума-Барајево-Дучина-Младеновац-Смедеревска Паланка (бр. 147)				
Барајево (Баћевац)	Барајево (Лисовић)	7454098	4937149	висока
Барајево (Лисовић)	Дучина (Сибница)	7452908	4931901	висока
Барајево (Лисовић)	Дучина (Сибница)	7453006	4932158	висока
Космај (Рогача)	Младеновац	7465919	4925252	средња
Космај (Рогача)	Младеновац	7465791	4925411	средња
Космај (Рогача)	Младеновац	7465884	4925475	средња
Космај (Рогача)	Младеновац	7465995	4925620	ниска
Барич-Мислођин-Степојевац-Велики Црљени-Јунковац-Сибница-Дучина (бр. 148)				
Барич	Дражевац	7439324	4937373	висока
Барич	Дражевац	7438915	4942581	средња
Дражевац	Степојевац (Дражевац)	7443400	4930426	висока
Дражевац	Степојевац (Дражевац)	7439351	4936805	средња
Дражевац	Степојевац (Дражевац)	7440599	4934899	средња
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7444091	4927485	висока
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7444240	4927977	висока
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7448390	4923413	висока
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7448988	4923204	висока
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7449940	4923476	висока
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7446578	4924773	средња
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7444181	4928367	средња
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7451783	4921677	средња
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7451319	4922267	средња
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7453777	4921846	средња
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7453929	4922252	средња
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7454220	4922562	средња
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7454522	4922958	средња
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7455482	4923611	средња
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7455991	4923960	средња

Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7456344	4924234	средња
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7443948	4926748	ниска
Степојевац (Велики Црљени)	Сибница	7454665	4923077	ниска
Ђуринци-Сопот-Аранђеловац-Белановица-Љиг-Мионица-Дивци (бр.150)				
Космај (Рогача)	Аранђеловац (Раниловић)	7461984	4920031	висока
Космај (Рогача)	Аранђеловац (Раниловић)	7462242	4921353	висока
Космај (Рогача)	Аранђеловац (Раниловић)	7462276	4922022	висока
Космај (Рогача)	Аранђеловац (Раниловић)	7462102	4922494	висока
Космај (Рогача)	Аранђеловац (Раниловић)	7461963	4922756	висока
Космај (Рогача)	Аранђеловац (Раниловић)	7462035	4922695	висока
Космај (Рогача)	Аранђеловац (Раниловић)	7462892	4924923	висока
Космај (Рогача)	Аранђеловац (Раниловић)	7464721	4910239	средња
Космај (Рогача)	Аранђеловац (Раниловић)	7461670	4918957	средња
Космај (Рогача)	Аранђеловац (Раниловић)	7462331	4923920	средња
Космај (Рогача)	Аранђеловац (Раниловић)	7462492	4924436	средња
Космај (Рогача)	Аранђеловац (Раниловић)	7465214	4926104	средња
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7455319	4900040	висока
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7456016	4899852	висока
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7452237	4900480	висока
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7453735	4900219	висока
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7456312	4903640	висока
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7456369	4903886	висока
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7457111	4901068	висока
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7456995	4901613	висока
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7456667	4902355	висока
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7456716	4902077	средња
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7456612	4903977	средња
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7457305	4904729	средња
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7457542	4904897	средња
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7458184	4905042	средња
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7459121	4905349	средња
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7462299	4906708	средња
Аранђеловац (Букуља)	Белановица	7463148	4906996	средња
Белановица	Белановица (Лазаревац)	7451753	4900551	висока
Белановица (Лазаревац)	Пољанице	7448917	4899423	висока
Белановица (Лазаревац)	Пољанице	7441352	4897935	средња
Белановица (Лазаревац)	Пољанице	7441186	4898457	средња
Белановица (Лазаревац)	Пољанице	7442485	4898012	средња
Белановица (Лазаревац)	Пољанице	7442685	4898005	средња
Белановица (Лазаревац)	Пољанице	7443256	4898022	средња
Белановица (Лазаревац)	Пољанице	7444072	4898228	средња
Белановица (Лазаревац)	Пољанице	7445037	4897951	средња
Белановица (Лазаревац)	Пољанице	7446801	4899320	средња
Белановица (Лазаревац)	Пољанице	7447264	4899055	средња

Белановица (Лазаревац)	Пољанице	7447579	4898890	средња
Белановица (Лазаревац)	Пољанице	7449566	4899826	средња
Белановица (Лазаревац)	Пољанице	7450835	4900112	средња
Љиг	Љиг (Латковић)	7439690	4898154	висока
Љиг	Љиг (Латковић)	7439640	4898293	висока
Љиг (Латковић)	Мионица (Маљевић)	7433699	4898076	висока
Љиг (Латковић)	Мионица (Маљевић)	7433928	4897970	висока
Мионица (Маљевић)	Мионица	7427564	4901435	висока
Мионица	Дивци	7424537	4905627	висока
Мионица	Дивци	7424990	4904421	висока
Мионица	Дивци	7426711	4901766	средња
Мионица	Дивци	7423316	4906262	ниска
Ваљево-Поћута-ДебелоБрдо-Рогачица-Бајина Башта-Калуђерске Баре-Кремна (бр. 170)				
Ваљево (Јовања)	Седлари	7409762	4902175	висока
Ваљево (Јовања)	Седлари	7409823	4902165	висока
Ваљево (Јовања)	Седлари	7411029	4903320	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7398346	4899954	врло висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7395880	4890853	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7397910	4895494	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7397890	4895535	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7397741	4897155	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7397634	4898552	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7397632	4898569	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7398208	4897037	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7397948	4898922	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7398591	4899377	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7398295	4900405	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7401078	4901441	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7401553	4900915	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7401994	4901281	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7404071	4901843	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7405518	4902075	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7408022	4901623	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7409273	4902047	висока
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7398100	4893848	средња
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7397770	4897562	средња
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7398206	4899035	средња
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7398715	4900650	средња
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7401247	4900808	средња
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7400386	4901229	средња
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7401143	4901281	средња
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7407179	4901879	средња
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7405855	4902237	средња
Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7406894	4902246	средња

Седлари	Рогачица (Дебело брдо)	7395736	4890628	ниска
Жупањац-Боговађа-Мионица-Брежђе-Дивчибаре-Каона (бр. 175)				
Жупањац	Боговађа	7437135	4909760	висока
Жупањац	Боговађа	7437383	4910466	средња
Боговађа	Маљевић	7429461	4904550	средња
Боговађа	Маљевић	7429529	4904951	висока
Боговађа	Маљевић	7435306	4908618	висока
Боговађа	Маљевић	7435622	4908803	средња
Брежђе	Дивчибаре	7419203	4891143	врло висока
Брежђе	Дивчибаре	7419460	4890930	висока
Брежђе	Дивчибаре	7419209	4891118	висока
Брежђе	Дивчибаре	7421483	4887553	средња
Брежђе	Дивчибаре	7421681	4887908	ниска
Дивчибаре	Каона	7417023	4884871	ниска
Ваљево-Брежђе (бр. 176)				
Ваљево (Брежђе)	Брежђе	7418687	4899037	висока
Ваљево (Брежђе)	Брежђе	7415980	4901859	висока
Ваљево (Брежђе)	Брежђе	7423254	4894029	средња
Ваљево (Брежђе)	Брежђе	7414302	4903083	средња
Дружетић (веза државним путем 21)-Јошева-Ваљевска Каменица (бр. 327)				
Дружетић (Јошева)	Јошева (Гола Глава)	7407724	4919970	висока
Дружетић (Јошева)	Јошева (Гола Глава)	7407572	4920230	висока
Дружетић (Јошева)	Јошева (Гола Глава)	7407805	4920715	висока
Јошева (Ваљевска Каменица)	Ваљевска Каменица	7398774	4911766	висока
веза државним путем 21-Гола Глава-Ваљево (бр. 328)				
Гола Глава	Јошева (Гола Глава)	7409957	4918538	висока
Јошева (Ваљевска Каменица)	Ваљево (Гола Глава)	7407440	4909915	висока
Јошева (Ваљевска Каменица)	Ваљево (Гола Глава)	7407463	4909937	висока
Ваљево-Лелић-Варда (бр. 338)				
Стрна Гора	Варда	7401015	4888314	врло висока
Стрна Гора	Варда	7401249	4888602	врло висока
Стрна Гора	Варда	7401277	4888667	врло висока
Стрна Гора	Варда	7400978	4888148	висока
Стрна Гора	Варда	7401010	4888295	висока
Стрна Гора	Варда	7401250	4888551	висока
Стрна Гора	Варда	7404242	4889683	висока
Стрна Гора	Варда	7401368	4888895	средња
Стрна Гора	Варда	7407589	4898734	средња
Велико Поље-Грабовац-Новаци-Памбуковница-Слатина (бр. 340)				
Бањани (Уб)	Новаци	7415610	4927251	висока

ШБ

Бањани (Уб)	Новаци	7417424	4929440	висока
Бањани (Уб)	Новаци	7415613	4927036	средња
Бањани (Уб)	Новаци	7415532	4926631	ниска
Новаци	Памбуковица	7415948	4922672	висока
Новаци	Памбуковица	7414850	4925391	висока
Чучуге	Слатина	7417003	4920093	висока
Уб-Памбуковица-веза са државним путем 21 (бр. 341)				
Уб (Новаци)	Чучуге	7425786	4923805	висока
Уб (Новаци)	Чучуге	7424873	4923169	висока
Уб (Новаци)	Чучуге	7422607	4922193	висока
Уб (Новаци)	Чучуге	7418667	4920579	висока
Уб-Попучке (бр. 342)				
Уб (Дупљај)	Попучке	7418234	4906023	висока
Уб (Дупљај)	Попучке	7419654	4913133	висока
Уб (Дупљај)	Попучке	7419634	4912707	средња
Уб (Дупљај)	Попучке	7418616	4907938	висока
Дражевац-Мељак-Барајево-Раља (бр. 344)				
Мељак (Барајево)	Барајево (Баћевац)	7452236	4937725	висока
Барајево (Лисовић)	Лисовић	7456014	4935009	средња
Барајево (Лисовић)	Лисовић	7456092	4934954	средња
Дучина-Стојник-веза са државним путем 344 (бр. 349)				
Дучина	Раља (Дучина)	7461259	4927719	висока
Дучина	Раља (Дучина)	7460188	4928208	висока
Брежђе-Средојевци-Трбушани (бр. 356)				
Брежђе	Срасла Буква	7425446	4892456	врло висока
Брежђе	Срасла Буква	7423748	4892716	средња
Брежђе	Срасла Буква	7424212	4892070	средња
Брежђе	Срасла Буква	7424608	4892127	средња
Брежђе	Срасла Буква	7429524	4891376	средња
Брежђе	Срасла Буква	7429747	4891298	средња
Брежђе	Срасла Буква	7432929	4888667	ниска
веза са државним путем 22-Кадина Лука-Славковица-Рајац (бр. 357)				
Кадина Лука	Кадина Лука (Ба)	7438436	4894804	врло висока
Кадина Лука	Кадина Лука (Ба)	7438639	4895321	висока
Кадина Лука	Кадина Лука (Ба)	7438762	4895555	висока
Кадина Лука (Ба)	Бершићи (Озрем)	7440173	4891963	врло висока
Кадина Лука (Ба)	Бершићи (Озрем)	7440348	4891763	врло висока
Кадина Лука (Ба)	Бершићи (Озрем)	7438219	4894422	врло висока
Кадина Лука (Ба)	Бершићи (Озрем)	7438787	4893087	висока

Кадина Лука (Ба)	Бершићи (Озрем)	7439013	4892866	висока
Кадина Лука (Ба)	Бершићи (Озрем)	7439698	4892542	висока
Кадина Лука (Ба)	Бершићи (Озрем)	7440333	4891456	висока
Кадина Лука (Ба)	Бершићи (Озрем)	7440366	4891748	висока
Кадина Лука (Ба)	Бершићи (Озрем)	7438670	4893386	висока
Кадина Лука-Срасла Буква (бр. 358)				
Кадина Лука (Ба)	Срасла Буква	7435913	4891819	врло висока
Кадина Лука (Ба)	Срасла Буква	7436177	4893134	врло висока
Кадина Лука (Ба)	Срасла Буква	7436350	4893343	врло висока
Кадина Лука (Ба)	Срасла Буква	7436108	4890846	висока
Кадина Лука (Ба)	Срасла Буква	7436105	4891077	висока
Кадина Лука (Ба)	Срасла Буква	7436145	4891280	висока
Кадина Лука (Ба)	Срасла Буква	7435945	4892026	висока
Кадина Лука (Ба)	Срасла Буква	7436048	4892413	висока
Кадина Лука (Ба)	Срасла Буква	7436522	4893582	висока
Кадина Лука (Ба)	Срасла Буква	7437054	4893597	висока
Кадина Лука (Ба)	Срасла Буква	7437150	4893839	висока
Кадина Лука (Ба)	Срасла Буква	7437872	4894220	висока
Кадина Лука (Ба)	Срасла Буква	7435516	4889771	средња
веза са државним путем 22-Дићи-Бољковци-веза са државним путем 177 (бр. 360)				
Дићи	Љутовница	7449060	4887943	врло висока
Дићи	Љутовница	7444634	4892520	висока
Дићи	Љутовница	7445194	4891947	висока
Дићи	Љутовница	7444730	4892923	висока
Дићи	Љутовница	7443435	4894855	висока
Дићи	Љутовница	7446994	4889630	висока
Дићи	Љутовница	7449459	4887434	висока
Дићи	Љутовница	7448827	4888113	висока
Дићи	Љутовница	7449245	4887736	висока
Дићи	Љутовница	7448144	4889008	висока
Дићи	Љутовница	7448355	4888971	висока
Дићи	Љутовница	7446090	4890340	висока
Дићи	Љутовница	7445814	4890604	висока
Дићи	Љутовница	7446564	4890093	висока
Дићи	Љутовница	7449792	4886967	средња
Лајковац-Боговађа-Љиг-Горњи Милановац (бр. 361)				
Лајковац (улаз)	Боговађа	7434168	4913041	висока
Лајковац (улаз)	Боговађа	7435846	4911216	средња
Лајковац (улаз)	Боговађа	7436298	4910299	ниска
Лајковац (улаз)	Боговађа	7436462	4910004	ниска
Боговађа	Латковић (Маљевић)	7437850	4907628	висока

Боговађа	Латковић (Маљевић)	7437351	4908740	средња
Боговађа	Латковић (Маљевић)	7436899	4909219	средња
Боговађа	Латковић (Маљевић)	7438702	4906546	средња
Боговађа	Латковић (Маљевић)	7439364	4905980	средња
Боговађа	Латковић (Маљевић)	7437827	4907649	средња
Латковић	Љиг (Латковић)	7440928	4899483	висока
Латковић	Љиг (Латковић)	7441491	4901713	висока
Латковић	Љиг (Латковић)	7440727	4903634	висока
Латковић	Љиг (Латковић)	7441009	4903304	висока
Латковић	Љиг (Латковић)	7441142	4900438	средња
Угриновци	Љутовница	7452091	4890318	врло висока
Угриновци	Љутовница	7452460	4890642	врло висока
Угриновци	Љутовница	7453300	4886860	висока
Угриновци	Љутовница	7453339	4887567	висока
Угриновци	Љутовница	7453014	4888159	висока
Угриновци	Љутовница	7452818	4888638	висока
Угриновци	Љутовница	7452531	4889715	висока
Угриновци	Љутовница	7452223	4890419	висока
Угриновци	Љутовница	7452601	4890995	висока
Угриновци	Љутовница	7452542	4891337	висока
Угриновци	Љутовница	7452089	4891796	висока
Угриновци	Љутовница	7453301	4886976	средња
Маљевић-Латковић-Дудовица (бр. 362)				
Маљевић	Латковић (Маљевић)	7430961	4903033	висока
Латковић	Дудовица	7440987	4904931	висока
Латковић	Дудовица	7441333	4905679	висока
Лазаревац-Брајковац-Белановица-Рудник (бр. 364)				
Лазаревац	Белановица (Лазаревац)	7447133	4905335	висока
Лазаревац	Белановица (Лазаревац)	7447166	4905545	висока
Лазаревац	Белановица (Лазаревац)	7451721	4900627	висока
Лазаревац	Белановица (Лазаревац)	7451625	4900955	висока
Лазаревац	Белановица (Лазаревац)	7446912	4905976	висока
Лазаревац	Белановица (Лазаревац)	7446938	4905985	висока
Лазаревац	Белановица (Лазаревац)	7441890	4915072	висока
Белановица	Рудник	7452224	4900479	врло висока
Белановица	Рудник	7456796	4894717	висока
Белановица	Рудник	7457027	4894387	висока
Белановица	Рудник	7457048	4894560	висока
Белановица	Рудник	7455497	4896393	висока
Белановица	Рудник	7456561	4894870	висока
Белановица	Рудник	7452174	4900261	висока
Белановица	Рудник	7458341	4891594	средња

	Белановица	Рудник	7457717	4891907	средња
	Белановица	Рудник	7457020	4894642	средња
Сибница-Венчане-Даросава-Белановица (бр. 365)					
	Сибница	Даросава (Венчане)	7456223	4911893	висока
	Сибница	Даросава (Венчане)	7456588	4911236	висока
	Сибница	Даросава (Венчане)	7457806	4918519	висока
	Сибница	Даросава (Венчане)	7456951	4924386	висока
	Даросава (Белановица)	Белановица	7452535	4901563	врло висока
	Даросава (Белановица)	Белановица	7457112	4910203	висока
	Даросава (Белановица)	Белановица	7455067	4908479	ниска

Таб. 37. Пропусти по категоријама угрожености од бујичних поплава

Категорија	Ознака пута	Путни правац	ниска	средња	висока	врло висока	укупно
ИБ	21	Нови Сад-Ириг-Рума-Шабац-Коцељева-Ваљево-Косјерић-Пожега-Ариље-Ивањица-Сјеница	1	11	17	1	30
	22	Београд-Љиг-Горњи Милановац	5	36	38	4	83
	26	Београд-Обреновац-Шабац-Лозница	0	1	0	0	1
	27	Лозница-Осечина-Ваљево-Лајковац-Ћелије-Лазаревац-Аранђеловац-Крчева-Топола-Рача-Свилајнац	4	29	24	0	57
	Укупно			10	77	79	5
ПА	141	Дебрц-Бањани-Уб-Новаци-Коцељева-Шабачка-Каменица-Доње Црниљево-Осечина-Гуњаци-Пецка-Љубовија	0	8	22	0	30
	142	Драгиње-Шабачка Каменица-Ваљевска Каменица	0	3	2	1	6
	143	Причевић-Пецка	0	4	6	0	10
	144	Обреновац-Стублине-Уб-Словац	6	8	11	0	25
	145	Стублине-Бргуле-Липњак-Јабучје-Лајковац	1	6	6	0	13
	146	Уб-Липњак	0	1	0	0	1
	147	Липовачка шума-Барајево-Дучина-Младеновац-Смедеревска Паланка	1	3	3	0	7
	148	Барич-Мислођин-Степојевац-Велики Црљени-Јунковац-Сибница-Дучина	2	14	7	0	23
	150	Ђуринци-Сопот-Аранђеловац-Белановица-Љиг-Мионица-Дивци	1	26	25	0	52

	170	Ваљево-Поћута-ДебелоБрдо-Рогачица-Бајина Башта-Калуђерске Баре-Кремна	1	10	20	1	32
	175	Жупањац-Боговађа-Мионица-Брежђе-Дивчибаре-Каона	2	4	5	1	12
	176	Ваљево-Брежђе	0	2	2	0	4
	Укупно		14	89	109	3	215
ПБ	327	Дружетић (веза државним путем 21)-Јошева-Ваљевска Каменица	0	0	4	0	4
	328	веза државним путем 21-Гола Глава-Ваљево	0	0	3	0	3
	338	Ваљево-Лелић-Варда	0	2	4	3	9
	340	Велико Поље-Грабовац-Новаци-Памбуковица-Слатина	1	1	5	0	7
	341	Уб-Памбуковица-веза са државним путем 21	0	0	4	0	4
	342	Уб-Попучке	0	1	3	0	4
	344	Дражевац-Мељак-Барајево-Раља	0	2	1	0	3
	349	Дучина-Стојник-веза са државним путем 344	0	0	2	0	2
	356	Брежђе-Средојевци-Трбушани	1	5	0	1	7
	357	веза са државним путем 22-Кадина Лука-Славковица-Рајац	0	0	8	4	12
	358	Кадина Лука-Срасла Буква	0	1	9	3	13
	360	веза са државним путем 22-Дићи-Бољковци-веза са државним путем 177	0	1	13	1	15
	361	Лајковац-Боговађа-Љиг-Горњи Милановац	2	8	15	2	27
	362	Маљевић-Латковић-Дудовица	0	0	3	0	3
	364	Лазаревац-Брајковац-Белановица-Рудник	0	3	13	1	17
	365	Сибница-Венчане-Даросава-Белановица	1	0	5	1	7
	Укупно		5	24	92	16	137
Укупно сви државни путеви			29	190	280	24	523



Фото 1. Пут Обреновац - Уб., бр. 144 ПА ред, Локација 2 – Шарена чесма



Фото 2. Пут бр. 21 ИБ ред, Коцељева - Ваљево. Локација 21 – Безимени поток



Фото 3. Пут бр. 341 ПБ реда, Уб - Коцељева. Локација 5 – Безимени поток



Фото 4. Пут бр. 22 ИБ реда, Београд – Љиг, Локација 20 – Безимени поток



Фото 5. Пут бр. 150 ПА реда, Мионица - Боговађа. Локација 8 - река Топлица



Фото 6. Пут бр. 21 ИБ реда, Ваљево – Косјерић. Локација 31 – Безимени поток

7. ПРЕДЛОГ МЕРА ЗАШТИТЕ

Према Закону о водама Републике Србије, водотокови I реда су у систему одбране и надлежности Републичке дирекције за воде и ЈВП "Србијаводе". То су већи водотокови као Колубара, Тамнава, Уб, Љиг и др и одбрана од поплава ових водотокова се углавном своди на изградњу насипа у доњим токовима и ретензија у средњим и горњим деловима слива.

Значајну опасност од поплава и разарања путне мреже изазивају бујични токови. У сливу Колубаре постоји густа мрежа бујичних токова који због својих карактеристика и природе (нагла појава разорних бујичних поплава) представљају перманентну опасност по насеља, инфраструктуру, стамбене и индустријске објекте. Бујични токови и бујичне поплаве се јављају као последица ерозије земљишта у сливовима. Имајући све то у виду путна привреда мора да има у виду опасност од бујичних поплава и да предузме мере и радове да се та опасност смањи или потпуно елиминира. Због карактеристика бујичних токова и бујичних поплава одбрана од бујичних токова се разликује од одбране од поплава великих река. Код великих река поплава се најављује више дана, док бујичне поплаве настају само пар сати после великих интензивних падавина тако да практично нема могућности за неку одбрану већ само за санацију штета од поплава после.

Због тога једини начин одбране од бујичних поплава је превенција. Превенција се састоји у контроли ерозионих и бујичних процеса у сливовима што се постиже перманентним извођењем противерозионих радова у сливу и хидрографској мрежи бујичног тока, односно интегралним уређењем сливова.

Треба рећи да заштита од ерозије и одбрана од бујичних поплава су према Закону о водама Републике Србије у надлежности локалних самоуправа.

7.1. Заштита од поплава

Поплаве су природна појава која превазилазе обим управљања водама. Како постају све већи изазов и проблем у друштвеној заједници, технике у заштити од поплава се усавршавају у складу са достигнућима у науци и технологији (Prohaska et al. 2009).

Када је реч о подручјима или регионима угроженим од поплава, један од битних чинилаца њиховог одрживог развоја јесте континуирана заштита од поплава, адекватна и у складу са животном средином као системом. Регулационим радовима и изградњом вештачких језера у другој половини прошлог века, знатно је смањена опасност од поплава у нашој земљи.

Временом је схваћено да је немогуће обезбедити поуну заштиту од поплава, па је усвојен приступ смањења штета. Искуства у претходном веку су показала да је најбоље решење за смањење штета од поплава, комбинација међусобно компатибилних радова – инвестиционих активних и пасивних мера и неинвестиционих мера. Док се активне мере реализују изградњом „чeonих“ акумулација и ретензија, уређењем водотока и речног слива, пасивне мере се реализују изградњом приобалних и других насипа, спречавањем стварања ледених баријера у речни коритима, али и дислокацијом становништва и имовине са подручја угроженим поплавама. За разлику од ових мера које захтевају често велике инвестиције, скуп административних, регулативних и институционалних мера представљају неинвестиционе мере као битну допуну претходно споменутих. Ту се убрајају просторно планирање и пројектовање уређења подручја угрожених поплавама, посебни технички прописи за грађење и одржавање

објеката, противпоплавна заштита. (ВОС, 2001). На пример за Србију изграђена укупна дужина насипа за заштиту од поплава износи 3 550 km, од чега је 1 597 km изграђено на водном подручју „Дунав“, на водном подручју „Морава“ 1 182 km и 771 km на водном подручју „Сава“. Дуж Дунава 94% насипа је реконструисано после велике поплаве 1965. године. Нереконструисани насипи дуж Тисе не одговарају по висини ни степену сигурности, због зоне успора ХЕ „Ђердап“ изграђене 1972. године. Стога, реконструкција постојећих насипа, изградња нових насипа и уређење речних корита су предложене мере у циљу смањења штетних утицаја поплава. (ВОС, 2001.) Ренатурализација речних токова – оживљавање речних екосистема и давање више простора плавним површинама, у том циљу има велику улогу.

7.2. Одбрана од бујичних поплава

На основу свега што је изнето о природним условима и ерозионим процесима у сливу и имајући у виду најсавременија научна сазнања из ове области, могуће је предложити мере и радове за најцелисходнију заштиту од ерозије и уређење бујичних токова, чиме би се знатно смањио потенцијал за појаву бујичних поплава.

Најекономичније и најцелисходније решење је интегрално уређење целог слива реке бујичног тока чији потенцијал за поплаве желимо да максимално смањимо. То практично значи да се изврше они противерозиони радови (биолошки, биотехнички и технички) којима би се уједно отклониле садашње и будуће штете од ерозије, а истовремено би се знатно променили хидролошки услови у сливу, смањила би се могућност нагле концентрације вода, и смањило би се директно отицање, што би довело до знатног смањења шпигева поплавних таласа и тиме би се спречиле бујичне поплаве. Наравно од тога би произашли и други корисни ефекти противерозионих радова и интегралног уређења слива, као смањење продукције и транспорта ерозионог наноса, што је у функцији заштите водних акумулација. Површине које су пошумљене, затрављене или под дугогодишњим пољопривредним културама давале би одређену биљну производњу, уместо бујичних поплава режим отицања из слива би се уравнотежио и имали би више такозване корисне воде за водоснабдевање, наводњавање, индустрију, рекреацију итд.

Због тога се предлаже извршење следећих радова:

1. Подизање, на свим теренима захваћеним ексцесивном и јаком ерозијом (I и II категорије ерозије), нових шумских култура, са одговарајућим врстама дрвећа.
2. Противерозионе агротехничке мере на теренима који се налазе под осредњом и слабом ерозијом (III и IV категорија ерозије) и да се у подручјима са нагибима изнад 20% дозволе ратарске културе само изузетно, а под условом да се уведе контурно-појасна обрада и ораница (*Contour Strips System*).
3. Спречавање дубинских ерозионих процеса у коритима бујичних токова изградњом серија одговарајућих попречних објеката (преграда, прагова и појасева). Од техничких радова долазе у обзир и микроакумулације за разне намене (пољопривреда, туризам и др.), као ретензије за задржавање и трансформацију поплавних таласа да не изазивају поплаве.
4. Одбрана од бујичних поплава у насељима и заштита саобраћајница изградњом регулација
5. Координација радова у пољопривреди и шумарству и управљање и експлоатација земљишта, шума и вода у овом подручју, треба да се одвија у јединственој сарадњи и духу постављеног плана интегралног уређења ових подручја.
6. Са циљем да се обезбеде услови за спровођење ових радова на интегралном уређењу слива, неопходно је да надлежне скупштине општина усвоје два зна-

чајна плана: План за издвајање ерозионих подручја и Оперативни план одбране од бујичних поплава за своје територије чиме ће бити обухваћени бујични сливови који угрожавају околину бујичним поплавама. После усвајање такве одлуке СО-е сви власници земљишта морају да газдују њиме у смислу заштите земљишта од ерозије. Такође, том одлуком ће се прописати и одређене мере које морају да се поштују. Израду ових планова треба да раде стручни тимови састављени од сручњака образованих за заштиту од ерозије и уређење бујичних сливова.

Као резултат примене антиерозионих радова и мера смањиће се доспевање наноса великих поплавних таласа од бујичних токова у хидрографску мрежу већих река у сливу Колубаре што ће смањити опасност од поплава на њима, али имаће користи и власници земљишта јер ће противерозиони радови и мере повећати продуктивност земљишта и добијаће се знатно већи приноси. Ово говори да терет антиерозионог уређења бујичних сливова у сливу Колубаре не треба да сноси само водопривреда и путна привреда, већ и заинтересоване организације из пољопривреде, шумарства, туризма, саобраћаја, урбанизма, енергетике, индустрије као и индивидуални произвођачи.

Уколико се приликом детаљних разрада, тј. израде конкретније техничке документације за сваки конкретан подслив буду имали у виду напред изнети принципи интегралног уређења сливова, такво решење би се исплатило у року од 20–30 година. Новац уложен у ове инвестиције би се вратио кроз непосредне користи од изведених биолошких радова (шуме, воћњаци, травњаци итд.). Други део новца биће враћен кроз непосредне користи од развоја сеоског туризма, риболов и локална наводњавања и кроз повећан порез на приходе становништва у новим условима.

Имајући у виду да су за ерозију и бујичне поплаве одговорне локалне самоуправе, путна привреда односно ЈП "Путеви Србије", треба да тесно сарађује са њима код решавања неких проблема ерозије и бујичних поплава. Ако би свака општина на сливу Колубаре донела напред поменута два плана, План издвајања ерозионих подручја и Оперативни план одбране од бујичних поплава на својим територијама, ако би те планове спроводила у пуној мери, од тога би поред осталих велике користи имала и путна привреда. Зато је то прилика да путна привреда поред осталог ангажовања на одбрани од бујичних поплава помогне неким сиромашним општинама да ураде та два плана и да их доследно спроводи. То би било од обостране користи, а ту би се нашли заинтересовани и из других привредних сфера.

Даље треба радити на удруживању на нивоу слива Колубаре свих заинтересованих за решавање проблема ерозије, бујичних токова и бујичних поплава. Нажалост, сада је ситуација таква да једино водопривреда посвећује пажњу том проблему и то у врло малом обиму.

7.3. Радови и мере за санацију развијених процеса ерозије

На основу увида на терену и анализа у канцеларији, предлажу се радови, мере и забране које би требало предузети на санацији ерозионих процеса у сливу. Главним пројектима треба конкретно дати решења за поједине локалитете, примењујући неке од овде предложених радова, мера и забрана. Предвиђају се следећи радови:

- Ретензиони радови,
- Биолошки и биотехнички радови,
- Мелиорације,
- Технички радови у хидрографској мрежи,
- Забране.

7.3.1. Ретензиони радови

1. Противерозиони појасеви

а) Противерозиони појасеви на нестабилним теренима, планирани су у циљу стабилизовања клизишта са дужином клизне равни до 5,0 m, солифлукције и одрона, као и у циљу спречавања површинских ерозионих процеса, укључујући и падински транспорт земљишних честица и разорне геолошке подлоге.

Појасеви са овом наменом формирају се, по правилу, као четвороредни, са ширином 1,5–2,0 m, где основну врсту чини сладић – *Glycyrrhiza glabra*. У недостатку садног материјала (жилних резница или садница) сладића, алтернативне врсте су: леска – *Corylus avellana* L. и калина – *Ligustrum vulgare* L.

Припреме земљишта за формирање противерозионих појасева врши се по правилу у јесен – орањем до дубине 50 cm, а фина обрада се врши у пролеће, када се обавља садња садница у јаме дубине до 30 cm, или полагање коренових резница у провизорне јамице дубине до 10 cm.

Јаме и јамице за садњу формирају се на растојању од 50 cm, у шаховском распореду.

Растојање између два суседна појаса, мерено по падини износи:

Таб. 38. Растојање између противерозионих појасева на падини

Нагиб падине	Оранице L (m)	Травне површине L (m)
до 10%	100,00	150,00
10–20%	60,00	100,00
20–25%	40,00	50,00
25–30%	20,00	25,00

Преко 30% - густа садња на растојању 1.0x1.0 m.

У случају неповољног распореда или положаја парцела на нестабилном земљишту, тј. при условима неизвршене комасације, неопходно је предвиђене појасеве формирати дуж границе свих парцела, изузев шумских, које имају управан или приближно управан положај на линију нагиба падине.

а) Противерозиони појасеви на стабилним (нормалним) теренима, формирају се на падинама са нагибом већим од 10%, а земљиште се користи за ратарске културе или винограде. Задатак им је да смање или униште кинетичку енергију сливајућег млаза, задрже транспортоване честице (биофилтер), побољшају структуру земљишта у циљу упијања веће количине сливајуће воде и повећају хидрауличку рапавост терена. Ови појасеви су по правилу дворедни, а ширина им је 1,0–1,5 m.

За формирање овог типа живих ретензионих појасева припрема земљишта (орање и фина обрада) је пожељна, али не и обавезна, јер је могуће садњу садница вршити у ископане јаме Ø 30 cm и дубине 30 cm. Јаме се копају на растојању од 1,00 m и међуредном одстојању од 1,00 m, тако да се формира једнакокраки троугао.

Основна врста свих планираних појасева је леска – *Corylus avellana* L., а други ред се може формирати такође садњом леске, дуње – *Cydonia oblonga* или граба – *Carpinus orientalis* L. (Syn.. белограбић).

С обзиром на неуређеност подручја где су појасеви планирани, предлаже се њихово формирање само дуж хоризонталних или приближно хоризонталних граница

(међе, синора) парцела на којима се гаје ратарске културе (оранице), виногради и воћњаци са редовима по линији нагиба падине и травне културе на којима се врши стихијска испаша крупне стоке.

2. Наорне терасе

На површинама које се користе као оранице, а налазе се на падини нагиба већег од 7%, пожељно је да се путем доследне примене гребенског орања временом формирају наорне терасе ширине 6–12 m (зависне од нагиба падине). Примену ове противерозионе мере треба уводити поступно, јер она у нашој пољопривредној пракси није много позната. Ширина наорне терасе зависи од природног нагиба падине, а према истраживањима у суседним земљама (Бугарској и Италији), ширине тераса су:

Таб. 39. Ширина наорних тераса

Нагиб падине	Ширина терасе	Попречни нагиб терасе
3,5% – 5%	15,00 m	2° (3,49%)
5% – 8%	12,00 m	2°
8% – 15%	9,00 m	2°
15% – 25%	6,00 m	2°

На падинама са падом преко 25% терасе не треба формирати, јер се површине не могу користити као оранице. Примена наорних тераса је нарочито погодна при подизању винограда на већим нагибима падина, где се уважавају и нагиби 25–30% са ширином наорне терасе од 4,00 m, на којој се формира један ред лозе. На тераси ширине 6,00 m формирају се два реда лозе, на 9,00 m три реда, на 12,00 m четири реда и на 15,00 m пет редова винограда.

Наорне терасе су у подужном смислу потпуно хоризонталне, а у попречном имају нагиб ка низбрдној страни од 2° (3,49%). Неопходно је нагласити да је при подизању нових винограда на предметном подручју обавезно придржавати се предњег упутства.

3. Терасице за пошумљавање

Терасице за пошумљавање у пракси све више замењују раније широко примењивану ретенцију – градоне, као мера која захтева знатно мање трошкова. Израђују се орањем (3–4 бразде) по хоризонтали или у случајевима великих нагиба (преко 30%) – ручно. Обрађени површински слој се формира у виду платоа ширине 0,5–1,0 m са контрападом (нагиб ка узбрдној станици) од 10%. Обрада се врши до дубине 30 cm (минимум 20 cm) уз истовремено копање јама Ø 30 cm, дубине 30 cm, у које ће се потом вршити садња садница лишћара или четинара из контејнерске производње.

4. Травни појасеви (илофилтри)

Илофилтри су појасеви специјалног састава, а служе за пречишћавање воде која тече површински и улива се директно у акумулацију. Састављени су од шумских и ливадских појасева који се смењују и обично чине систем од три шумска и четири травна појаса. Ширина шумских појасева дефинисана је под тачком 2. овог поглавља, а ширина травних појасева је 7–15. Ови појасеви задржавају вучени нанос и највећи део суспендованог наноса из сливајућег млаза. Постављају се попречно на правац кретања воде као непрекидан појас ако је долина слабо изражена или као прекинут појас ако је корито изражено. Овакве појасеве треба урадити по ободу целе акумулације где год нема шуме.

7.3.2. Биолошки и биотехнички радови

1). Пошумљавање

У оквиру Програма заштите земљишта од ерозије на предметном подручју планирана су пошумљавања еродираних површина, и то:

- лишћарима,
- четинарима
- багремом и
- садњом жбунастих врста.

Пошумљавање лишћарима планирано је у мањој мери, углавном у циљу обједињавања појединих постојећих шумских комплекса. Начин пошумљавања одређен је теренским условима. Избор врста овде није условљен, јер се могу користити све лишћарске врсте које аутохтоно успевају на овом подручју.

Пошумљавање четинарима.- На површинама угроженим јачим процесима ерозије, а посебно у приобалним стрмим речним појасевима, планирано је пошумљавање четинарима као пионирским врстама. Начин пошумљавања условљен је теренским приликама, а избор врста се своди на првенствено црни бор – *Pinus nigra* Ам., бели бор – *Pinus sylvestris*, Вајмутов бор – *Pinus strobus* L. и смрчу – *Picea exelsa* Link. Пошумљавања вршати углавном на терасицама и ређе на градонима када су нагиби падина велики. Углавном ће овај начин пошумљавања преовлађивати.

Пошумљавање багремом.- Површине које су угрожене јачим и ексцесивним ерозионим процесима, као и међупростори већ формираних багремових култура, планиране су за пошумљавање багремом. У принципу, услед познатих деструктивних утицаја багрема на земљиште, пошумљавање багремом се своди на минимум. За планиране површине пошумљавање извршити једногодишњим садницама багрема на јаме са око 5.000 комада по хектару.

2). Биотехнички радови у сливу

Ради постизања стабилне ситуације у погледу до сада развијених процеса ерозије у сливу, после анализе постојећих услова, предлог антиерозионих мера свакако треба да садржи знатне радове на успостављању биотехничке стабилности.

Биолошку компоненту свакако треба да чине радови на смањењу површина под голетима. У оваквим случајевима, када свако претерано спирање земљишта директно доприноси смањеној пољопривредне и шумарске производње. Досадашња истраживања интензитета ерозије као и приметни трагови акумулираног наноса у хидрографској мрежи, потврђују оријентацију у погледу заштите. Приметна замућеност водотокова, посебно после падавина већег интензитета, указује на сталне губитке ситних фракција земљишта из слива. Део слива који је третиран ранијим захватима са градонима нису очигледно довољни да смање процес ерозије или да га барем сведу у толерантне границе.

Пошумљавање делова слива свакако треба обавити јер шума по природи побољшава режим отицања. Пошумљавање мора да успе у највећој могућој мери. При томе је за препоруку да се користи најквалитетнији садни материјал, по могућству са садницама из контејнера. Садња би морала да се обавља у најподесније време а нега култура би била неизоставна. На голетима у сливу би очекивани ефекти од пошумљавања на класичан начин требало чекати извесно време и зато треба применити максимално ефикасне мере. То је разлог за препоруку низа осталих мера које су проверено ефикасне а дејство им се осећа у краћем року од класичног пошумљавања.

Пошумљавањем у сливу, које ће се одговарајућим врстама третирати знатни делови слива, обезбедиће се смањење опасности од плувилне ерозије а такође ће се

повећати инфилтрација што доводи до смањења површинског отицања воде. Тиме се смањује интензитет ерозије на падинама али и могућност нагле концентрације веће количине воде у хидрографској мрежи што доводи до знатног смањења шпицева поплавних таласа. У шумама доброг склопа често пута и после јаких киша се не јавља површинско отицања што је свакако велики допринос смањењу опасности од поплава. Предложене мере треба да у знатној мери допринесу стабилизацији свих покретних фракција земљишта. При томе ће се издвојити делови слива са већим падовима и оним на подесним експозицијама ради постављања **градона**. Они су очигледно неопходни јер се пошумљавање на њима у оваквим условима сматра поузданом методом. Без обзира на цену коштања израде и пошумљавања на градонима треба имати у виду значај објекта и потребу за што мањим отицајем. На стрмијим падовима јужнијих експозиција градони су потпуно компетентна мера. Искуства на њиховом постављању олакшаће обраду делова слива. Градоне треба применити на падинама који су под голетима али и на деградираним ливадама и пашњацима. Дужине градона треба прилагодити терену а у сваком случају треба избећи опасности од проваљивања система.

На подесним местима, по потреби могу се препоручити градони мањих димензија, све у циљу остваривања максималних ефеката у погледу спречавања отицања. Ово такође важи и у случајевима када се између градона процени да су могућа допунска пошумљавања међупростора. Растојања садница на градонима треба да су мања (до 1,0 м) јер се предпоставља да ће се све површине максимално неговати а то подразумева правилно одржавања покривности и мере прореди сваких пет година. Ефикасност антиерозионе заштите површина под градонима ће се свакако повећати уколико се за стрмије делове планира осигурање градона плетерима.

У деловима који се налазе под лошијим шумама могу се применити једноставнији и мање скупи одјекти пошумљавање на терасе, са обавезним конструисањем контра пада или на класичан начин. То ће свакако зависити од степена деградације, близине акумулацији, експозициј и нагибима терена.

Терасирање у класичном смислу за пошумљавање би се могло изоставити. Уместо тога се пошумљавање може обавити по шах-матском распореду са мањим растојањима садница (максимално до 1,5 x 1,5 метар растојања) уз више пажње при садњи и са пажљивијом негом после пошумљавања. Уколико се пак испостави да су потребна претходна терасирања, макар то била само садња на терасице (припрема терасе мањих димензија, за једну до три саднице), и такве површине би имале своје место. У зависности од локалних услова на овај се начин такође може пошумити део слива.

Делови површине у сливу, они који се налазе у близини насеља и по традицији су намењене за воћњаке и винограде, могу се третирати **инфилтрационим банкетима**. Ова би мера била намењена само за воћке јер би за пошумљавању ипак била превише скупа. Наводи се овде као део сложеног система биотехничких мера за заштиту од ерозије мада за остала побољшавања услова у сливу такође долазе у обзир. Банкете би требало конструкцијски прилагодити максималној безбедности од проваљивања а такође оставити могућност за примену механизације. Присуство становника у деловима слива указује на потребу савремене обраде али приликом избора типа механизације оставити могућност за примену система који мање загађују површинске воде. Осим примене одговарајућих уља, горива треба имати у виду и употребу средстава за заштиту биља која мање загађују земљиште и воду. Такође треба обавезно планирати затрављивање делова банкета како би се после њихове израде максимално смањило спирање.

Осигурање делова шарпи на путевима или на стрмим обалама реке или притока, могуће је обавити **плетерима** са или без додатног пошумљавања. Ова једноставна, јефтина али уједно и ефикасна мера још није изгубила на значају и треба је планирати на максималном броју места као ефикасну.

Веће комплексе површина на којима се планира постављање антиерозионих биотехничких радова могуће је заштитити неким од **система контурних ровова**. Ова се мера дуже време не користи због високе цене извођења али је познато позитивно дејство. Својим учинком када је у питању заустављање наноса у сливу свакако их треба поново активирати. Ови објекти се могу и посебно уклопити у систем спречавања сливања наноса по потреби са појединих делова слива. Одлуку о њиховом постављању, начину димензионисања и времену постављања треба разматрати од случаја до случаја, кроз главни пројекат. Контурне ровове треба избегавати на нестабилним падинама.

Осим објеката којима ће се третирати делови површина слива или корита, неопходно је применити а и за препоруку је да се смањи **путна ерозија** која је регистрована у сливу, посебно на локалним и шумским путевима, који се због неодржавања често претварају у јаруге. Изградњом канала поред путева, њиховим осигуравањем од проваљивања као и обезбеђивањем реципиента за воду од њих допринеће се заштити слива од ерозије и од наглог сливања и брзе концентрације воде у поплавне таласе. Додатно осигурање реципиената за воду са путне мреже може се обавити посебно изведеним пошумљавањем или затрављивањем.

3). Пољопривредне културе

На пољопривредним (ратарским) површинама угроженим јачим ерозионим процесима, као што су, по правилу, оранице на падини нагиба преко 20% и воћњаци, планирано је формирање травних површина путем затрављивања:

- смешом семена плементних трава и
- сетвом монокултура легуминоза.

Затрављивање сетвом смеше семена плементних трава је изузетно значајна противерозиона мера, те заслужује детаљнију анализу поступка затрављивања (обрада и сетва) и избора оптималних травних врста за предметно подручје.

Скромно искуство у борби против ерозије формирањем травних површина указује да свако подручје услед микроклиматских и обичајних услова има своје специфичности, из којих резултирају одређене смеше. У том смислу најсигурнија је она смеша која је утврђена експериментално кроз дужи низ година. Међутим, с обзиром на чињеницу да таквих експеримената на овом подручју није било, морамо се задовољити уважавањем карактеристика сличних подручја на којима су истраживања вршена, те се условно предлажу следеће смеше трава:

Таб. 40. Смеша трава за хумидне терене

Назив	Учешће у смеси	
Високе траве		
Мачји реп (Тимотијева трава) – <i>Pheleum pratense</i> L.	15%	6,0 kg/ha
Јежевица – <i>Dactylis glomerata</i> L.	15%	6,0 kg/ha
Ливадски вијук (високи типац) – <i>Festuca pratensis</i> Nüds	10%	4,0 kg/ha
Безосни власен – <i>Bromus inermis</i> Leys.	10%	4,0 kg/ha
Ниске траве		
Трава ливадарка – <i>Poa pratensis</i> L..	10%	4,0 kg/ha
Црвени вијук – <i>Festuca rubra</i> L.	10%	4,0 kg/ha
Обична ливадарка – <i>Poa trivialis</i> L.	5%	2,5 kg/ha
Махунице (<i>Leguminosae</i>)		
Црвена детелина – <i>Trifolium pratense</i> L.	10%	5,0 kg/ha
Бела детелина – <i>Trifolium repens</i> L.	10%	5,0 kg/ha
Дуњица – <i>Medicago lupulina</i> L.	5%	2,5 kg/ha

Из предњег се закључује да у предложеној смеси за хумидне терене учествују:

Назив	Учешће у смеси	
Високе траве	50%	20 kg/ha
Ниске траве	25%	10,50 kg/ha
Махунице	25%	10,50 kg/ha
	100%	43,00 kg/ha

Оваква смеша трава би одговарала за слив реке Колубаре.

Таб. 41. Смеша трава за сувље терене (јужна и западна експозиције)

Назив	Учешће у смеси	
Високе траве		
Мачји реп (Тимотијева трава) – <i>Pheleum pratense</i> L.	10%	4,0 kg/ha
Француски љуљ (утринац) – <i>Avena elatior</i> L.	15%	6,0 kg/ha
Безосни власен – <i>Bromus inermis</i> Leys.	15%	6,0 kg/ha
Ниске траве		
Жути овсик – <i>Trisetum flavescens</i> L.	10%	6,0 kg/ha
Црвени вијук – <i>Festuca rubra</i> L.	15%	6,0 kg/ha
Обична росуља (рудача) – <i>Agrostis fulgaris</i> With.	10%	6,0 kg/ha
Махунице (<i>Leguminosae</i>)		
Дуњица – <i>Medicago lupulina</i> L.	10%	6,0 kg/ha
Жута луцерка – <i>Medicago falcata</i> L.	10%	6,0 kg/ha
Црвена детелина – <i>Trifolium pratense</i> L.	5%	3,0 kg/ha

Из предњег прегледа се види да у предложеној смеси за сувље терене учествују:

Назив	Учешће у смеси	
Високе траве	40%	16,0 kg/ha
Ниске траве	35%	18,0 kg/ha
Махунице	25%	15,0 kg/ha
	100%	47,0 kg/ha

Већи део површина под воћњацима је без или са slabим травним покривачем, посебно на падинама већег нагиба, те представљају значајно жариште ерозије. У циљу санације ерозионих процеса у воћњацима, овде се дефинише следећи режим заштићености тла од дејства водне ерозије:

- до нагиба падине 10% нису потребне посебне заштите тла;
- у воћњацима где је нагиб падине 10–15% довољна је заштита тла мулчирањем;
- на нагибу 15–25% неопходно је формирање травних појасева ширине до 5,00 m, односно ширирне колико износи међуредно растојање у воћњаку, с тим што је неопходно затравити сваку другу међуредну површину;
- на нагибу изнад 25% неопходно је затрављивање целокупне површине под воћњаком.

Затрављивање системом појаса или целокупне површине тла у воћњацима врши се сетвом семена легуминоза било које врсте, изузев луцерке. Најповољније и економски најоправданије је гајење смеше црвене и беле детелине, што се посебно препоручује за воћњаке.

7.3.3. Мелиорације

а) Шумске мелиорације

У оквиру неопходних мелиорационих захвата на површинама под шумом, овим Програмом су планиране:

- ресурекциона сеча и
- попуњавање проређених шума и шикара.

Ресурекциона сеча.- Ресурекциона сеча, као облик природног подмлађивања ниских шума и шикара, при повољном режиму чувања и заштите шумских површина даје добре резултате.

Друга подобност примене овог мелиорационог захвата налази се у економској оправданости, јер захтева врло мале трошкове. При ресурекционој сечи неопходно је посећи сва оштећена, болесна, деформисана и закржљала стабла, тако да на третираној површини остану само добро развијена стабла – уколико их има. Сеча се врши у висини кореновог врата, што значи да висина пања не сме бити већа од цца 20 cm. Рез мора бити гладак и кос, те се сеча врши најчешће косиром или оштром секиром, а изузетно код стабала већег пречника и тестером. На овај начин се поспешује избојна снага вегетативних и успаваних пупољака, који по правилу дају здраве и јаке избојке.

По извршеној сечи неопходно је да се на третираној површини успостави шумски ред уклањањем свег крупнијег материјала ван третиране парцеле.

Под појмом чувања и заштите третираних површина подразумева се забрана било каквих допунских интервенција и испаше стоке, о чему треба посебно водити рачуна.

Попуњавање проређених шума и шикара планирано је на свим површинама под шумским растињем где је обраст оцењен као недовољан, а склоп непотпун или прекинут, односно где је учешће прогала (шумских чистина) веће од 30%. Попуњавање се врши садњом углавном четинарских врста (очетињавање), а пре свега црним бором који се показао као најповољнија врста у смислу брзине раста и синергизма са аутохтоним врстама храста (*Quercus* spp.), јасена (*Fraxinus* spp.), граба (*Carpinus* spp.), и другим врстама станишних услова предметног подручја.

Попуњавање се обавља садњом садница старости 2–3 године, а изузетно се могу користити и једногодишње саднице из контејнерске производње, под условом појачане неге и заштите. На падинама са нагибом већим од 30% садњу вршити на припремљеним терасицама за пошумљавање, а на осталим површинама применити попуњавање садњом у јама. Минималне димензије јама су: Ø 30 cm и дубина 30 cm.

б) Пољопривредне мелиорације

У склопу пољопривредних мелиорација акценат је дат на мелиорацију травних површина, које су на предметном подручју заступљене у значајној мери, а налазе се у стању деградације и слабе функције у смислу заштите земљишта од ерозионих процеса.

Имајући у виду картирано стање травних површина, планирани су следећи радови:

- мелиорација потпуном обрадом и
- мелиорација делимичном обрадом.

Мелиорација потпуном обрадом планирана је за површине на којима се налазе деградирани пашњаци, који су услед прекомерног коришћења дошли у стање слабог флористичког састава и значајне механичке оштећености тла. Овај мелиорациони захват обавља се по истом поступку као и нормално затрављивање еродираних површина, што значи да је неопходно орање до дубине 30 cm, фина обрада површинског слоја, сетва смеше семена племенитих трава и ваљање. За сетву користити смеше семена дефинисане у овом поглављу. На површинама са псеудоглејним земљиштем применити и допунску меру дубоког растресања земљишта у циљу побољшања водно-ваздушног режима.

Мелиорација делимичном обрадом планирана је на површинама које се користе као пашњаци и делимично као ливаде, а налазе се у стадијуму деградације. Под стадијумом деградације подразумева се стање травне површине у фази слабљења флористичког састава и мање механичке оштећености изазване недостатком неге и одржавања уз коришћење за испашу.

Мелиорациони захват се састоји из парања површинског слоја тешком дрљачом и подсејавања одговарајуће прописане смеше семена племенитих трава, с тим што се по једном хектару утроши 50% предвиђене количине семена за затрављивање. По извршеној сетви обавља се ваљање површине у циљу бољег “лепљења” унетог семена за тло. У случајевима када се мелиорација делимичном обрадом врши на псеудоглејним земљиштима, препоручује се претходна мера дубоког растресања тла у циљу поправљања водно-физичких особина. При оваквим ситуацијама дрљање није неопходно, већ се подсејавање може вршити након дубоког растресања, а потом само ваљање.

7.3.4. Технички радови у хидрографској мрежи

Од техничких радова у кориту главног тока и притока предвиђају се следећи радови:

- преграде,
- прагови и
- фиксациони (консолидациони) појасеви
- регулације доњих токова кроз насеља.

Преграде су попречни објекти са корисном висином изнад 2.0 m.

Преграде и прагови (корисне висине до 2,0 m) имају вишеструку улогу:

- осигуравају попречне профиле корита бујичног тока од даљег дејства процеса дубинске ерозије;
- задржавају нанос (углавном вучени) у заплаву све до потпуног засипања преграда:
- представљају препреку даљем снижавању дна корита, услед постојаности низа стабилних тачака, које формирају нови (вештачки) ерозиони базис у бујичном кориту;
- услед смањивања уздужног пада корита бујичног тока смањује се, као што је познато, брзина кретања воде, а такође се смањује и потискујућа сила воде, а тиме и њена транспортна способност за пронос наноса.

Према конкретним условима на терену главним пројектима ће се решавати тип прагова и преграда. Најчешће попречни објекти се граде од бетона, камена у цементном малтеру или габиона. У јаругама се често граде прагови од камена у суво познате као рустикалне преграде.

Фиксациони (консолидациони) појасеви, као објекти за консолидацију дна водотока, предвиђени су углавном за главни токове већих бујичних водотокова. Наиме, на ушћу притока формирају се велики спрудови вученог наноса, које велике воде главног тока носе низводно. Да касније не би дошло до уношења тог наноса у будуће водне акумулације акумулацију или ретензије, треба на погодним местима низводно од тих спрудова изградити фиксационе појасеве који ће заувек тај нанос задржати на том локалитету.

Регулације обезбеђују несметан пролаз поплавних таласа бујичних токова кроз насеља и испод саобраћајница које се штите. Кроз насељена места се раде са облогом од КЦМ или бетона, док кроз пољопривредне терене могу бити и регулације у природном материјала (регулације у земљи).

7.3.5. Забране

Под забранама у овом смислу подразумевају се популарно назване „административне забране“, које су посебно значајне са становишта свеобухватности борбе против ерозије. Њихови м усвајањем, спровођење постаје велика обавеза како власника одговарајућих парцела, тако и одговарајућих инспекцијских органа управе.

У оквиру ове Студије, са становишта спречавање развоја ерозионих процеса, увидом на терену дошло се до закључка да су неопходне следеће забране:

- разоравање ерозијом угрожених површина;
- гајење окопавина на падинама са падом већи од 7%;
- испаше на травним површинама на одређени период;

- испаше у шумама и шумским културама;
- кресање лисника;
- неконтролисане сече и крчење шума;
- механичког оштећења тла свих облика.

Забрана разоравања ерозијом угрожених површина односи се првенствено на разоравање травних култура на нагибу већем од 12,5% у циљу формирања ораничних (ратарских) површина. Ова одредба се не односи на делове под травним површинама у систему контурно појасне обраде земљишта (стрип културе). Поред тога, забрањује се свакогодишње орање површина које се сада користе као оранице, а налазе се на падини са нагибом 20–25%. Орање на оваквим површинама дозвољено је периодично – сваке треће године.

Површине које се сада користе као оранице, а налазе се на падини нагиба преко 25%, усвајањем ове Студије не смеју се убудуће орати и користити за ратарске културе, већ се на њима морају формирати дугогодишње травне или шумске културе, зависно од тога како је у склопу детаља планирано.

Забрањено гајење окопавина односи се на све ораничне површине на нагибу већем од 7%. Ова одредба се не односи на ораничне површине у систему контурно појасне обраде.

Забрана испаше на травним површинама је временска забрана за одређени период, тип и квалитет травне културе и то:

Тип травне културе	Квалитет	Време испаше (год.)	забране
Пашњак	Мелиорисан потпуном обрадом	2,00	
Пашњак	Мелиорисан делимичном обрадом	1,00	
Ливада-природна	Мелиорисана	1,00	
Ливада формирана затрављивањем ораница	Затрављивање потпуно успело	2,00	

Испаша на ливадама је дозвољена само по извршеном задњем кошењу и у периоду када је земљиште суво и отпорно на механичка оштећења. На пашњацима спроводити прегонску испашу, у правилно одређеним турнусима.

Забрана испаше у шумама и шумским културама је потпуна и коначна мера без изузетака и толеранције, то се као таква мора спроводити у духу Закона о шумама.

Забрана кресања лисника у шумама такође је потпуна и коначна, као и забрана скупљања и изношења лисника из шуме. Кресање лисника дозвољено је само у случају појединачних стабала и мањих сеоских забрана површине до 0,5 ха.

Забрана неконтролисане сече и крчења шума потпуна је и коначна одредба у духу Закона о шумама. Такође треба забранити спровођење чисте сече као начина газдовања шумама.

Забрана механичког оштећења тла свих облика подразумева сва површинска разарања у циљу вађења камена или песка, изградње саобраћајница, стамбених или других зграда, копање бунара и свих других начина оштећења која ремете стабилност и морфолошко стање одређене површине или подручја. Ова одредба се не односи на радове у склопу заштите од ерозије, мелиорационе радове и санацију нестабилних подлога.

Све ове забране као и начин газдовања земљиштем дефинише се у оквиру Плана издвајања ерозионих подручја, које усваја Скупштина локалне самоуправе и даље преко својих инспекција спроводи. (Према Закону о водама Републике Србије).

Противерозионе мере и радови на пољопривредним површинама Контурно појасна обрада (стрип културе)

Као противерозиона мера која се у свету широко примењује, за наше услове уситњености пољопривредних поседа, није значајније примењивана. Изузетно је њена примена могућа те је предвиђена овом Студијом. Спроводи се на ратаским површинама нагиба преко квалитета вегетације, обавезна је на свим ораничним, травним и воћарским површинама. Овом Студијом се одређују минималне количине комплексних ђубрива, и то:

Таб. 42. Потребна количина ђубрива

Врста културе	Количина ђубрива (kg/ha)	
	за основно ђубрење	за прихрањивање
Ораница	200,00	200,00
Мелиорисана травна површина	300,00	100,00
Природна травна површина	300,00	–
Воћњак	200,00	200,00
Пошумљена површина	100,00	100,00

Стварне потребе појединих површина и култура у погледу количине вештачких ђубрива добијају се у оквиру обавезне контроле плодности земљишта коју треба шире применити, а спроводи је Институт за земљиште у Београду.

2. Контурно орање је једноставна, али врло значајна и ефикасна противерозиона мера. Обавезна је за све ораничне површине на нагибу већем од 3%. Спроводи се орањем по хоризонталу. Тако извршеним орањем плужна бразда представља мали хоризонтални ров који у себи задржава воду и помаже да се она упије у земљиште. Поред рационалније дистрибуције воде, систем контурног орања утиче у великој мери на повећање приноса и смањење продукције наноса.

3. Гребенско орање обавезно је за запремину на ораничним површинама у интервалу нагиба 7–12,5%. Постиге се приликом основне обраде земљишта четворобразни м плугом, ако се на првом и трећем плужном телу скину плужне даске или се поставе дуж даске од друге и четврте. При оваквом орању формирају се у земљишту шире и дубље бразде које задржавају већу количину воде од оне која се задржи једноставним контурним орањем.

4. Коришћење стајског ђубрива планирано је првенствено за ораничне површине у циљу поправљања структуре земљишта, његове физиолошке маћи и повећања вредности рН у случајевима повећане киселости. Примена је ограничена расположивим количинама, те се не предвиђа као обавезна, већ само потребна и корисна мера у смислу смањења ерозионих процеса.

5. Коришћење минералних (вештачких) ђубрива као посредна противерозина мера која се огледа кроз повећање бујности и квалитета вегетације, обавезна је на свим ораничним, травним и воћарским површинама.

Овим се одређују минималне количине комплексних ђубрива, и то:

ВРСТА КУЛТУРА	Количина ђубрења (kg/ha)	
	за основно ђубрење	за прихрањивање
Ораница	200,00	200,00
Мелиорисана травна површина		
Природна травна површина	300,00	100,00
Воћњак	200,00	200,00
Пошумљена површина	100,00	100,00

Стварне потребе појединих површина и култура у погледу количине вештачких ђубрива добијају се у оквиру обавезе контроле плодности земљишта коју треба шире применити, а спроводи је Институт за земљиште у Београду. Стварне потребе појединих површина и култура у погледу количине вештачких ђубрива добијају се у оквиру обавезе контроле плодности земљишта, коју треба шире применити, а спроводи је Институт за земљиште у Београду.

Мулчирање, као специфична метода заштите земљишта, састоји се у покривању угрожене површине с тањим или дебљим слојем неке органске материје, као што су: слама, кукурузовина, плева, сено, дрвена струготина, компост или специјална хартија. Слој органске материје која се разастире по површини земљишта штити га од сабијања и разарања његове површинске структуре путем ударања кишних капи, што у великој мери смањује ерозију. Ова мера је у оквиру Програма планирана првенствено за воћњаке, и то: код воћњака на падини нагиба 10–15%, односно 15–20% уколико није примењена мера формирања травних појасева.

7.4. Усклађивање противерозионог уређења слива са захтевима експлоатације шума на том подручју

Познато је да шуме имају позитивно дејство како на квалитет воде тако и на режим отицања вода. Наиме, у шумовитим сливовима режим отицања воде је много равномернији и знатно је веће учешће корисних вода него у обешумљеним сливовима.

Због тога се у сливу реке Колубаре мора посебно водити рачуна о начину газдовања шумама, а посебно о експлоатацији шума. Газдовање шумама треба да буде усмерено тако да шума увек земљишту пружа заштиту од ерозије, што значи да чисту (голу) сечу као меру гајења шума и начин експлоатације треба избегавати, тј треба је забранити.

У том смислу, радне организације које газдују шумама у сливу Колубаре треба да ускладе начин газдовања шумама са антиерозионим захтевима. Проглашењем слива или дела слива Колубаре за ерозионо подручје, организације које газдују шумама биле би обавезне да се приликом газдовања шумама, тј. експлоатације, придржавају захтева за заштиту слива од ерозије. Проглашења треба да ураде све општине на подручју слива Колубаре што је њихова обавеза према Закону о водама Републике Србије.

7.5. Одводњавање и заштита саобраћајница од дејства воде

Поред заштите од поплава већих (алувијалних) водотока врло је значајно решити и проблем одводњавања путева од падавинских вода. У том циљу треба поред изграђених јаркова и одводних канала водити стално рачуна о њиховом одржавању јер долази до засипања наносом или неким другим материјалом и оштећења.

7.5.1. Утицај воде на стабилност објекта

Један од најчешћих узрока проблема насталих код саобраћајница током градње и периода експлоатација је прикупљање и каналисање површинских и подземних вода.

Поред проблема везано за заштиту средине од могућих полутаната (техничка вода из грађевинске механизације, изливања токсичних/опасних материја услед несрећа или квара возила која се решавају применом заштитних фолија и сепаратора), вода својим дејством најчешће угрожава стабилност геотехничких објеката па се приликом пројектовања посебна пажња мора усмерити на проналажење адекватних заштитних мера. То дејство може бити различито а зависи од карактеристика терена и материјала од којих је објекат грађен: хидрогеолошких карактеристика терена, геолошке грађе, геомеханичких и геотехничких карактеристика материјала.

Осим наведеног постоје и други значајни фактори који утичу на избор мера заштите и зависносе од начина појаве воде, врсте објекта и других спољних утицаја.

Гледано у контексту времена дејство воде на радове и објекте могу се јавити у:

- Фази грађења,
- Фази експлоатације након изградње.

У фази грађења утицај се манифестује кроз отежане услове приликом ископа и уграђивања земљаног материјала (нпр. стабилност привремених косина, збијајне насипа и сл.) док су у фази након завршене изградње проблеми везани за ерозију, стабилност косина (усека и насипа), носивост и трајност објекта.

Неки од начина испољавања штетних утицаја воде су:

- Осцилације нивоа код текућих и мирујућих вода могу довести до испирања материјала услед чега се мења његова структура и карактеристике. Очигледан и најдрастичнији пример су таласи код река и језера који својим дејством разарају обалу тј. косину насипа. Такође површинска вода може утицати на режим подземних вода,
- Ерозија, испирање и браздање узроковано падавинама, поред лошег естетског утиска, могу довести до дестабилизације косина,
- Стварање ледених сочива у тлу или објекту услед ниских температура у зони дејства мрза и стварање шупљина након одмрзавања доводи до смањивања носивости и деформација горњег строја пута под саобраћајним оптерећењем,
- Подземне воде могу довести до појаве клизања, цепања и одваљивања косина усека и насипа. Могу бити „гравитационе“ настале инфилтрирањем површинских вода и/или „негравитационе“ настале капиларним пењањем у зависности од врсте материјала,

Постоје разноврсне заштитне мере од утицаја воде које се могу применити и зависе од врсте утицаја и теренских услова.

7.5.2. Технички радови за заштиту путева од површинских вода

Техничке мере заштите саобраћајнице (привремене или трајне) могу бити подељене у три групе:

- Одводњавање површинских вода,
- Дренажање подземних вода,
- Заштита косина

Избор мера које ће бити примењене зависи од начина појаве воде, локалних теренских услова и категорије саобраћајнице али су обично комбиноване заједно.

Површинско одводњавање (прилози 9 и 10)

Површинским одводњавањем се прихвата атмосферска вода са терена или коловоза и одводи отвореним каналима различитог пресека (трапезасти, сегментни или троугаони) а чија димензија зависи од количине воде коју прихватају. Подужни падови канала се прилагођавају теренским условима како би се спречило таложење материјала (код малих нагиба) или ерозија дна и косина (већи подужни пад) услед брзине тока воде. За подужне падове канала мање од 2% и веће од 4% потребно је извршити облагање дна бетоном или каменом уколико су грађени у растреситом или невезаном материјалу. За канале у нагибу између 2% и 4% довољно је затрављивање док је за веће нагибе (преко 7%) потребно извршити каскадирање и облагање дна каменом калдрмом.

При пројектовању отворених канала (одводних или заштитних) потребно је воду одвести најкраћим путем ван зоне објекта, ка водотоку или реципијенту. Уколико у близини не постоје исти и теренске карактеристике то не омогућавају (нпр. у равничарским пределима) потребно је размотрити могућност израде упијајућих ровова или бунара (бушотина).

Прихватање воде са коловоза може се вршити слободно каналима (преко банкина и косина) и риголима. Уколико се ради о „затвореним“ системима одводњавања потребно је воду са коловоза третирати кроз систем пречишћавања (сепаратор) пре испуштања у канале за прикупљање воде са околног терена или водотокове.

Дренажање подземних вода (прилози 9 и 10)

Дренажање подземне воде неопходно је због следећих разлога:

- Одвођење воде из постељице или доњих (невезаних) слојева коловозне конструкције,
- Снижавања нивоа подземне воде у случајевима када је он висок,
- Прихватање воде из подземног водотока,
- Побољшање стабилности објекта или терена уколико је стабилност нарушена (клизишта).

Ово се постиже плитким дренажама или дренажним шлицевима различитих димензија и дубина. Могу бити једностране, обостране у односу на саобраћајницу, попречне или подужне, појединачне или пројектоване као дренажни системи при санацији клизишта.

Могу се применити различити типови дренажних цеви а као испуна користе се филтерски материјали уз могућу комбинацију са геотекстилом. Улога филтерског слоја и геотекстила је спречавање продора ситних честица из природног тла и запушавања дренажне цеви. Ово се постиже правилним избором гранулометријског састава односно применом филтарских правила. Код полагања у ровове пожељно је припремити глинену или бетонску подлогу пре полагања цеви.

Посебну пажњу треба посветити испустима дренаже у канале као и редовној контроли. У циљу тога потребно је предвидети ревизионе шахтове и остале елементе система за одводњавање.

Заштита косина

Заштита косина од дејства површинске воде спроводи се на два начина:

- Биолошки (засадима и затрављивањем)
- Механички (облагање различитим материјалима)

Циљ биолошке заштите је да се одговарајућим растињем учврсте и озелене косине терена и објекта. На овај начин, уз мање трочкове косине се могу заштитити од ерозије уз смањивање садржаја влаге у тлу. Поред наведеног постиже се низ других ефеката везано за естетски утицај и уклапање у околни терен. Спроводи се хумузирањем, хидросејањем, побусавањем, поплетом (живим или инертним) и засадима (врба, багрем, бреза и сл.).

Механичка заштита косина се примењује се у случајевима када је због нагиба косина, великих падавина, брзина токова воде или састава тла немогуће применити. Примењује се за заштиту косина од утицаја стајаћих и текућих вода, леда и таласа а нарочито када је брзина воде већа од 0.5м/с или ако је дуже време под водом.

Код земљаних материјала примењује се камена облога/калдрма (може се полагати на подлогу „у суво“ или са цементним малтером), бетонски блокови или плоче. Примењују се, у зависности од услова, различите дебљине али дебљина елемента облоге и подлоге заједно мора бити већа од дубине продирања мраза. Ножица обложене косине на коју се облога ослања може се изградити као камени набачај, наслага или зид а у зависности од материјала облоге. Мора бити стабилна и отпорна на механичке утицаје како би обезбедила стабилност целе облоге.

Механичка заштита косина у стени примењује се због пукотина, прслина, нестабилних места и распадања стене под дејством климатских утицаја и ерозије. Могу се применити различити методи заштите а најчешћи су прскани бетон, челична мрежа (некад у комбинацији са вегетативним мерама) и сидрење (најчешће у комбинацији са гредама и прсканим бетоном).

Може се закључити да је један од најчешћих узрока настанка оштећења и нарушавања стабилности објекта неодржавање/запуштање постојећих система одвођења површинских и дренажања подземних вода као и неправовремене интервенције код појава првих знакова ерозије услед теренских услова. У том смислу потребно је спроводити честе инспекције као и редовно одржавање свих елемената система заштите од утицаја воде.

8. ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ ЗАШТИТЕ ОД ЕРОЗИЈЕ И ОДБРАНЕ ОД БУЈИЧНИХ ПОПЛАВА У СЛИВУ РЕКЕ ОБНИЦЕ

8.1. Увод

Да би се дефинисала ерозиона подручја, у складу са прописаном “Методологијом за одређивање ерозионих подручја”, било је неопходно прикупити бројне подлоге. За израду пројекта коришћене су карте, планови и подаци које прикупљају, обрађују, израђују и објављују надлежне службе, као и подлоге и подаци из фонда Шумарског факултета Универзитета у Београду. Набављене су следеће подлоге и подаци:

- Основна топографска карта размере 1:25.000
- Аерофото снимци
- Геолошке и педолошке карте
- Хидрометеоролошки подаци

Како је ерозија земљишта на терену категорија променљива са временом, логично је и да елаборати који се израђују морају бити подложни сталној контроли и ревизији у складу са променама стања на сливу. Нажалост, картографски подаци и аерофото снимци још су веома ретко доступни у дигиталном облику. Због тога су сви потребни подаци, картографске подлоге и аерофото снимци у оквиру овог рада преведени у дигитални облик. Наведене карте и снимци су скенирани, отклоњене су грешке скенирања и усуха папира. У одговарајућем компјутерском програму, постављене су у државну координатну мрежу и размеру. Основном картографском подлогом покривене су површине слива свих значајних бујичних токова у сливу Обнице.

Наведеним начином обрађене су и припремљене за даљи рад следеће подлоге:

- Основна топографска карта подручја у размери 1: 25.000
- Педолошка карта размере 1 : 50. 000
- Геолошка карта размере 1:100.000
- Сателитски снимци размере 1:25.000, из периода 2012. године.

Обрадом наведених основних подлога израђене су следеће картографске подлоге:

Карта начина коришћења земљишта израђена је на основу аерофото снимака и одговара садашњем стању намене површина. Ова карта је израђена у векторској форми због мерљивости површина и за даљу примену.

Векторизовани су значајни детаљи основне карте као што су водотокови и значајне изохипсе. У зависности од денивелација конкретног терена биран је рационалан размак изохипси које ће се векторизовати. Еквидистанција изохипси је на 50 m. Ова карта је основа за одређивање утицаја рељефа на интензитет ерозионих процеса.

8.2. Геолошке карактеристике слива реке Обнице

Геолошка грађа сливног, односно, бујичног подручја има велики утицај на тип и генезу земљишних творевина, као и на ерозионе процесе. Познавање основне геолошке грађе је важно због реалније процене продукције ерозионог материјала на сливу и у кориту, као и могућности транспорта на ниже деонице. Приказ геолошке грађе истражног подручја дат је на основу ОГК 1:100000, листови Ваљево и Владимирци, припадајућег Тумача, као и обиласка слива реке Обнице.

Терен слива реке Обнице карактерише се сложенем геолошким грађом и тектонским односом у стратиграфском погледу терен је изграђен од најстаријих до најмлађих стена. При овоме као најстарије стене издвајају се кварцни пешчари, конгломерати, брече, аргилофилити и филити девонске старости. Посматрано са

становишта ерозионих процеса, комплекс је подложен спирању и јаружању, изражен нарочито у површинској деградираној зони. Најотпорније стене на овакве процесе су кварцни пешчари и брече. Ове стене изграђују северне делове слива. За разлику од њих, средишњи део слива изграђен је од карбонатних кречњака, пермских конгломератичних кречњака, основних кречњака и шкриљаца. Овом основном кречњачком комплексу припадају и тријаски кречњаци и делом доломити и доломитични кречњаци. Кроз ове кречњачке стене река Обница је једним делом пробила своје корито. Према својој чврстоћи ове стене су отпорне на ерозионе процесе. Карактеришу се пре свега својом испуцалошћу и карстификованошћу, због чега су подложне стварању осулинског материјала на нагнутим деловима терена. Изворишни део Обнице изграђен је од анализираних кварцних пешчара, аргилофилита и масивних кречњака. Комплекс ових стена је слабо еродибилан и може се у основи оценити стабилним. Као млађи стенски комплекс издваја се миоцени, кога чине лапори, глине, песковите глине, а делом су заступљени конгломерати и кречњаци. Од ових наслага је изграђен источни део слива и у њих су своја корита усекле леве притоке Обнице. У овим наслагама најмању отпорност имају лапоровито-глиновите насlage, у оквиру којих је при интензивним атмосферским падавинама могућа појава њиховог клижења и течења. На нагнутим деловима терена то може довести до формирања клизишта и стварања нестабилних падина. Као најмлађе творевине издвајају се алувијалне насlage дуж узане долине реке Обнице и њених притока, изграђене од крупнозрног валутичног шљунка и песка чији петрографски састав одговара геолошком склопу терена. Осим сложене геолошке грађе, слив реке Обнице одликује се и одређеном тектонском сложеносћу, израженом кроз појаву одређених раседних структура, као и синклиналним и антиклиналним облицима.

Релјефне карактеристике слива Обнице

Река Обница је река дуга 32.68 km која извире испод Медведника и на периферији Ваљева, код брда Видрак, састаје се са реком Јабланицом са којом гради реку Колубару.

Таб. 43. Основне релјефне карактеристике слива реке Обнице.

Име тока	Страна уливања	Притока	Површина слива km ²	Обим слива km	Средњи пад слива %	Средњи пад тока %
Каменица	десна	Обнице	31.10	34.61	18.56	0.57
Буковица	десна	Обнице	43.35	31.88	19.22	1.14
Речица	лева	Обнице	9.79	14.72	29.23	3.13
Обница до Буковице		Обнице	129.70	74.53	24.52	2.41
Обница до Каменице	лева	Обнице	71.66	48.84	29.00	2.76
Обница	десна	Јабланице	186.46	85.08	23.83	1.48

Слив реке Обнице заузима површину од 186.46 km² и својим током протиче кроз општину Ваљево. У сливу Обнице има мноштво бујичних токова I, II и III реда међу којима су значајније Каменица, Буковица, Речица, Обница до Буковице и Обница до Каменице.

Слив реке Обнице налази се у западном делу Србије, коритом Обнице отичу кише и снегови са планине Медведник. Подручје слива обилује свим рељефним облицима карактеристичним за планинска подручја, али и оним карактеристичним за брдовита и равничарска подручја. Коте терена крећу се од 198 m.n.m. (кота ушћа) до 1002 m.n.m (кота врха слива). Просечан пад долине је $J = 0.76 \%$.

Рељефне карактеристике слива Обнице детаљније су приказане у табели 43.

Начин коришћења земљишта у сливу реке Обнице

На основу сателитских снимака из периода снимања 2002. године, израђена је карта начина искоришћавања земљишта за територију слива реке Обнице. Начин коришћења земљишта је приказан у табели бр. 44.

На територији сливова констатовани су следећи начини коришћења земљишта:

- шуме
- деградиране шуме
- насеље
- ливаде
- оранице
- акумулација

Таб. 44. Начин коришћења земљишта у сливу реке Обнице

Име тока	Површина слива	Шума	Деград. шума	План. газд.	Ливаде	Насеље	Акумулац.
	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²
Каменица	31.10	2.76	0.58	16.74	6.87	4.13	0.03
Буковица	43.35	6.24	0.31	21.76	8.82	6.22	-
Речица	9.79	2.04	-	5.15	1.56	1.04	-
Обница до Буковице	129.70	23.45	1.42	56.82	32.86	15.13	0.03
Обница до Каменице	71.66	17.81	0.84	24.72	20.83	7.44	0.03
Обница	186.46	32.12	1.89	84.32	43.98	24.11	0.03

Потребно је нагласити да су на мањем делу сливова још увек присутне површине које се користе на противерозиони начин, али и површине на којима је тај принцип нарушен и на којима је дошло до интензивирања ерозије.

Анализа метеоролошко-климатских услова на сливу реке Обнице базира се на коришћењу података са кишомерних станица за период осматрања од (1946-2006.године). Температуре ваздуха у Србији се осматрају на мањем броју станица. Карактеристика овог подручја Вишегодишњи просек падавина за цео слив Обнице је $P_{\text{sr}} = 866 \text{ mm}$, а је континентално планинска клима средњегодишња температура за цео слив износи $t_{\text{sr}} = 10.0^{\circ} \text{C}$.

Стање ерозије и бујичности токова на сливу реке Обнице

Слив реке Обнице налази се у западном делу Србије. Прегледом општег стања ерозије у сливу дошло се до закључка да су ерозиони процеси у сливу антропошког карактера.

На настанак и развој ерозионих процеса на сливу реке Обнице имају утицај, као и на другим местима, клима, геолошко - педолошка подлога, рељеф и начин коришћења земљишта. Сваки од наведених чинилаца има своје специфичне видове појаве, који самостално или комбиновано имају широк спектар утицаја на интензитет ерозионих процеса. За дефинисање ерозионих процеса на анализираном сливу извршени су теренски истражни радови. На терену је извршено процењивање, утврђивање и верификација коефицијената и рељефних карактеристика потребних за даље прорачуне. Обрадом сателитских снимака и карата (педолошких, геолошких и других) утврђене су површине са уједначеним вредностима коефицијента. Целокупан рад са картама и сателитским снимцима обављен је савременом ГИС технологијом, која омогућава рад са реалним просторним подацима, уз велику брзину и поузданост ажурирања. Применом методе “Потенцијала ерозије”, израђена је квалитативно - квантитативна “Карта ерозије” Она је основни документ за стратешке и главне пројекте.

Таб. 45. Површинска распрострањеност ерозије у сливу реке Обнице

Име тока	Површина слива km ²	КАТЕГОРИЈА ЕРОЗИЈЕ					Коеф.ероз. Z
		I km ²	II km ²	III km ²	IV km ²	V km ²	
Каменица	31.10	-	0.87	23.07	7.00	0.13	0.500
Буковица	43.35	-	-	28.90	14.26	0.18	0.466
Речица	9.79	-	-	6.61	3.19	0.00	0.469
Обница до Буковице	129.70	-	3.28	85.80	39.43	1.15	0.477
Обница до Каменице	71.66	-	2.41	43.18	25.22	0.84	0.467
Обница	186.46	-	3.28	122.73	58.56	1.86	0.472

Основна величина којом се, методом “Потенцијала ерозије”, дефинише интензитет ерозије је коефицијент ерозије (Z). Вредност коефицијента ерозије за слив реке Обнице износи 0,472. Претежно је заступљена III и IV категорија ерозије и оне су резултат противерозионих мера које су извршене у протеклим годинама. Просечне категорије ерозије на сливу Обнице у односу на стање пре 50 година када су започети радови су ублажене за једну категорију ерозије. Разврставање ерозионих процеса је извршено у складу са примењеном методологијом, а површинска заступљеност по категоријама ерозије, приказана је у табели 45.

Досадашње активности на заштити од ерозије и бујичних поплава

Честа појава бујичних поплава, еродирани површине на сливу, као и велике количине ерозионог материјала у кориту, условили су потребу за уређењем слива. Анализом постојеће документације, установљено је да су исказане потребе за израдом обимних противерозионих радова (технички радови у кориту; биотехнички и биолошки радови на сливу). Највише је рађено на регулацији Обнице и њених притока у зонама насеља, као и на укрштањима водотокова са путним правцима. У насељу Причевићи

постоји стара бујична преграда и у Ваљевској Каменици 80-тих година на реци Каменици изграђена је мала акумулација. Није познато (према расположивој документацији) у ком обиму су извођени планирани биотехнички и технички радови.

Концепција решења

Концепцијом противерозионог уређења слива Обнице предвиђена је изградња нових и реконструкција и поправка постојећих бујичних преграда и регулација, који имају задатак да спрече продубљавање бујичних корита и да задрже вучени нанос и тиме успоставе локалне ерозиони базе. Самим тим ће смањити транспортну способност тока и његову разорну моћ.

Предвиђа се извођење и биотехничких радова (плетери, камени сандуци и друго) који имају задатак да санирају постојеће и спрече настајање нових јаруга и омогуће успешно пошумљавање, затрављивање и друге биолошке радове. Концепцијом се предлаже спровођење противерозионих мера на ерозионим подручјима у складу са законом и прописаном процедуром.

Таб. 46. Количина укупно потребних радова на сливу Обнице

Име тока	Површина слива	Потребни технички и биотехнички радови		Потребни биолошки радови	
		специфични	укупни	специфични	укупни
	km ²	m ³ /km ²	m ³	ha	ha
Каменица	31.10	104.24	3241.93	18.83	585.60
Буковица	43.35	95.70	4148.46	18.2	788.86
Речица	9.79	96.37	943.45	18.25	178.65
Обница до Буковице	129.70	76.70	9947.86	9.41	1220.94
Обница до Каменице	71.66	74.62	5347.42	9.22	1220.94
Обница	186.46	75.64	14102.90	9.31	1736.37

Методом “Потенцијала ерозије” дефинише се коефицијент ерозије (Z), на основу којег је извршен прорачун укупно потребних радова за уређење бујица и заштиту од ерозије. Прорачунате количине укупно потребних противерозионих радова за слив Обнице и његових притока приказан је у табели 46.

За израчунате количине радова потребно је 5-10 година за њихову реализацију. Та карактеристика противерозионих радова захтева систематичност и поступну реализацију. На тим поставкама предлаже се концепција решења противерозионих радова и мера коју је потребно реализовати у кратком временском року.

У сливу Обнице а на основу процењеног обима радова и стања на сливу предлаже се израда нових преграда. Нове преграде су предвиђене на следећим водотоцима:

- река Буковица (слив Буковице) – 2 преграде
- река Каменица – 1 преграда
- река Коренита (слив Обница до Буковице) – 1 преграда
- река Барез (слив Обница до Буковице) – 1 преграда
- река Поповица (слив Обница до Буковице) – 1 преграда.

9. ЗАКЉУЧАК

Природне карактеристике слива Колубаре стварају окружење да постоји значајна угроженост путева I и II реда од поплава које изазивају велике реке са једне стране као и бујични токови са друге стране. Издвајамо бујичне поплаве као посебан тип поплава због њихових карактеристика које условљавају различите начине одбране. Поплаве великих река наилазе спорије, најављују се неколико дана раније па има могућности да се припреми одбрана, да се ојачају постојећи насипи, или да се изграде нови. Бујичне поплаве се јављају изненада већ пар сати или мање после јаких киша великог интензитета и практично нема могућности за неке одбрамбене радове сем за спашавање становништва и имовине. Једина права одбрана од бујичних поплава је превенција која се састоји у интегралном уређењу бујичних сливова у циљу свођења ерозионих процеса у толерантне границе. Добра ствар у свему томе је што кад би се интегрално уредили бујични сливови у сливу Колубаре то би знатно допринело смањењу опасности од поплава великих река.

Интегрално (противерозионо) уређење бујичних сливова поред одбране од поплава допринело би заштити постојећих и будућих водних акумулација и ретензија од засипања ерозионим наносом што има велики значај за водопривреду, пољопривреду, енергетику и друштво у целини. Противерозиони радови, посебно биолошки и биотехнички, допринели би повећању биљне производње и унапређењу стандарда локалног становништва.

Према Закону о водама Републике Србије, водотокови I реда су у систему одбране и надлежности Републичке дирекције за воде и ЈВП "Србијаводе". То су већи водотокови, као Колубара, Тамнава, Уб, Љиг и др. и одбрана од поплава ових водотокова се углавном своди на изградњу насипа у доњим токовима и ретензија у средњим и горњим деловима слива.

Према Закону о водама Републике Србије, за водотокове II реда, а то су бујични токови, надлежне су локалне самоуправе, те путна привреда треба да сарађује са њима у решавању проблема за одбрану од бујичних поплава.

Приоритети за заштиту од поплава на јавним путевима у сливу Колубаре је одбрана од бујичних поплава јер су велике реке као водотокови I реда у систему одбране од поплава и у надлежности Републичке дирекције за воде и ЈВП „Србијаводе“.

За аутопут (коридор 11) сва документација око издавања водопривредних услова и сагласности гарантује сигурност од поплава.

Конкретно у случају Колубаре редослед приоритета треба да буде:

1. Одмах предузети акције на чишћењу свих пропуста од наноса и осталих материјала, како би профили пропуста били у пуном капацитету. Такође код свих пропуста треба очистити корито водотока, минимум 50 m узводно и 50 m низводно, од растиња, наноса и отпада. Корито са узводне стране усмерити на пропуст што је више могуће под правим углом. Такође и јаркове и одводне канале поред путева треба стално одржавати чисте и у пуном капацитету.
2. Извршити превентивне противерозиони радови у кориту и сливовима водотокова који су са врло високом класом угрожености од бујичних поплава. Таквих локалитета у сливу Колубаре има 24. То су места укрштања повремених и сталних токова са путевима. Затим би следили локалитети са високом, средњом и на крају са ниском угроженошћу од бујичних поплава. Предлог је да се почне са сливом реке Обнице јер кроз слив иде пут II реда.

3. Код планирања радова из прве две тачке, пошто укупно у сливу има таквих 523 локалитета, редослед радова би требао да буде (према оптерећењу – ПГДС - деоница) :

- Пuteви IБ реда
- Пuteви IIА реда
- Пuteви IIБ реда

10. ЛИТЕРАТУРА

- Анђелковић М. (1980): Тектоника Унутрашњих и Средишњих Динарида Југославије. Рударско-геолошки факултет, Београд.
- Анђелковић М. и др. (1987): Геологија шире околине Београда. Књига I, геологија и геодинамика, РГФ, Београд.
- Анђелковић М. (1988): Геологија Југославије - тектоника. Грађевинска књига, Београд.
- Анђелковић М., Митровић-Петровић Ј., Јанкичевић Ј. (1989): Палеогеографија Србије, креда, РГФ, Београд.
- Анђелковић М. и др. (1991): Палеогеографија Србије, терцијар, РГФ, Београд.
- Анђелковић М., Митровић-Петровић Ј., Урошевић Д. (1992): Палеогеографија Србије, тријас, РГФ, Београд.
- Анђелковић М., Митровић-Петровић Ј. (1992): Палеогеографија Србије, јура, РГФ, Београд.
- Babic Mladenovic, M., Petkovic, S. & Knezevic, Z. (2010) New Approach to River Engineering: Case of the Juzna Morava River in Serbia. *Proceedings of the Conference Water Observation and Information System for Balkan Countries Conference Ohrid*.
- Вујевић П. (1928): О географској подели и режиму киша у нашој држави. Гласник Министарства пољопривреде и вода, год.5, број 20, Београд.
- Вукадиновић, С. (2003) Поплаве као водопривредни проблем. *Глобус*, **34**, 159-170.
- Вукмировић А., Капор Б. (1999): Анализа хидролошких и метеоролошких услова на сливу реке Колубаре у јуну 1996. године. Саветовање “Метеоролошки подаци-национално благо”. Врњачка бања.
- Гавриловић, З. & Милојевић, М. (2010) Катастрофална бујична поплава реке Пчиње и притока у Трговишту. *Ерозија- стручни часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије*, 35.
- Гавриловић Јб. (1981): Поплаве у СР Србији у XX веку – узроци и последице. Посебна издања СГД-а, бр. 52, Београд
- Гавриловић С. (1972) Инжењеринг о бујичним поплавама и ерозији. Републички фонд вода СР Србије, Водопривредна организација "Београд", Институт за ерозију, мелиорације и водопривреду бујичних токова, Београд.
- Гавриловић С. (1972): Инжењеринг о бујичним токовима и ерозији. Часопис “Изградња”, Београд.
- Група аутора (1975): Основна геолошка карта и тумач за лист Ваљево. Савезни геолошки завод, Београд.
- Група аутора (1978): Основна геолошка карта и тумач за лист Г. Милановац. Савезни геолошки завод, Београд.
- Геологија Србије, књ. VIII-2, инжењерска геологија. РГФ, Београд.
- Група аутора (1980): Основна геолошка карта и тумач за лист Обреновац. Савезни геолошки завод, Београд.
- Група аутора, (1985): Основна геолошка карта и тумач за лист Београд. Савезни геолошки завод, Београд.
- Група аутора (1985): Основна геолошка карта и тумач за лист Београд. Савезни геолошки завод, Београд.
- Група аутора (1989): Геологија шире околине Београда. Књига IV, палеогеографија, РГФ, Београд.
- Делијанић И. (1996): Климатологија. Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.
- Динић Ј. (1997): *Природни потенцијал Србије – економско-географска анализа и оцена*. Економски факултет, Београд.

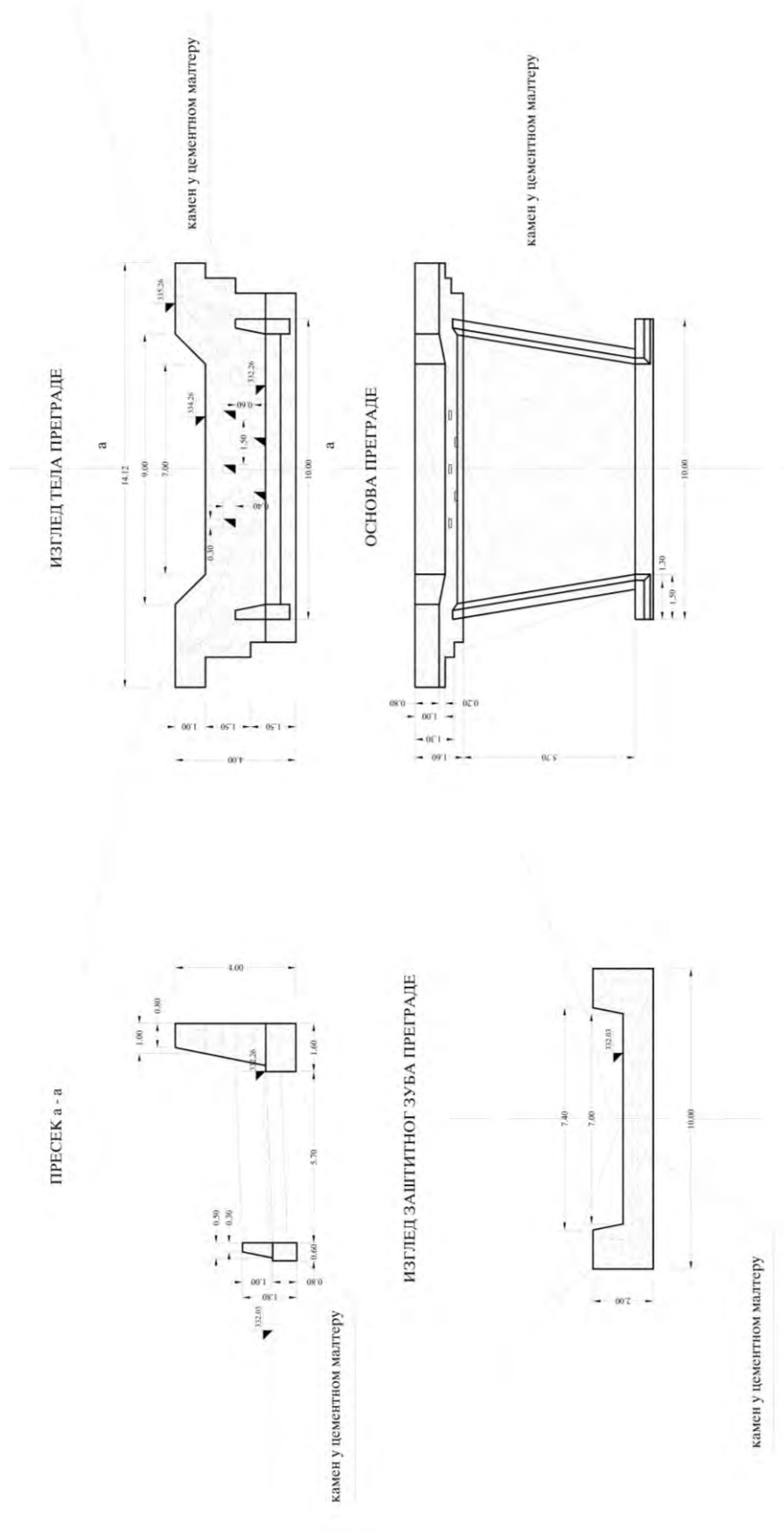
- Драгићевић С. (2001): Плувиометријски режим и његов утицај на ерозиони процес у сливу Колубаре. Гласник СГД-а, бр.2, Београд.
- Драгићевић, С. (2002): Биланс наноса у сливу Колубаре. Географски факултет, Београд, стр. 1-184.
- Драгићевић С. (2002/а): Квантитативна анализа рељефа на примеру слива Колубаре. Глобус бр. 27, СГД, Београд.
- Драгићевић, С. (2007): Доминантни ерозивни процеси у сливу Колубаре. Географски факултет, Београд, стр. 1-245.
- Dragičević, S., Živković, N., Ducić, V. (2007): Factors of flooding on the territory of the municipality of Obrenovac. Zbornik radova Geografskog fakulteta, sv. 55, Beograd.
- Драгићевић, С., Степић, М., Карић, И. (2008): Природни потенцијали и деградиране површине општине Обреновац. Јантар група, Београд, стр. 1-180.
- Dragičević, S., Živković, N., Kostadinov, S. (2008): Changes of hydrological system in the lower course of the Kolubara river. XXIV Conference of the Danubian countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management, Bled, Slovenia.
- Драгићевић С., Филиповић Д., Костадинов С., Николић Ј., Стојановић Б. (2009): *Заштита од природних непогода и технолошких удеса*. Стратегија просторног развоја Републике Србије, тематска свеска. Географски факултет у Београд.
- Dragičević, S., Ristić, R., Živković, N., Kostadinov, S., Tošić, R., Novković, I., Borisavljević, A., Radić, Z. (2013): Floods in Serbia in 2010 – Case Study: The Kolubara and Pcinja River Basins. Geomorphological impacts of extreme weather: Case studies from central and eastern Europe, D. Loczy (ed.), Springer Geography, pp. 155-170.
- Драгићевић С., Живковић Н., Роксандић М., Луковић Ј., Костадинов С. (2015): Рецентно стање, интензитет и последице деградације обала Колубаре на територији општине Обреновац. Географски факултет, Београд, стр. 1-266.
- Dragičević, S., Živković, N., Novković, I., Petrović, A., Tošić, R., Milevski, I. (2016): Hydrological and suspended sediment regime in the Kolubara River during the extreme year of 2014. *Revista de Geomorfologie*, 18: 26–38
- Драгићевић С., Филиповић Д. (2016): *Природни услови и непогоде у планирању и заштити простора*. Географски факултет у Београду, стр. 1-298.
- Dragicevic, S., Stojanovic, Z., Manic, E., Roksandic, M., Stepic, M., Zivkovic, N., Zlatic, M., Kostadinov, S. (2017): Economic consequences of bank erosion in the lower part of the Kolubara River Basin, Serbia. *Environmental engineering and management journal*, (in print)
- Дукић, Д., Гавриловић, Љ. (2006): Хидрологија. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
- Дуцић, В, Радовановић М (2005): Клима Србије, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, стр. 212.
- Ducic, V., Milovanovic, B., Lukovic, J. (2006): Connection between ENSO index, NAO index and decadal-scale variability of precipitation in Serbia. in: Proceedings of the Third International Conference- Global changes and regional challenges, Sofia, Bulgaria, 28-29.4.2006, 137-142.
- Ducić, V., Luković, J., Burić, D., Stanojević, G., and Mustafić, S. (2012): Precipitation extremes in the wettest Mediterranean region (Krivošije) and associated atmospheric circulation types. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 12, 687-697.
- Дуцић, В., Николић, Ј., Драгићевић, С. (2006): Промене параметара протицаја Дунава код хидролошке станице Оршава у периоду 1841-2000. Гласник СГД-а, бр.1, Београд, 35-46.
- Дуцић, В., Луковић, Ј. (2009): Колебање протицаја Нишаве у склопу глобалних климатских промена. Гласник СГД-а, бр.4, Београд, стр. 255-266.

- Ђековић В. (1986): Истраживање узрока морфолошких промена корита реке Пештан у доњем току. Ерозија бр. 14, Институт за шумарство и дрвну индустрију, Београд.
- Ђукановић Д. (2000): Клима Ваљевског краја. Скупштина општине Ваљево, Ваљево.
- Живковић, Н. (1995): Утицај физичко-географских фактора на висину отицаја у Србији. Посебна издања, Географски факултет Универзитета у Београду, бр. 6, Београд, стр. 1-113
- Живковић, Н., Драгићевић, С. (2003): Режим падавина у региону Београд. Међународни научни скуп "Београд и његов регион", Обреновац, стр. 159-166.
- Живковић, Н. (2006): Прилог изучавању водних режима река у Србији. Зборник радова Географског факултета Универзитета у Београду, Београд, LIV стр. 47-58.
- Живковић, Н. (2009): Просечни годишњи и сезонски отицаји река у Србији. Географски факултет Универзитета у Београду, Београд, стр. 1-175
- Јевтић Љ. (1996): Природа бујичних поплава. "Ваљевац", Ваљево.
- Kellens, W., Deckers, P., Saleh, H., Vanneuville, W., De Maeyer, P., Allaert, G. & De Sutter, R. (2010) A GIS for flood risk management in Flanders (Belgium). *Geospatial Techniques in Urban Hazard and Disaster Analysis* pp. 51-69.
- Костадинов, С., Златић, М., Драговић, Н. (2006): Усклађивање водопривредних циљева са интересима осталих привредних грана у области заштите од ерозије и бујица. Часопис "Вода и санитарна техника", стр. 29-38, Удружење за технологију воде и санитарно инжењерство, ISSN 0350-5049, Београд.
- Костадинов, С. (2008) *Бујични токови и ерозија*. Шумарски факултет, Београд.
- Kostadinov, S. (2010): Forests in Serbia as the factor of Soil and Water Protection Against Degradation in the Conditions of Global Climate Change, Monograph »Global Environmental Change: Challenges to Science and Society in Southeastern Europe«: Editors: Vesselin Alexandrov · Martin Felix Gajdusek · C. Gregory Knight · Antoaneta Yotova, Springer Science+Business Media B.V. 2010, p.p.177-190
- Kostadinov, S., Zlatić, M., Dragičević, S., Novković I., Košanin, O., Borisavljević, A., Lakićević, M., Mlađan, D. (2014): Antropogenic Influence on Erosion Intensity Changes in Rasina River Watershed Area upstream from "Čelije" Water Reservoir-Central Serbia. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(1a), 254-263.
- Лазаревић Р. (1976): Први симпозијум о геоморфолошком картирању. САНУ, књ. 37, Београд.
- Лазаревић Р. (1991): Геоморфологија. Природно-математички факултет, Бања Лука.
- Љешевић М. (2003): Географија земљишта. Филозофски факултет, Никшић.
- Марковић М. (1983): Основи примењене геоморфологије. Геоинститут, "Посебна издања", књига 8., Београд.
- Martín-Vide, J., López Bustins, J.A. (2006): The western Mediterranean oscillation and rainfall in the Iberian Peninsula. *International Journal of Climatology*, 26:1455–1475.
- Миљковић Н. (1996): Основи педологије. ПМФ у Новом Саду, Институт за географију, Нови Сад.
- Млађан Д. (2015): *Безбедност у ванредним ситуацијама*. Криминалистичко-полицијска академија, Београд.
- Павловић М. (1953): Извештај о геолошком картирању листова Ваљево, Бијељина, Крагујевац. Завод за геолошка и геофизичка истраживања. Београд.
- Петковић С. (1993): Анализа транспорта наноса из речних сливова на подручју Србије. Монографија: "Узроци и последице ерозије земљишта и могућности контроле ерозионих процеса. Шумарски факултет, Београд.
- Петковић С., Стефановић Ј. (1993): Утицај структуре годишњих падавина и отицаја на ерозиону продукцију и транспорт наноса. Монографија: "Узроци и последице ерози-

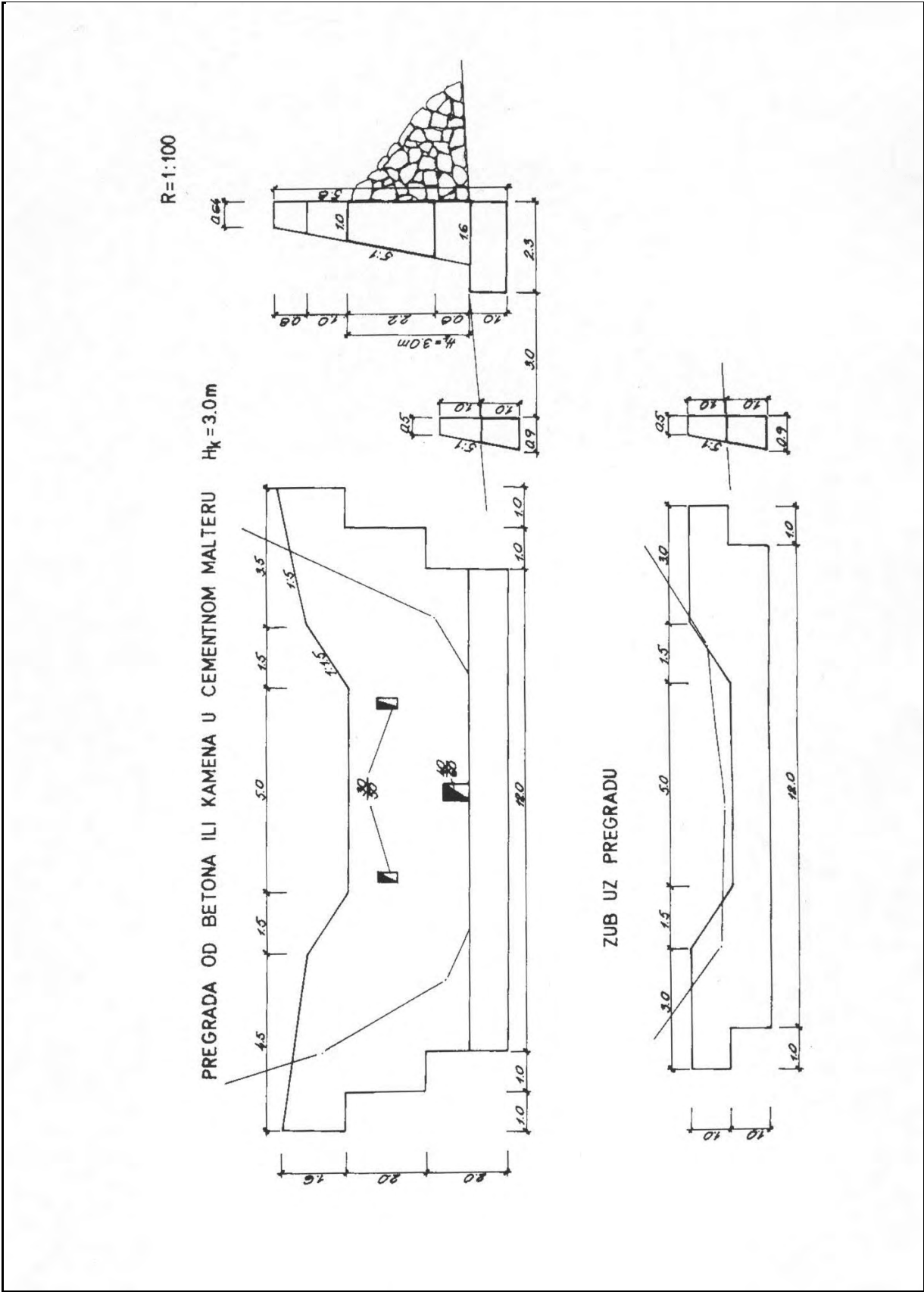
- је земљишта и могућности контроле ерозионих процеса. Шумарски факултет, Београд.
- Петковић С., Костадинов С. (2008): *Савремени приступ управљању ризицима од природних непогода*. Резултати међународног пројекта "RIMADIMA", Шумарски факултет, Београд.
- Петровић А. (2014): *Фактори настанка бујичних поплава у Србији*. Докторска дисертација, Шумарски факултет, Београд.
- Petrović, A., Dragičević, S., Radić, B.P., Milanović Pešić, A. Z. (2015): Historical torrential flood events in the Kolubara river basin. *Natural Hazards*, 79: 537–547.
- Пензар И., Пензар Б. (1989): *Агроклиматологија*. Школска књига, Загреб.
- Prohaska, S., Pić, A., Miloradović, B. & Petković, T. (2009) Identification and classification of Serbia's historic floods. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*.
- Радовановић М. (2001): *Утицај рељефа и атмосферске циркулације на диференцијацију климата у Србији*. Докторска дисертација, Географски факултет, Београд.
- Станојевић, Г. (2012): *Анализа годишњих падавинских сума на простору Србије*. Зборник радова Географског института „Јован Цвијић”, САНУ, 62(2):1-13.
- Стевановић П. (1988): *Осврт на новија достигнућа у проучавању плиоцена југоисточне Европе*. Зборник радова Географског института “Јован Цвијић”, САНУ, књ. 40, Београд.
- Стевановић П, Маровић М., Димитријевић В. (1992): *Геологија квартара*. Научна књига, Београд.
- Стефановић, М., Гавриловић, З., Миловановић, И., Милојевић, М. & Јуришић, С. (2010) *Поплаве на рекама Власини и Нишави*. *Ерозија- стручни часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије*, 35, Београд.
- Smith G. (2003): *Flash Flood Potential: Determining the Hydrologic Response of FFMP Basins to Heavy Rain by Analyzing Their Physiographic Characteristics*. NWS Colorado Basin River Forecast Center, Salt Lake City.
- Tošić, I. (2004): Spatial and temporal variability of winter and summer precipitation over Serbia and Montenegro. *Theoretical and Applied Climatology*, 77:47–56.
- Unkašević, M., Tošić, I. (2011): A statistical analysis of the daily precipitation over Serbia: trends and indices. *Theoretical and Applied Climatology*, 106:69–78.
- Cvetković V., Dragičević S. (2014): *Spatial and temporal distribution of natural disasters*. *Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic, SASA*, 64(3), 293-309.
- Шибалић Д. (1986): *Утицај сунчевог зрачења на ерозионе процесе земљишта*. Материјали са симпозијума о проблемима ерозије у СР Србији. Београд.
- European Parliament & Council. (2007) *Directive 2007/60/EC on the assessment and management of flood risks*.
- Институт за водопривреду Јарослав Черни & Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду. (2001) *Водопривредна основа*.
- Институт за водопривреду Јарослав Черни "Студија унапређења заштите од вода у сливу реке Колубаре". UNDP Србија, Београд, 2016.
- Републички завод за информатику и статистику Србије. (2001) *Статистички годишњак Србије 2001*.
- Републички хидрометеоролошки завод Србије. *Подаци о дневним вредностима противцаја и падавина за слив Колубаре*. Београд
- Републички завод за статистику Србије. (2009) *Екобилтен*, 527.
- Републички завод за статистику Србије. (2010а) *Статистички годишњак Србије 2010*.
- Републички завод за статистику Србије. (2010b) *Заштита од штетног дејства вода и уређење водотока*.

11. ПРИЛОЗИ

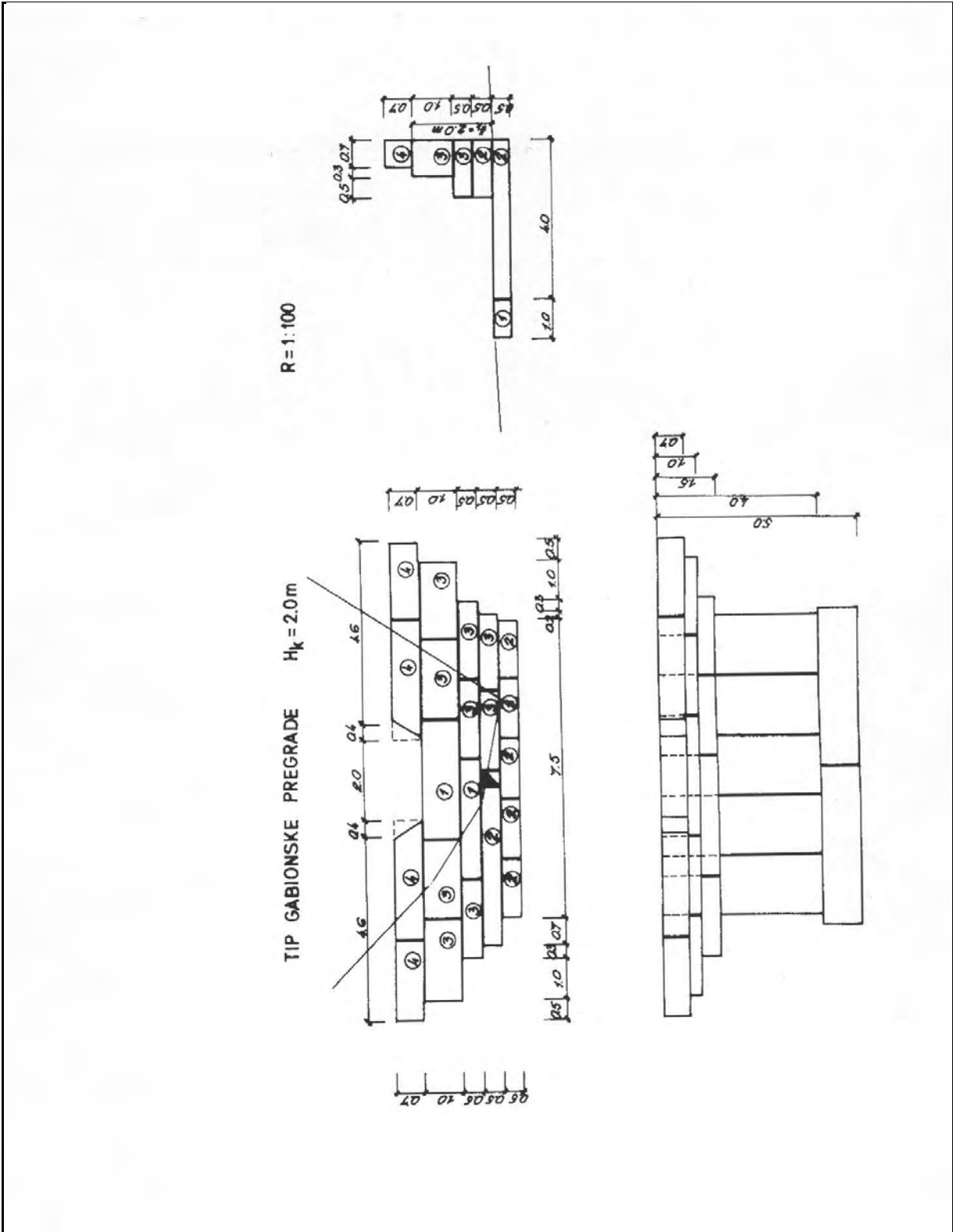
- Прилог 1 – Типска преграда, камен
- Прилог 2 – Преграда од бетона или камена у цементном малтеру
- Прилог 3 – Тип габионске преграде
- Прилог 4 – Рустикална преграда
- Прилог 5 – Једноструки и двоструки плетер
- Прилог 6 – Тип јаме, тип тераса и тип зидића против спирања
- Прилог 7 – Тип градона, тип крпа (парцела)
- Прилог 8 – Тераса засечене косине
- Прилог 9 – Детаљ дренаже и канала
- Прилог 10 – Карактеристични профили пута
- Прилог 11 – Прегледна карта
- Прилог 12 – Карта: Путна мрежа
- Прилог 13 – Карта: Хидрографија и путна мрежа
- Прилог 14 – Карта: Подложност бујичним поплавама
- Прилог 15 – Карта: Подложност бујичним поплавама
- Прилог 16 – Карта: Локације са категоризацијом угрожености бујичним поплавама
- Прилог 17 – Карта: Локације са категоризацијом угрожености бујичним поплавама
- Прилог 18 – Карта: Угроженост путева полавама на већим водотоцима
- Прилог 19 – Скице пропуста на путевима I и II реда у сливу Колубаре који су први приоритет за чишћење од наноса, растиња и шута
- Прилог 20 – Пројектни задатак за Козарски поток
- Прилог 21 – Попис табела, слика и фотографија



Прилог 1 – Типска преграда, камен



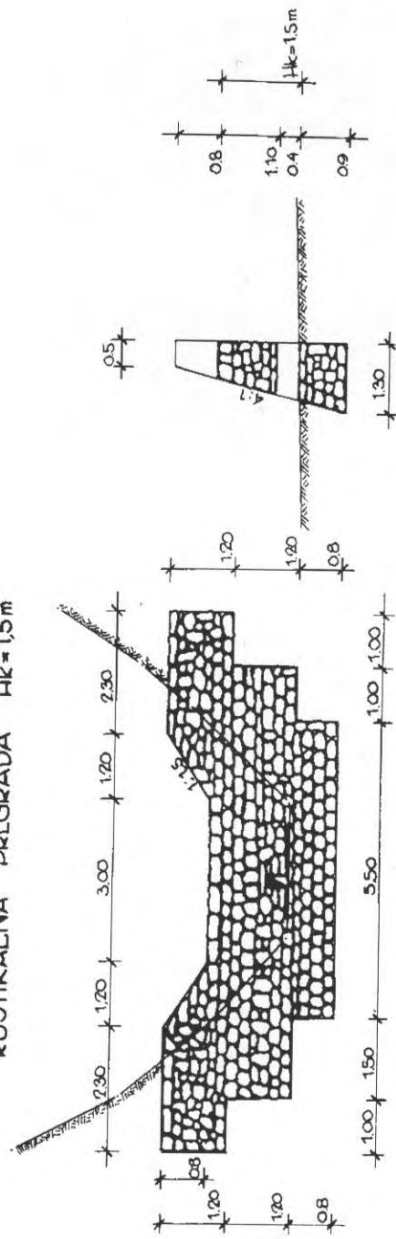
Прилог 2 – Преграда од бетона или камена у цементном малтеру



Прилог 3 – Тип габionsке преграде

R 1:100

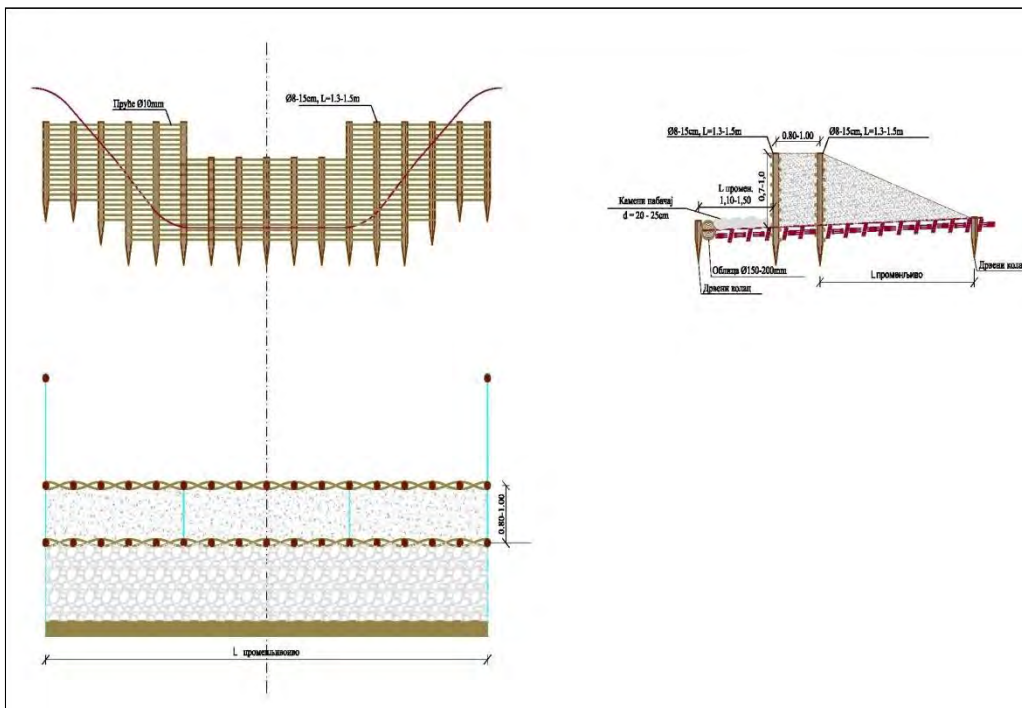
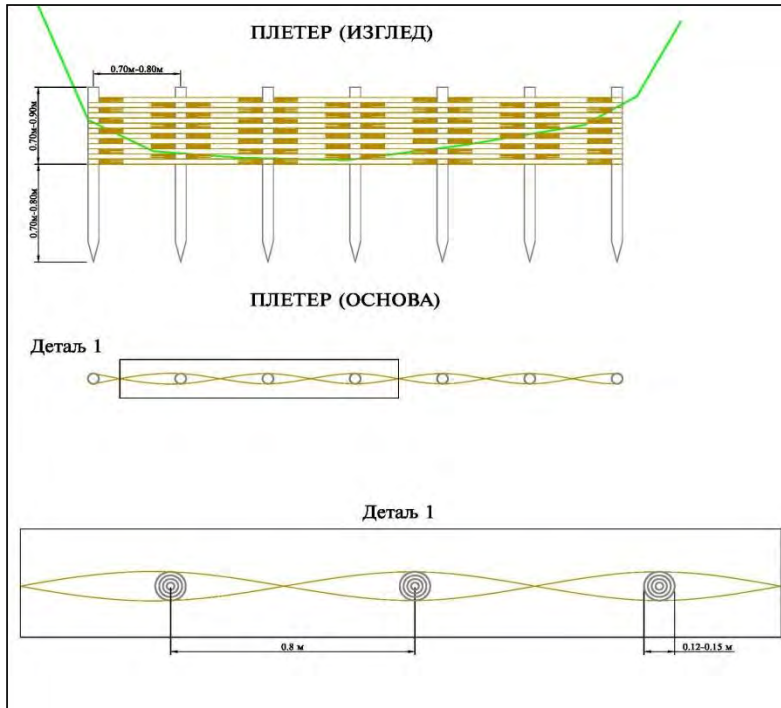
RUSTIKALNA PREGRADA Hk=1,5 m



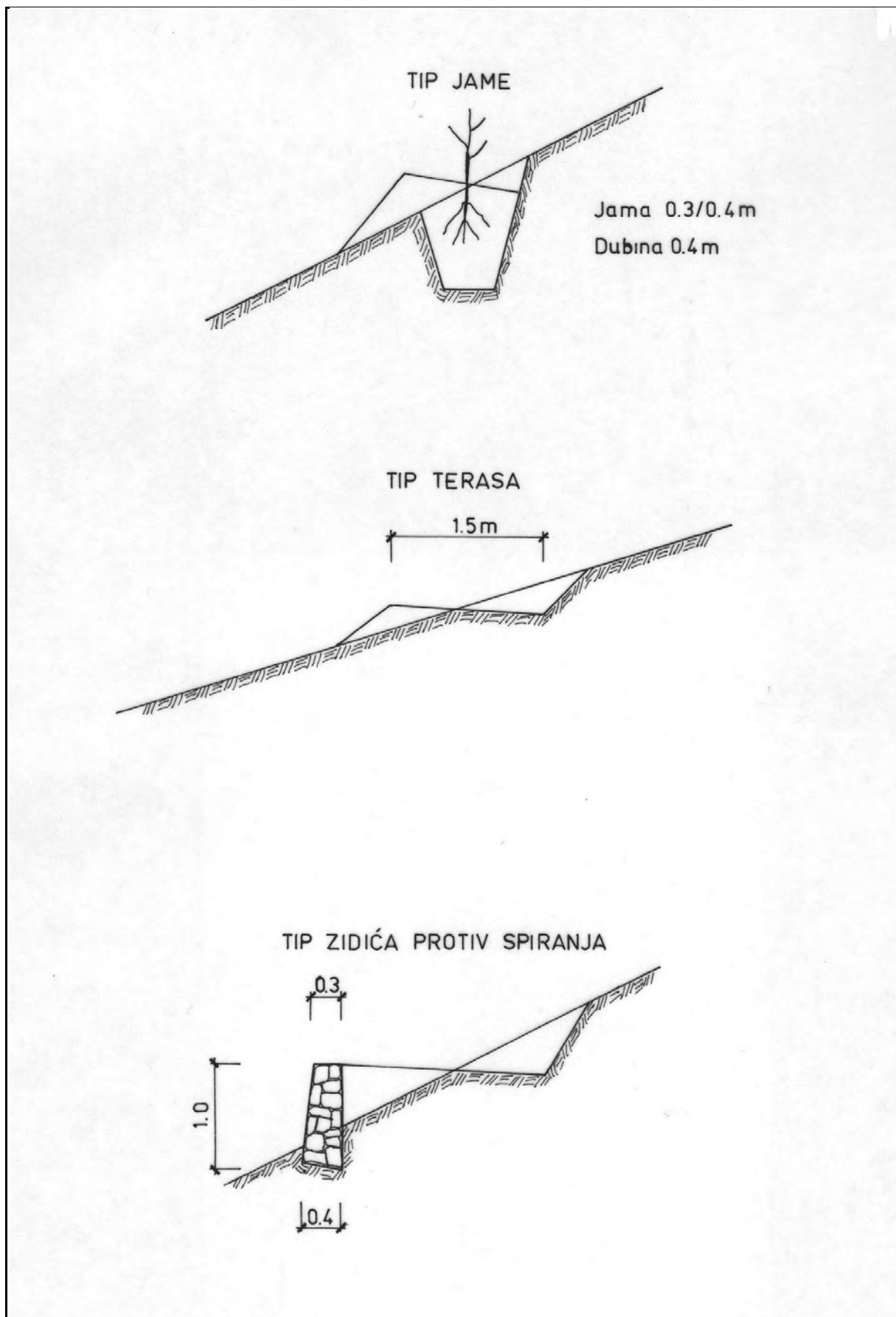
PREDMETAR :

1. Izkop zemlje za pregradu 25,00 m³
2. Rustikalni zid pregrade 20,00 m³
3. Zalivanje cem. malterom 3,80 m²

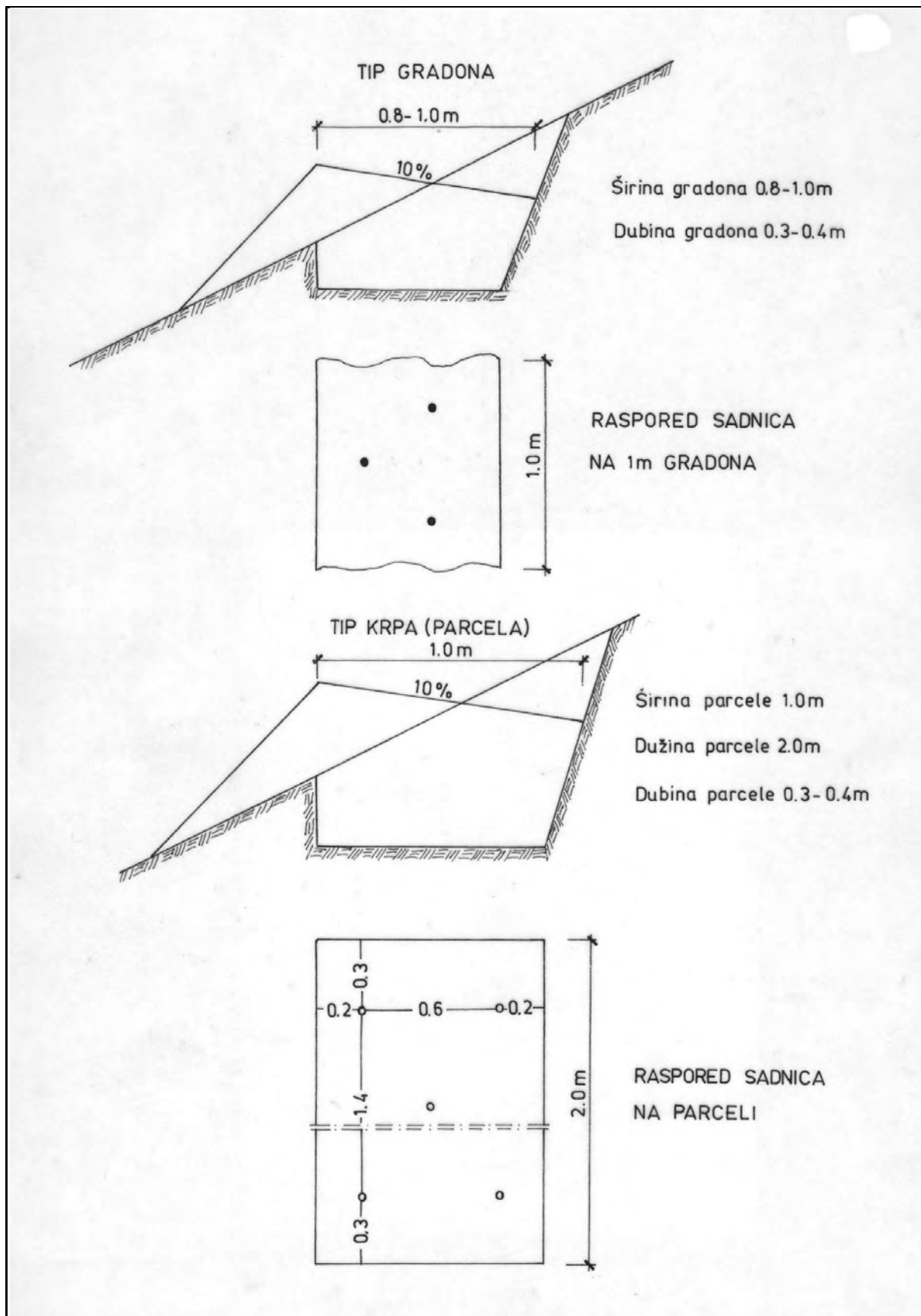
Прилог 4 – Рустикална преграда



Прилог 5 – Једнострук и двострук плетер

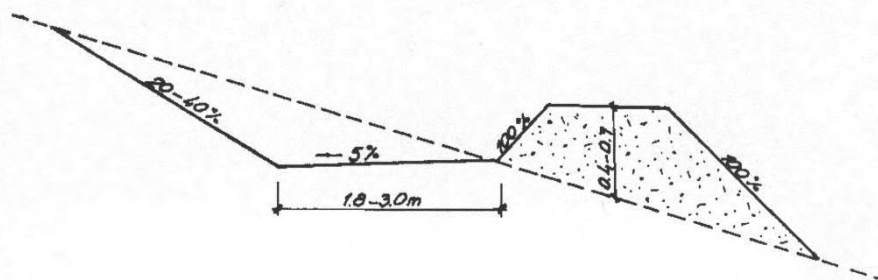


Прилог 6 – Тип јаме, тип тераса и тип зидића против спирања

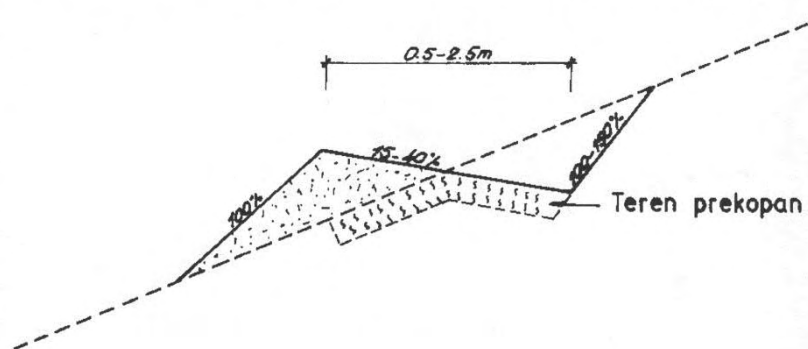


Прилог 7 – Тип градона, тип крпа (парцела)

TERASA ZASEČENE KOSINE NA NAGIBU 18-30%.

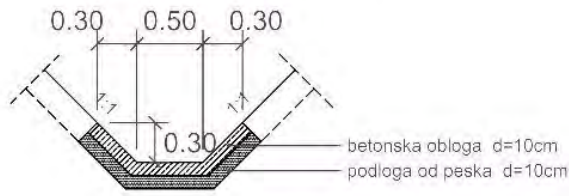


TERASA (KONTURNI ROV) "V" PROFILA NA NAGIBU 30-50%.

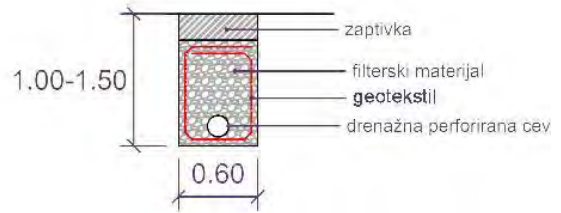


Прилог 8 – Тераса засечене косине

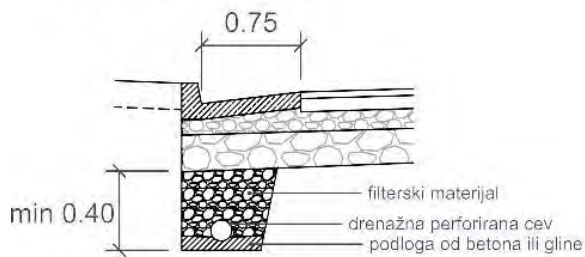
kanal obložen betonom



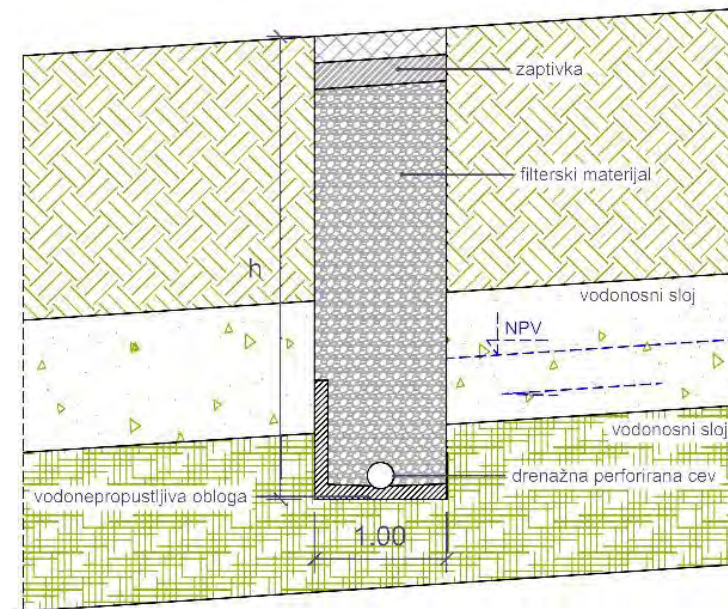
plitka drenaža sa geotekstilom

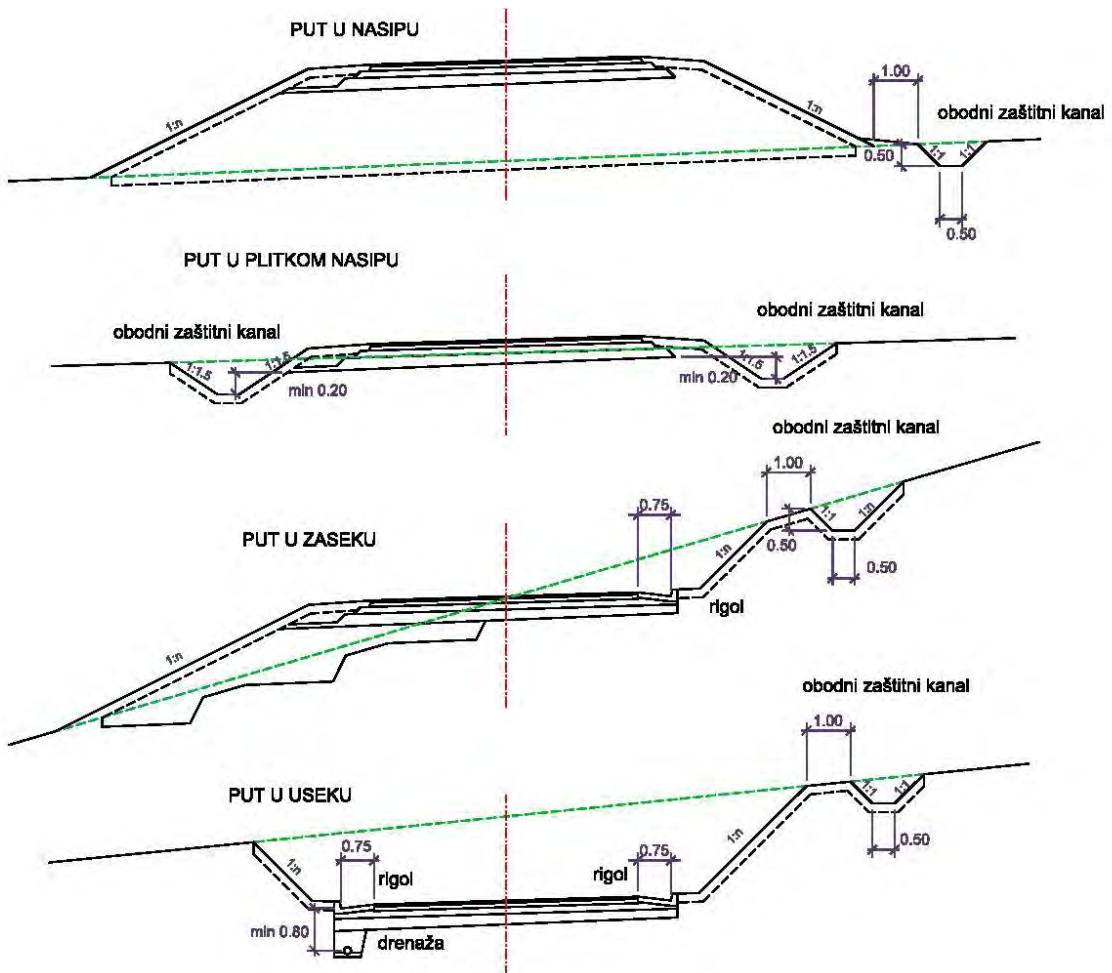


rigol sa drenažom



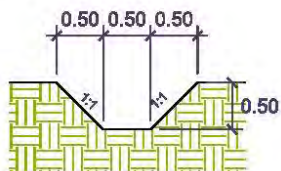
duboka drenaža



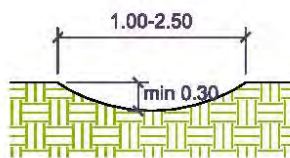


TIPOVI KANALA PO PRESECIMA

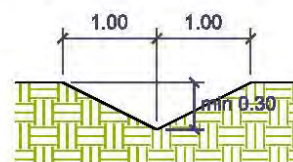
trapezasti



segmentni



trouglasti



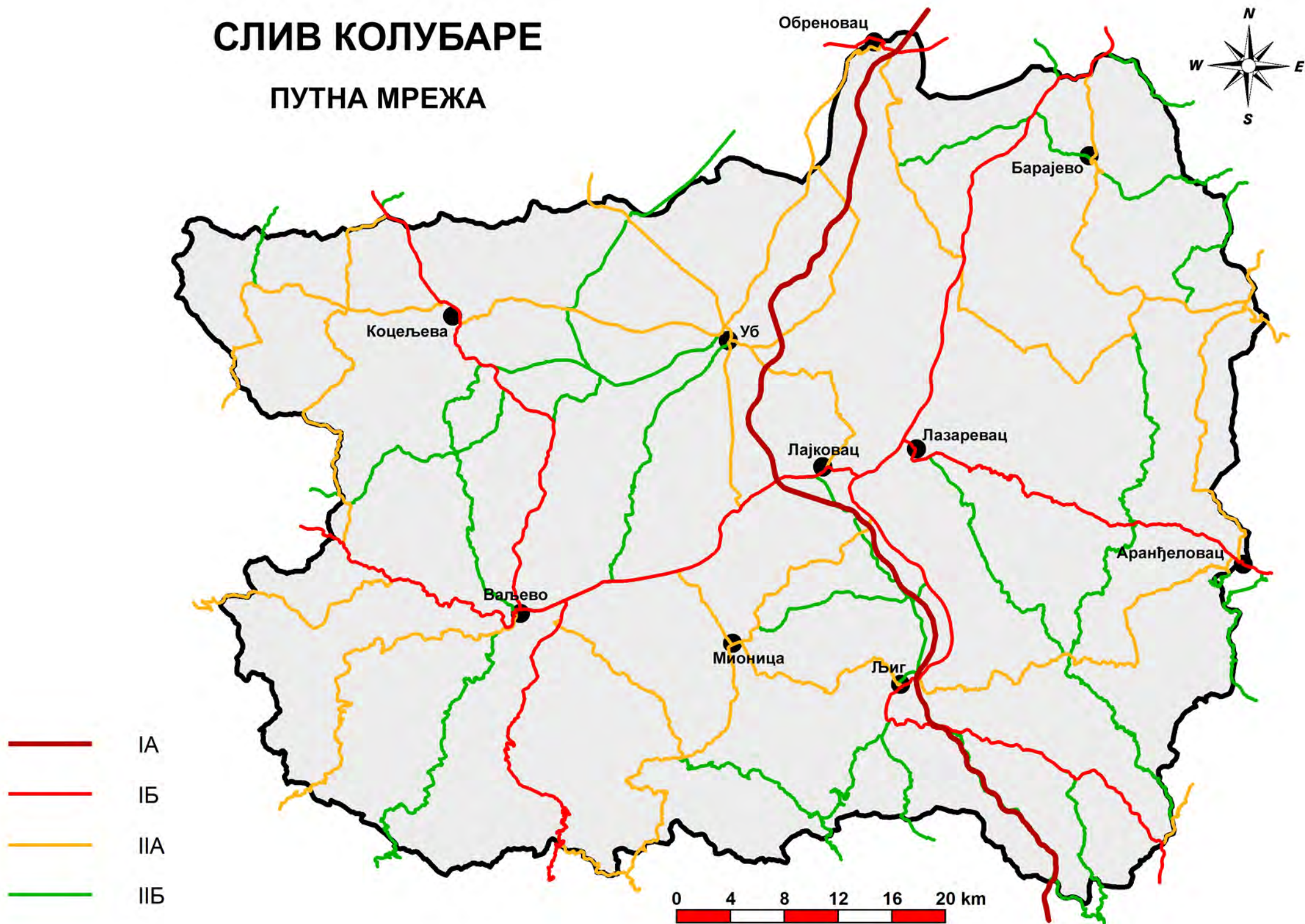
Слив Колубаре

Прегледна карта



СЛИВ КОЛУБАРЕ

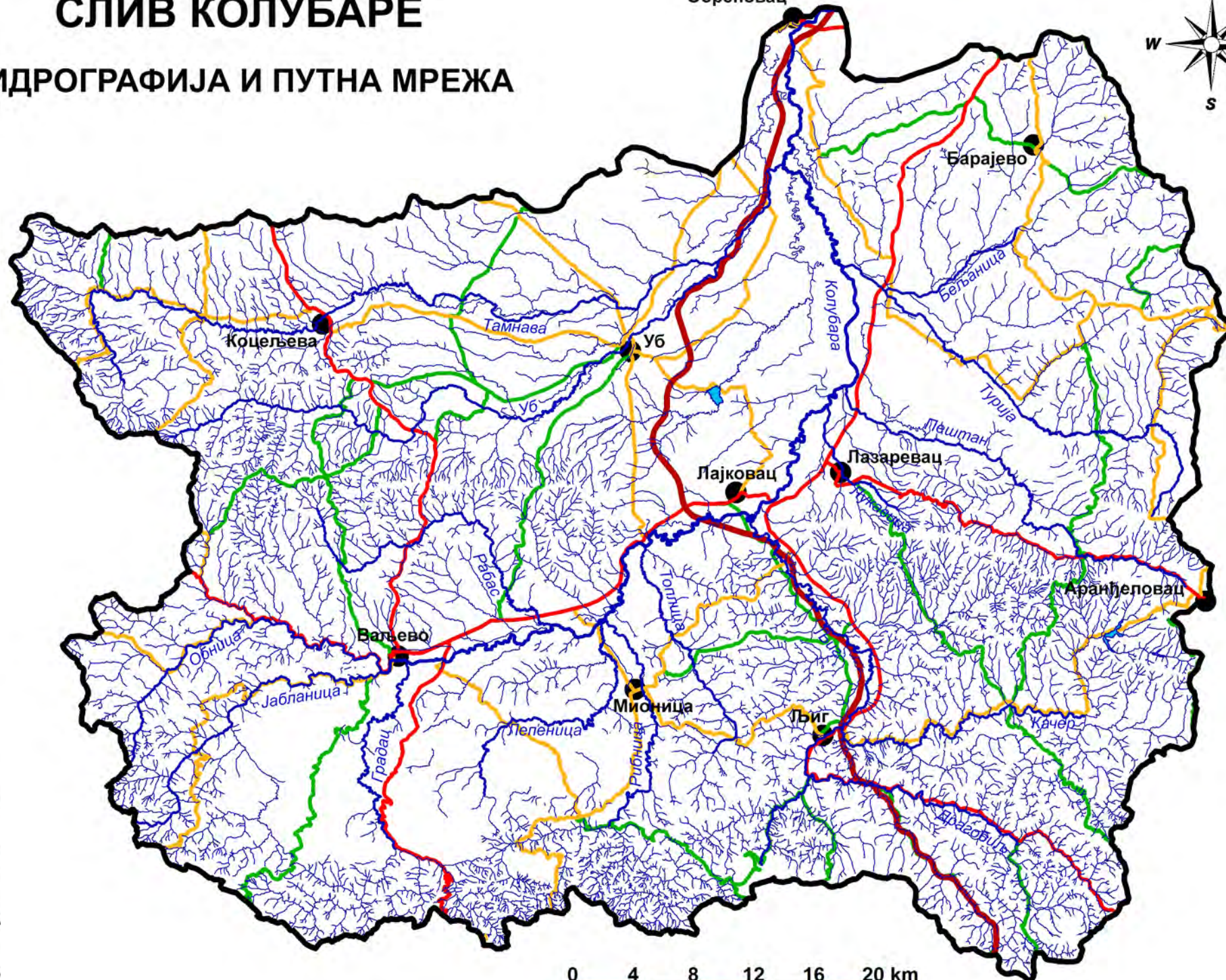
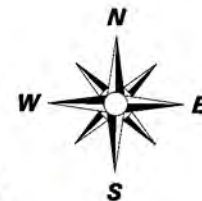
ПУТНА МРЕЖА



СЛИВ КОЛУБАРЕ

ХИДРОГРАФИЈА И ПУТНА МРЕЖА

Обреновац

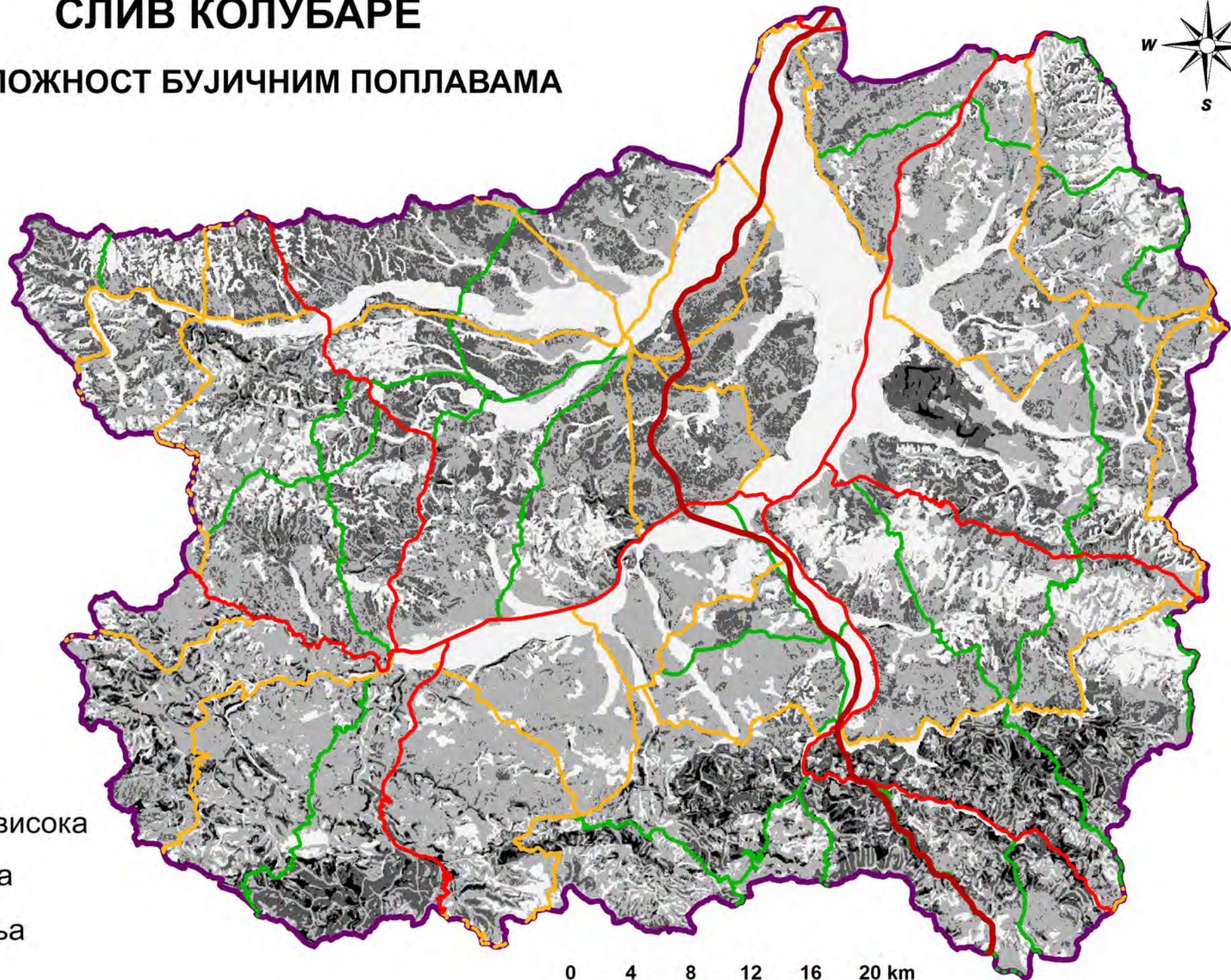
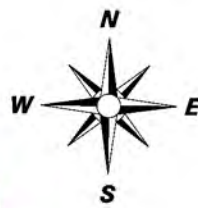


-  IA
-  IB
-  IIA
-  IIB

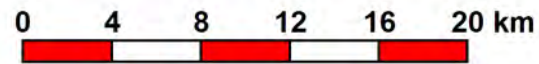


СЛИВ КОЛУБАРЕ

ПОДЛОЖНОСТ БУЈИЧНИМ ПОПЛАВАМА

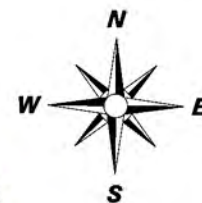






-  IA
-  IB
-  IIA
-  IIB
-  врло висока
-  висока
-  средња
-  ниска

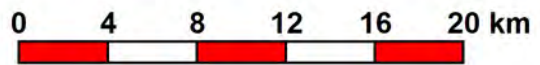


СЛИВ КОЛУБАРЕ

ПОДЛОЖНОСТ БУЈИЧНИМ ПОПЛАВАМА

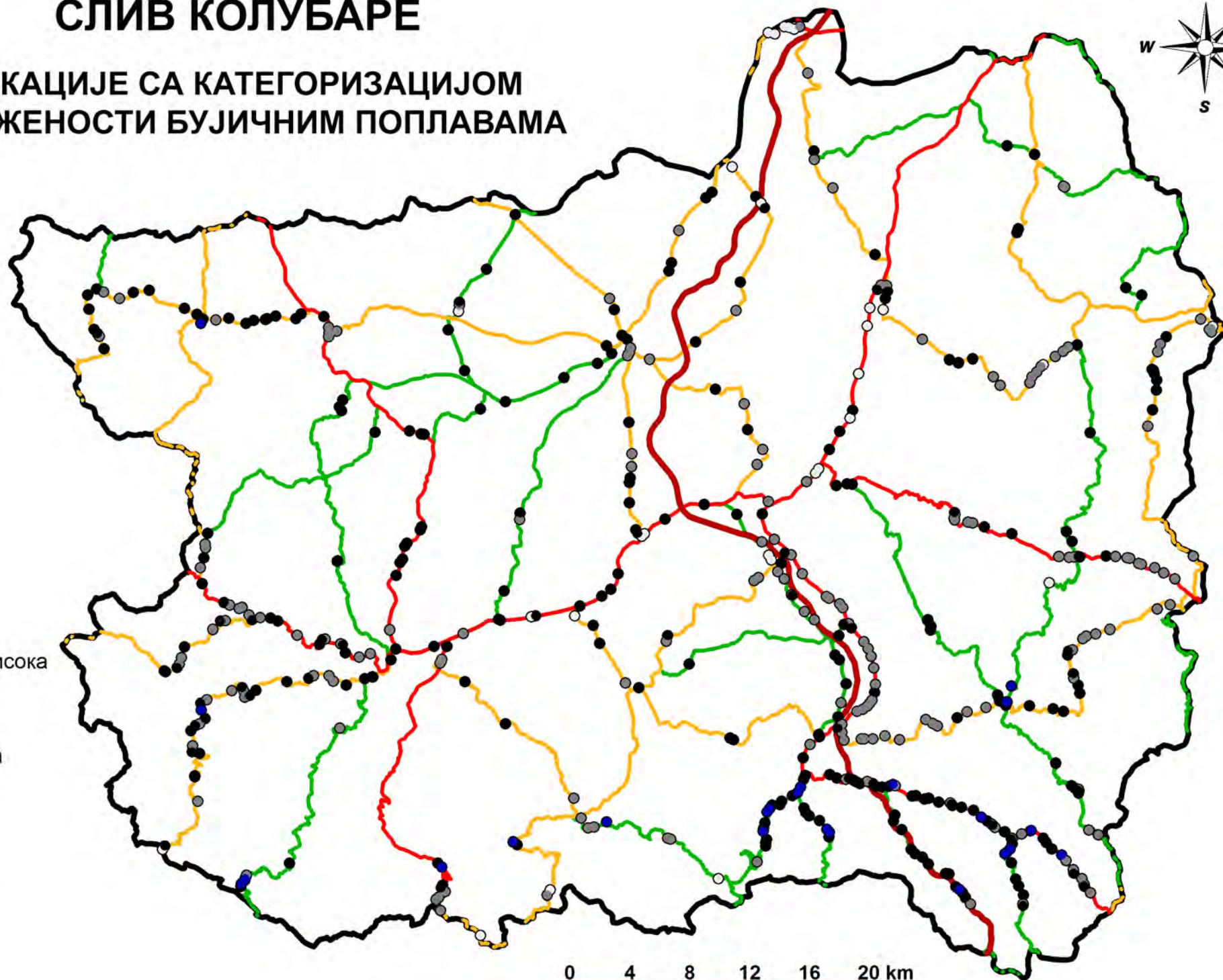
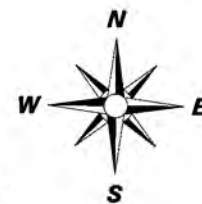


-  IA
-  IB
-  IIA
-  IIB
-  врло висока
-  висока



СЛИВ КОЛУБАРЕ

ЛОКАЦИЈЕ СА КАТЕГОРИЗАЦИЈОМ УГРОЖЕНОСТИ БУЈИЧНИМ ПОПЛАВАМА



● врло висока

● висока

● средња

○ ниска

IA

IB

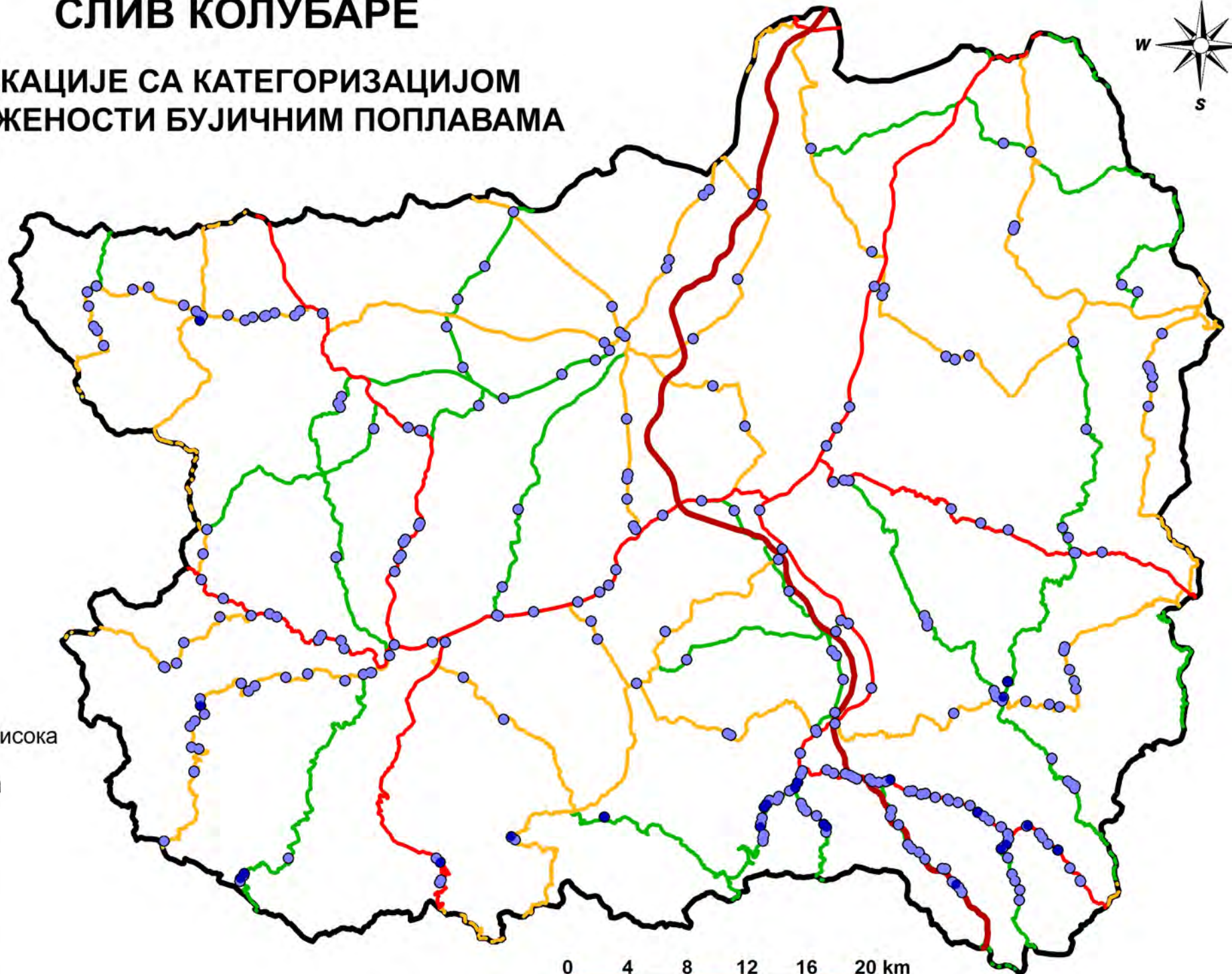
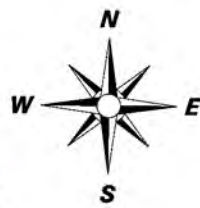
IIA

IIB

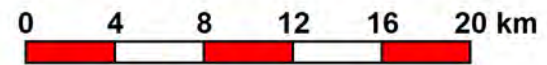
0 4 8 12 16 20 km

СЛИВ КОЛУБАРЕ

ЛОКАЦИЈЕ СА КАТЕГОРИЗАЦИЈОМ
УГРОЖЕНОСТИ БУЈИЧНИМ ПОПЛАВАМА

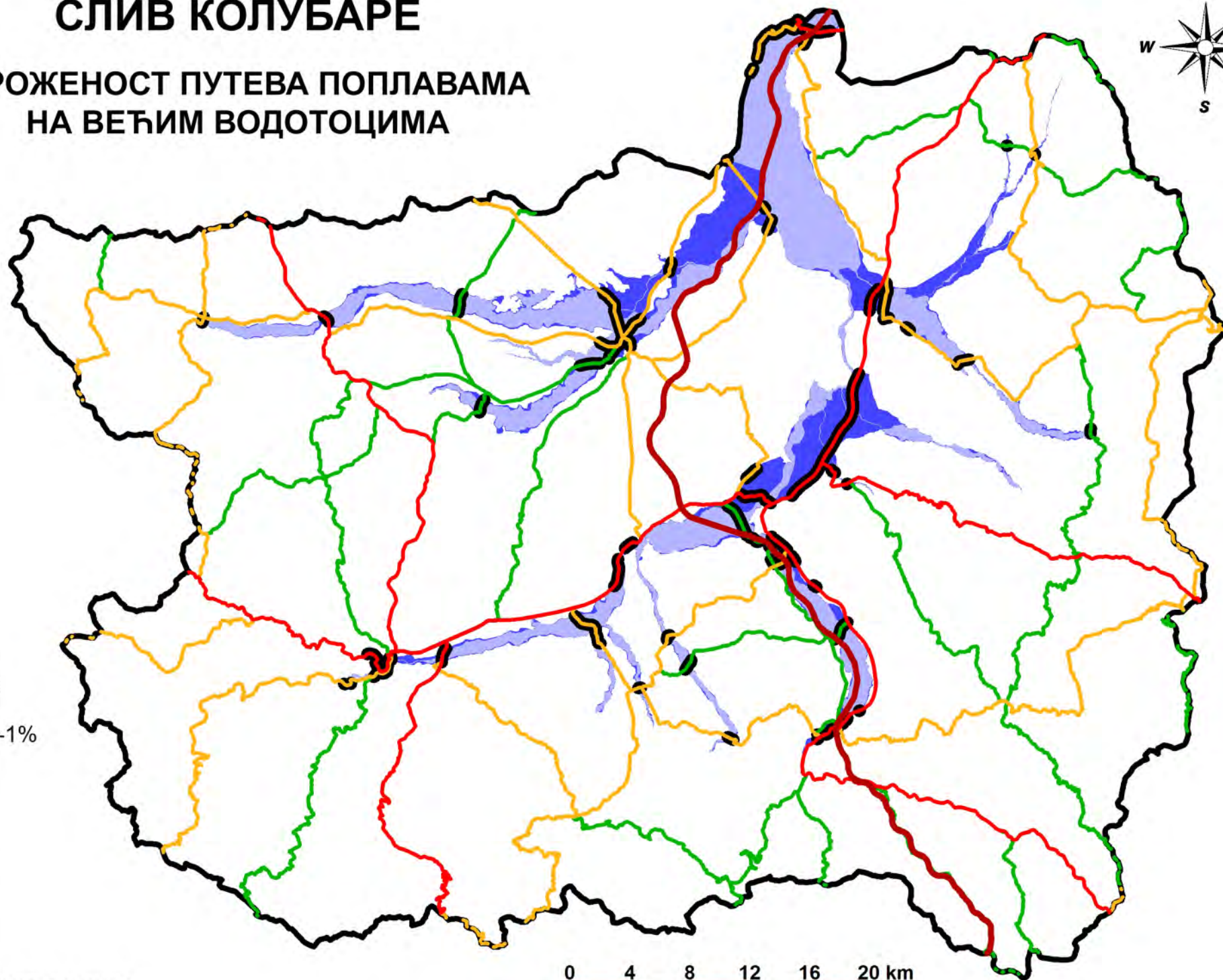
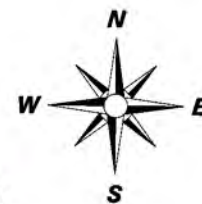









-  врло висока
-  висока
-  IA
-  IB
-  IIA
-  IIB

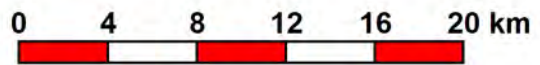


СЛИВ КОЛУБАРЕ

УГРОЖЕНОСТ ПУТЕВА ПОПЛАВАМА НА ВЕЋИМ ВОДОТОЦИМА



-  Q 1%
-  Q 0,1-1%
-  IA
-  IB
-  IIA
-  IIB
-  угрожене деонице



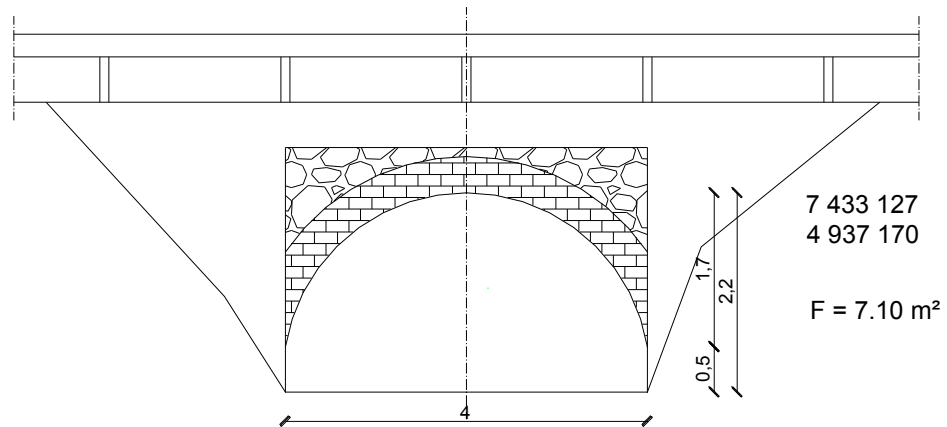
Прилог 19

СКИЦЕ ПРОПУСТА НА ПУТЕВИМА I и II РЕДА У СЛИВУ КОЛУБАРЕ КОЈИ СУ ПРВИ ПРИОРИТЕТ ЗА ЧИШЋЕЊЕ ОД НАНОСА, РАСТИЊА И ШУТА

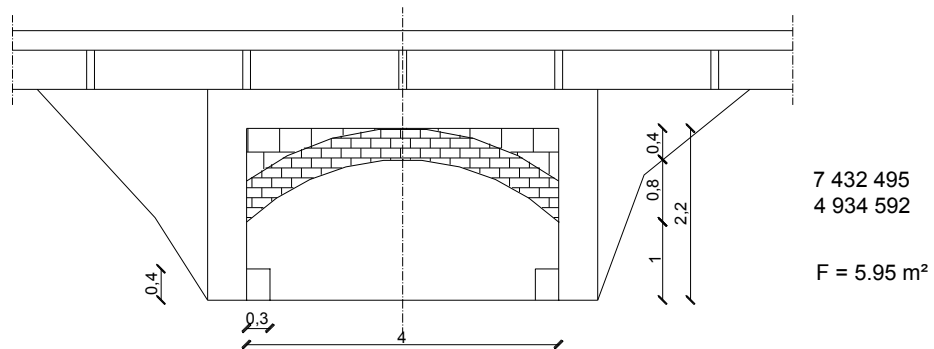
Димензија пропуста су мерене на терену и тако приказане , а остали делови пропуста су као скица

Пут бр.144 IIА реда
Обреновац – Уб – Словац

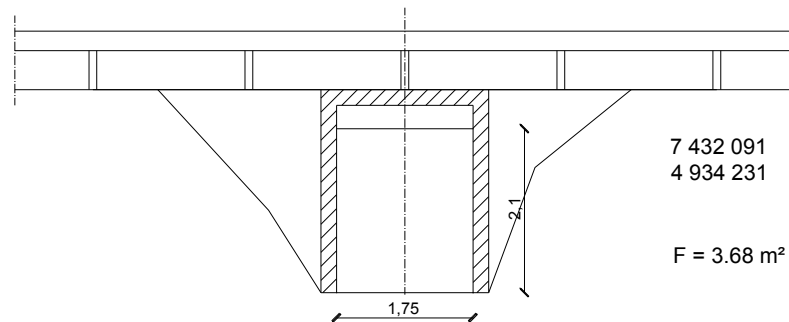
1) Шарена чесма



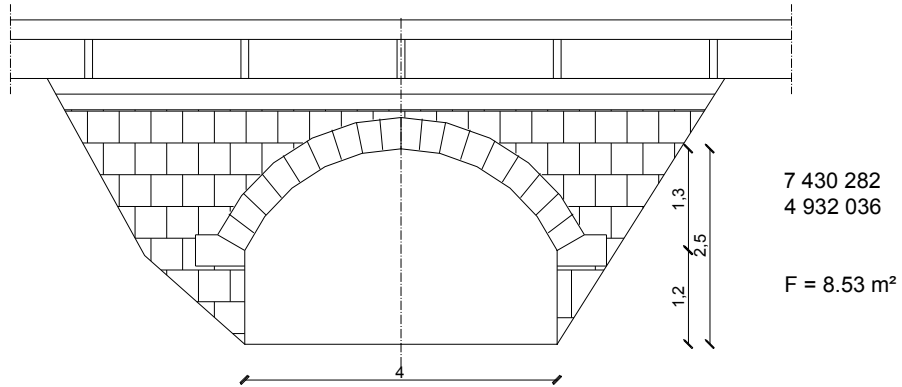
2) Река Трстеница



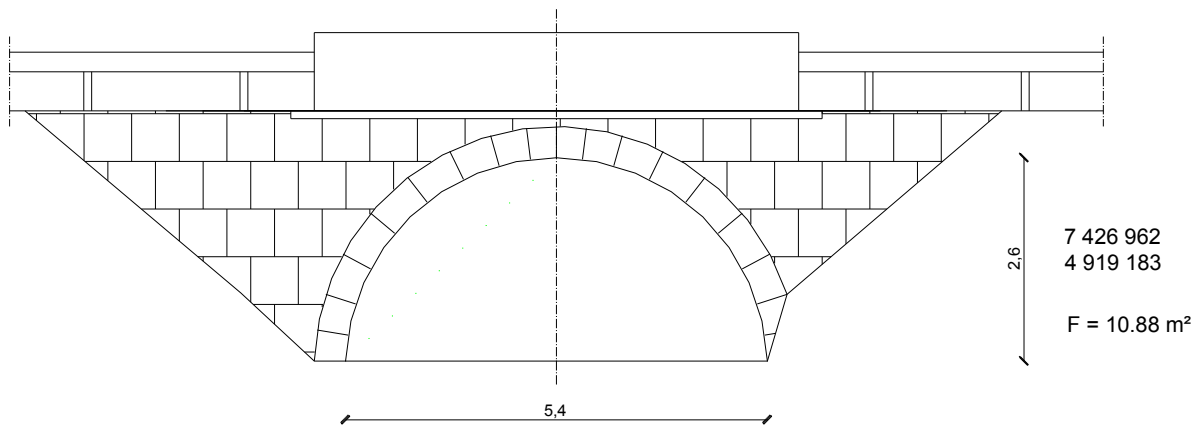
3) Поток Царевац



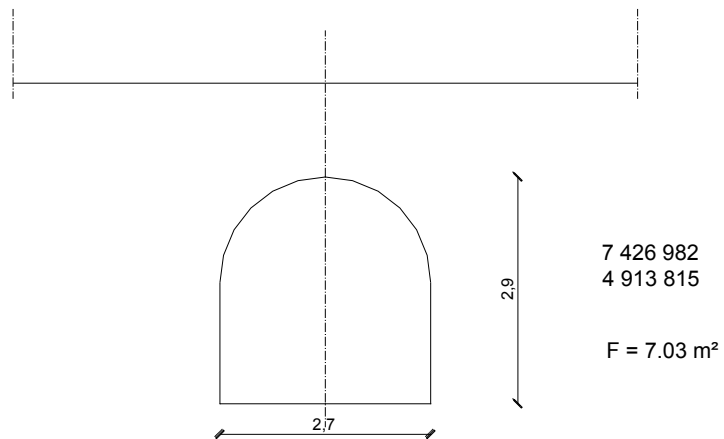
4) Безимени поток



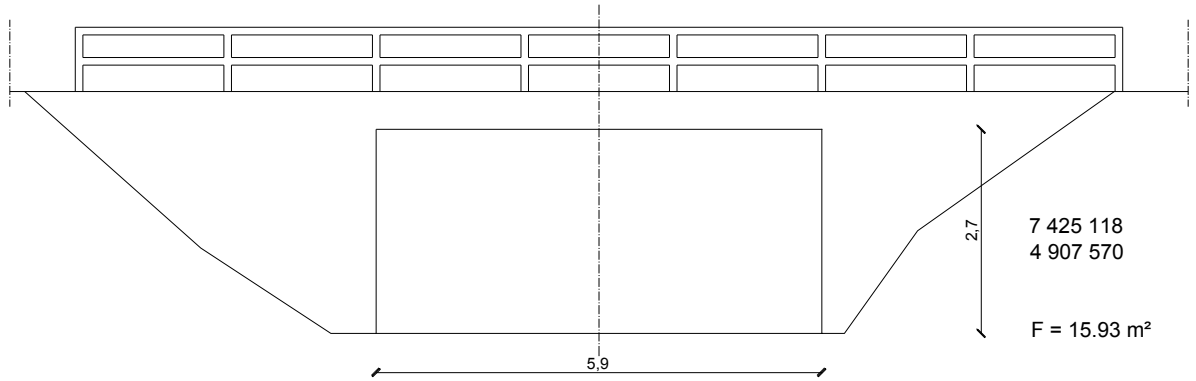
5) Река Кладница



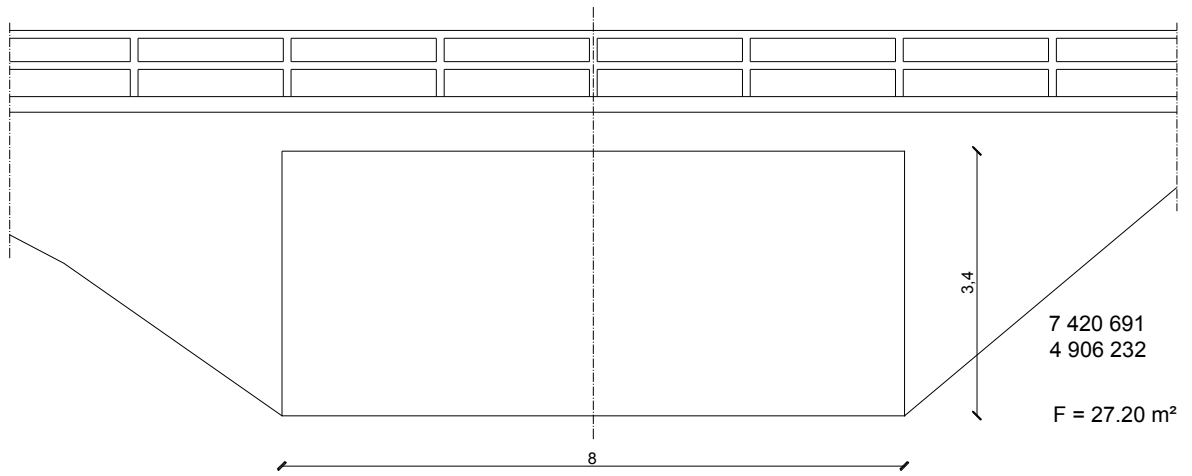
6) Безимени поток



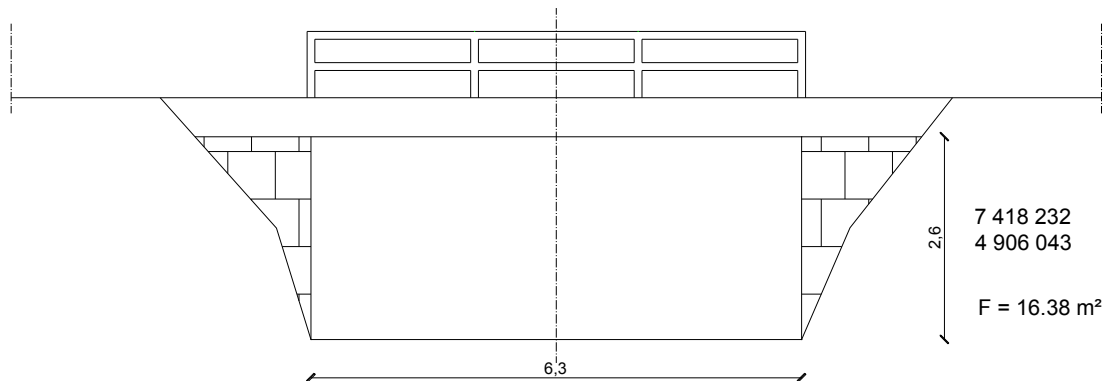
7) Лозничка река



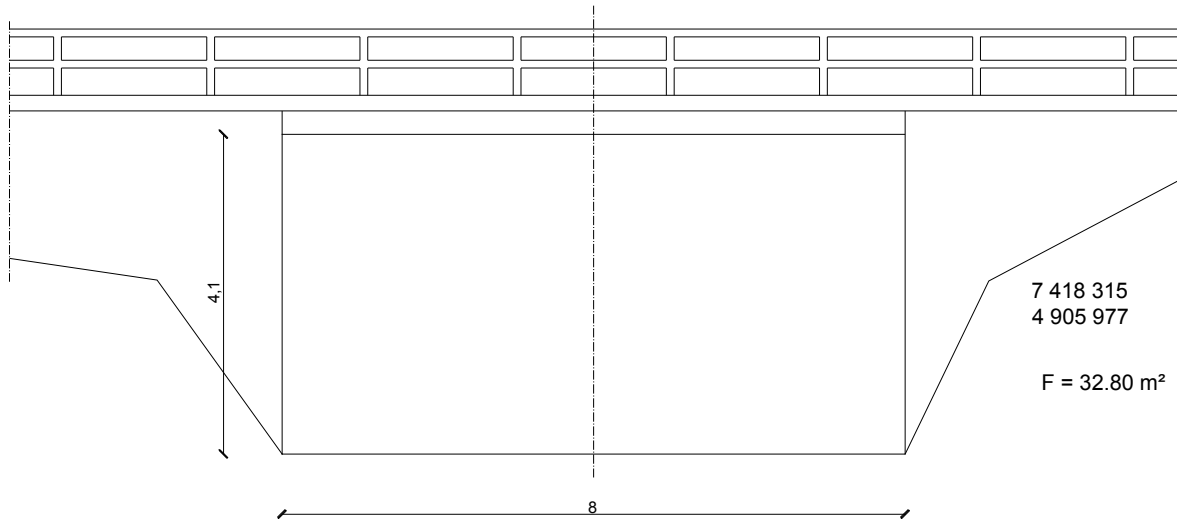
8) Река Рабас



9) Река Кривошија (на путу за Бабину луку)

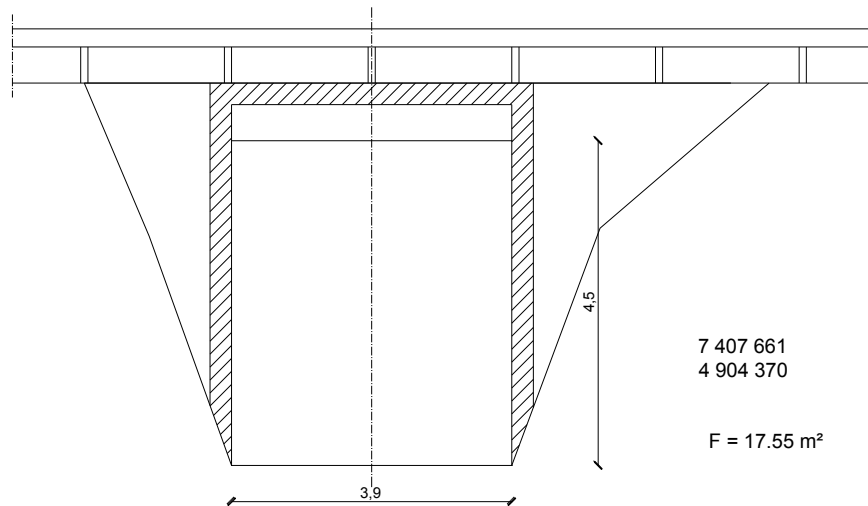


10) река Кривошија



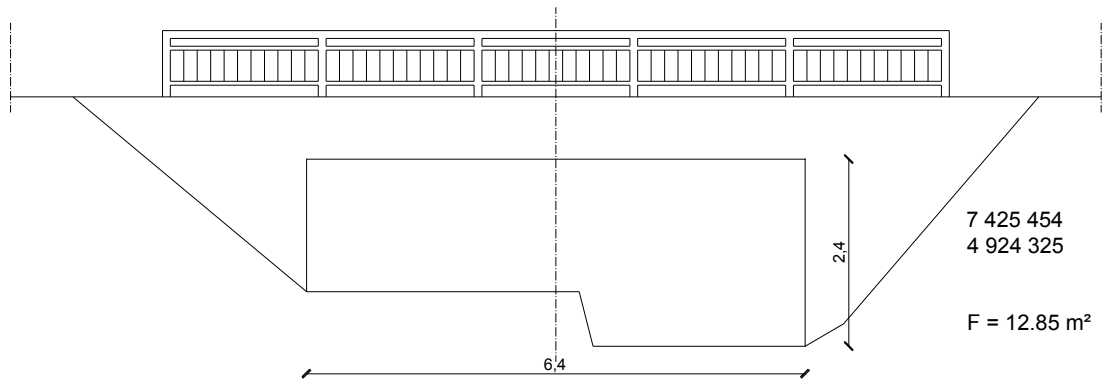
Пут бр.27 Ђ реда
Ваљево – Осечина

1) Поток Суви Сењевац

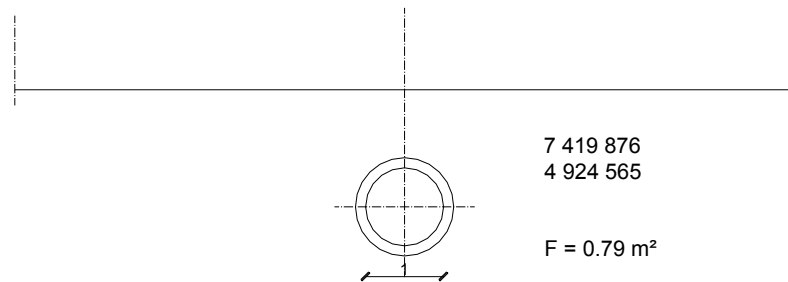


Пут бр.141 IIА реда
Уб – Новаци – Коцељева

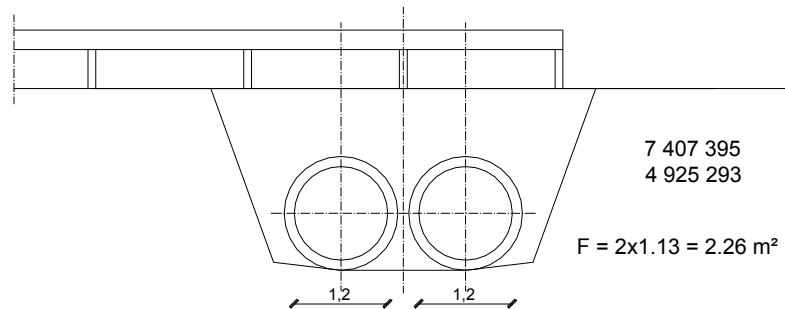
1) Река Грачица



2) Безимени поток

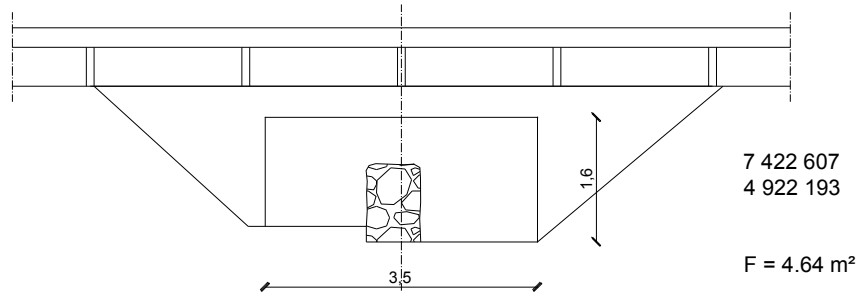


3) Поток Црквине

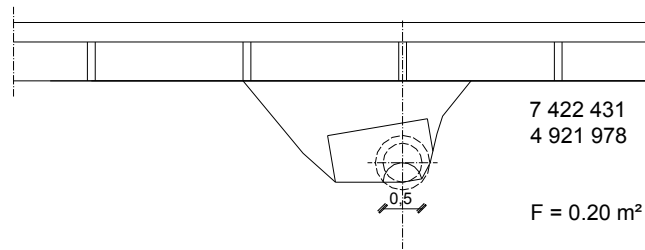


Пут бр.341 ПБ реда
Уб – Памбуковица

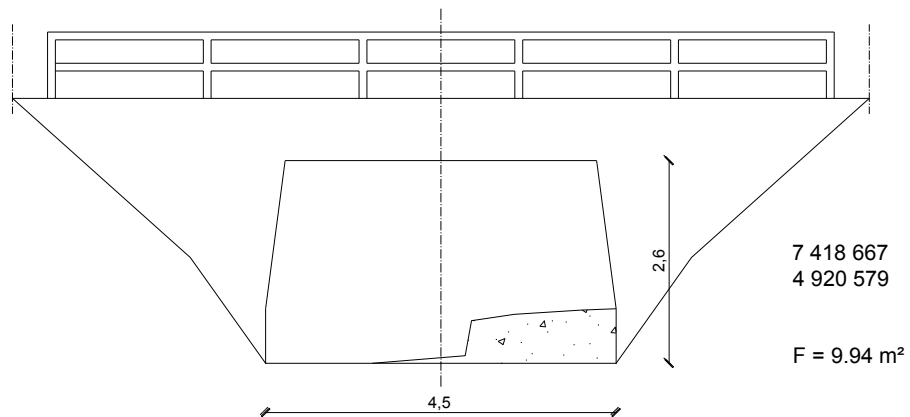
1) Лопајица поток



2) Безимени поток

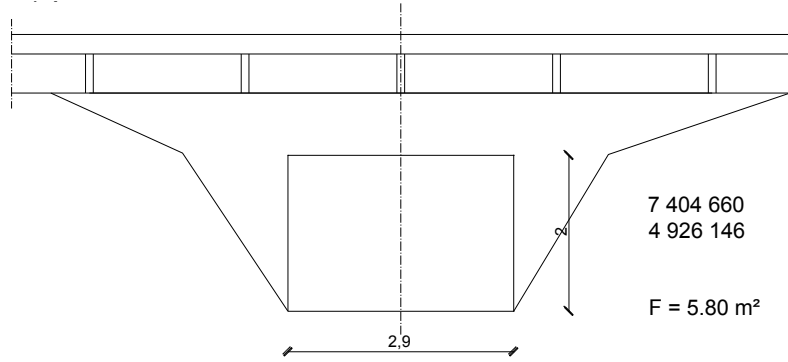


3) Река Буковица

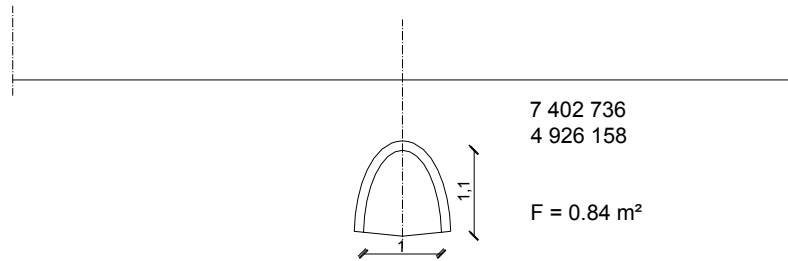


Пут бр.141 ПА реда
Коцелјева – Шабачка Каменица – Доње Црниљево

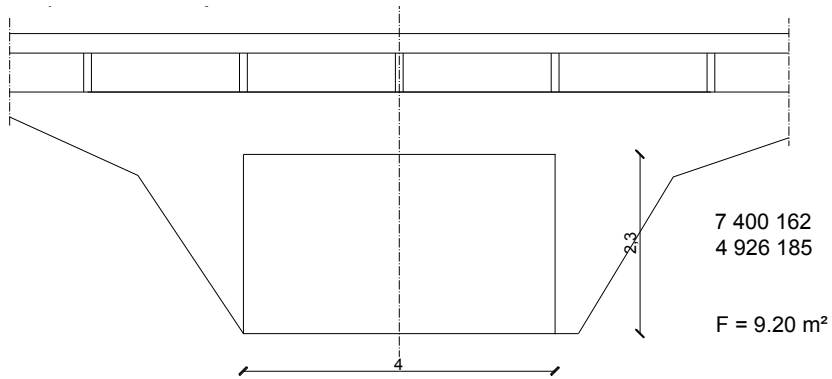
1) Поток Борина



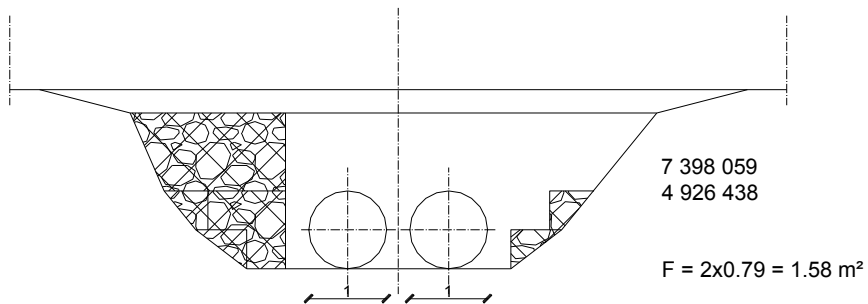
2) Безимени поток



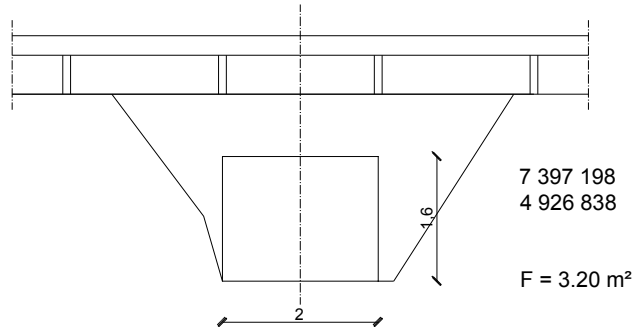
3) Шеварице поток



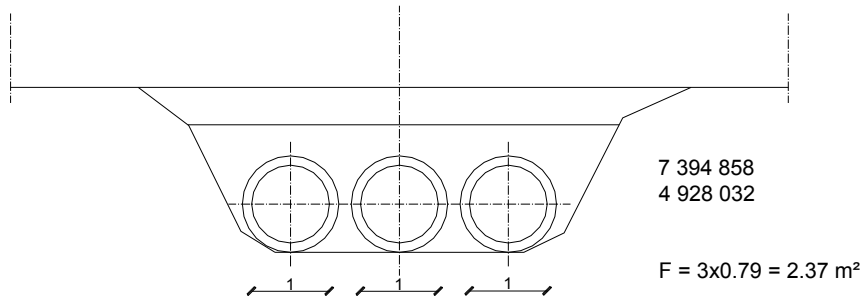
4) Козарица поток



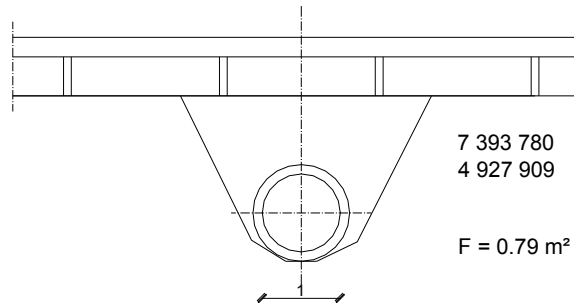
5) Поток Трушник ,



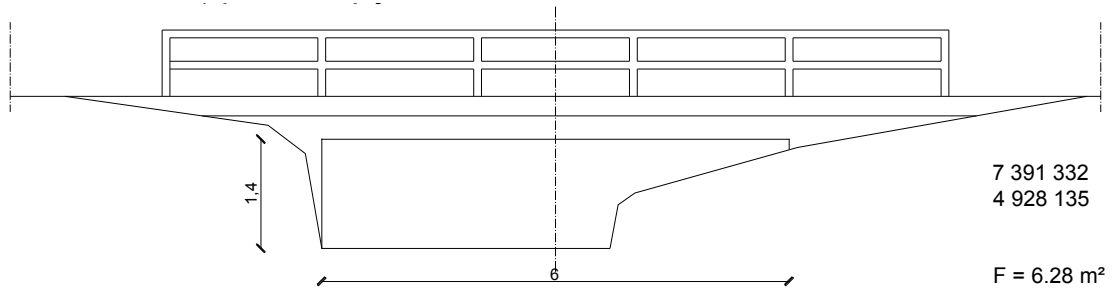
6) Марића поток



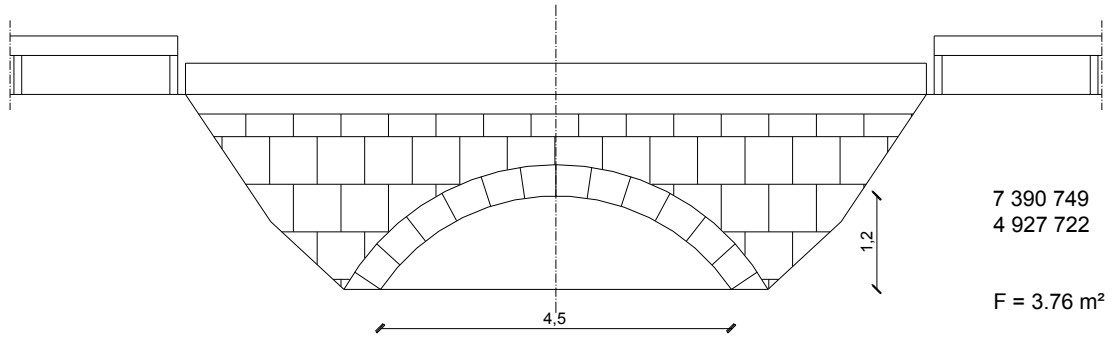
7) Поток Кленовица ,



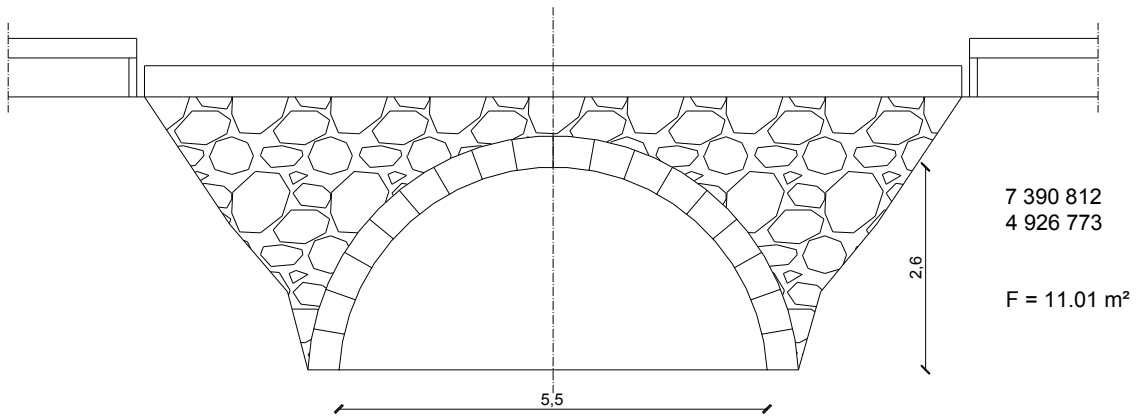
8) Поток Чапљевац



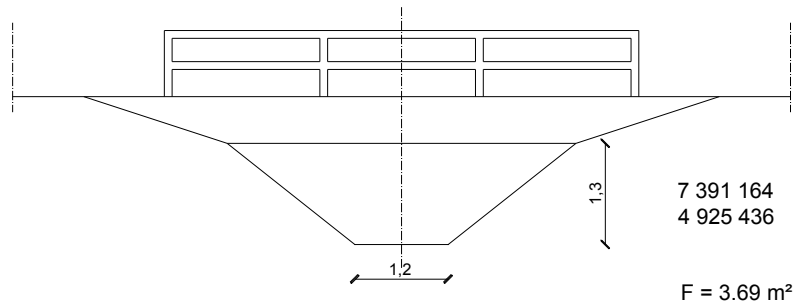
9) Поток Грешава



10) Поток Камењача

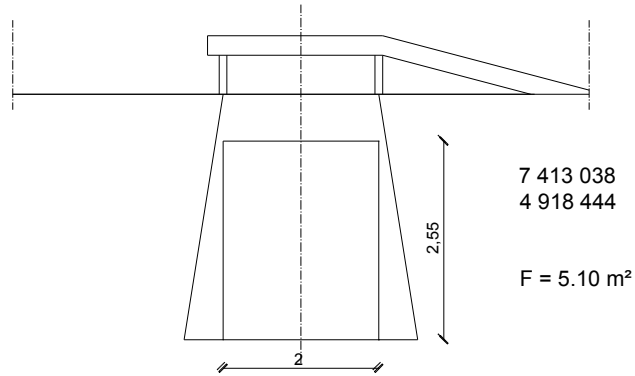


11) Поток Стубица

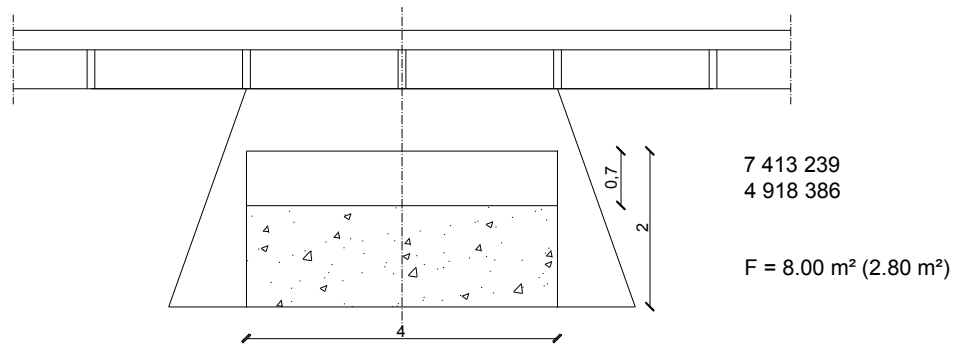


Пут бр.21 ІБ реда
Коцелјева – Ваљево

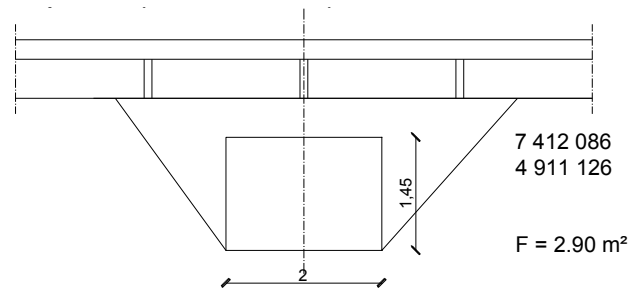
1) Поток Кокановац (мањи крак)



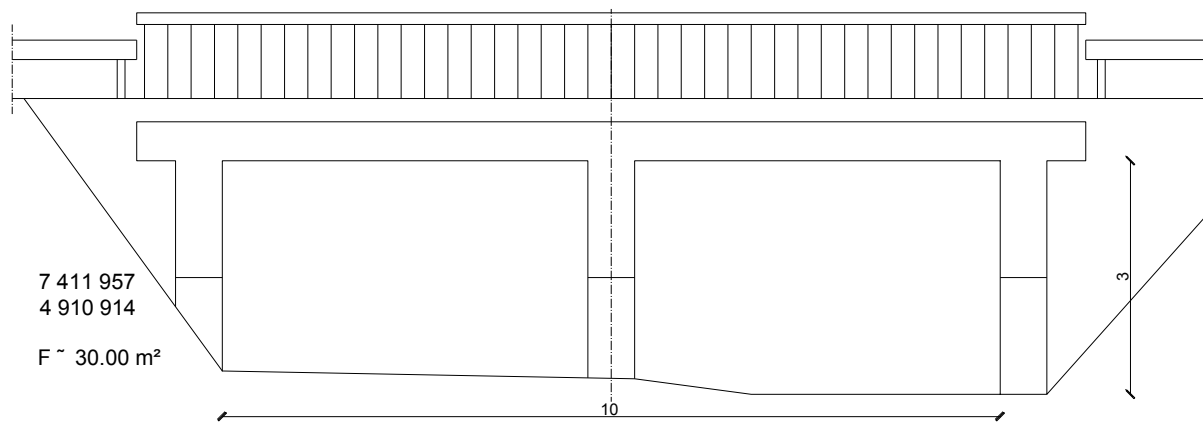
2) Поток Кокановац (главни ток)



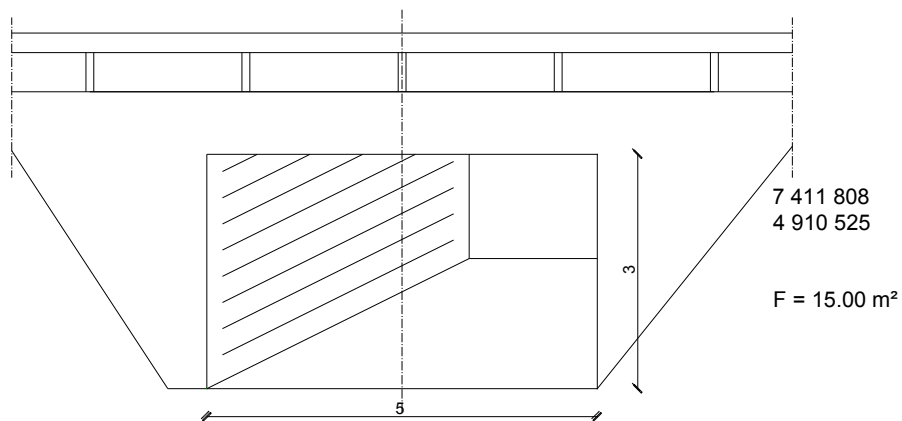
3) Криви поток



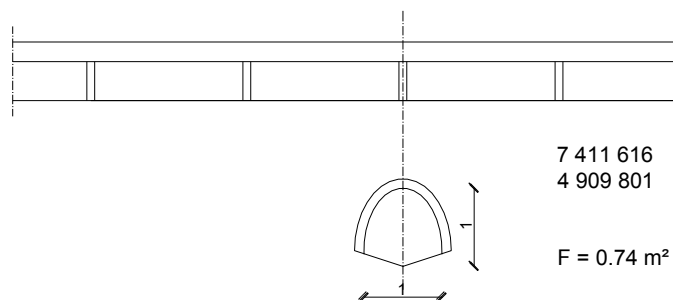
4) Река Рабас



5) Безимени поток

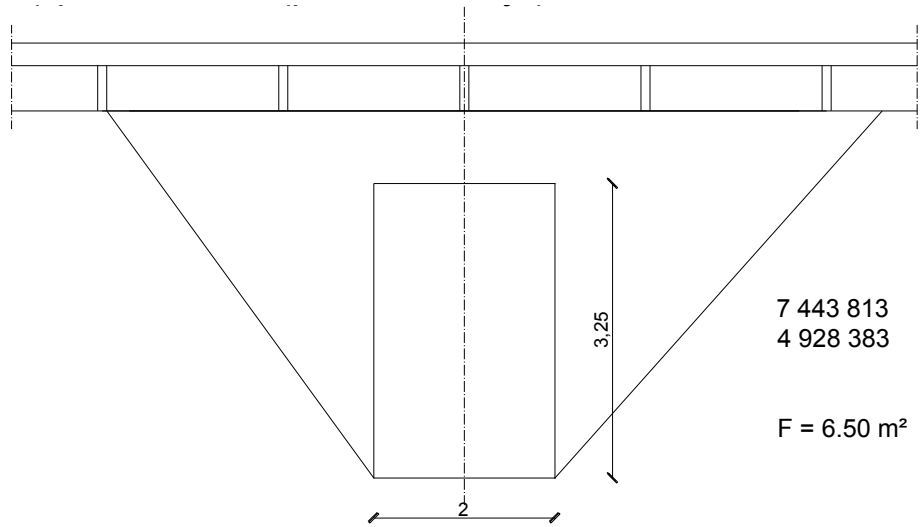


6) Безимени поток

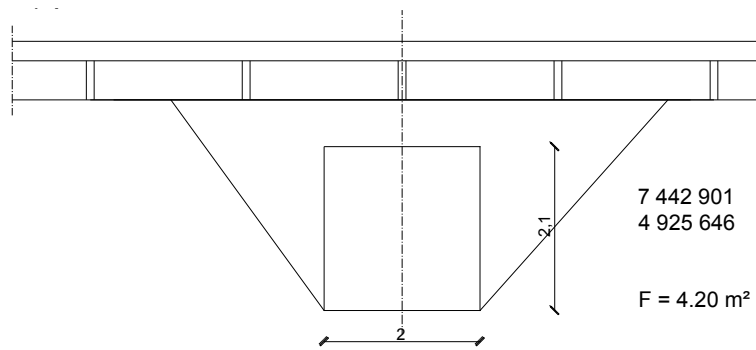


Пут бр.22 ІБ реда
Београд – Љиг – Горњи Милановац

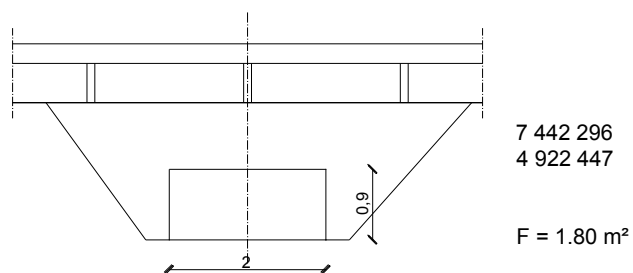
1) Безимени поток



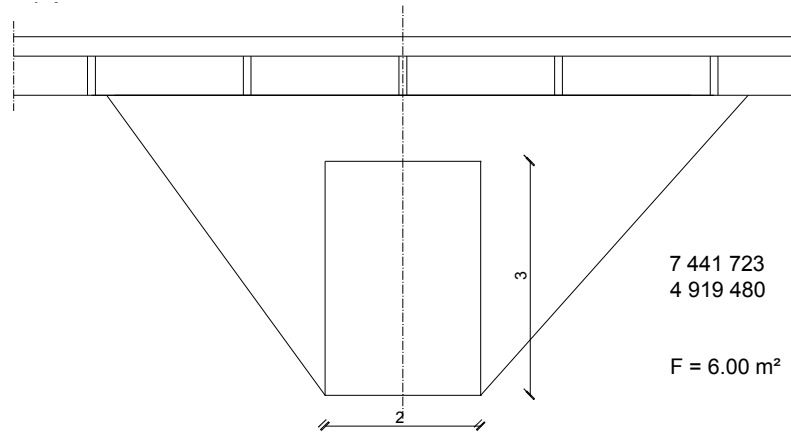
2) Безимени поток



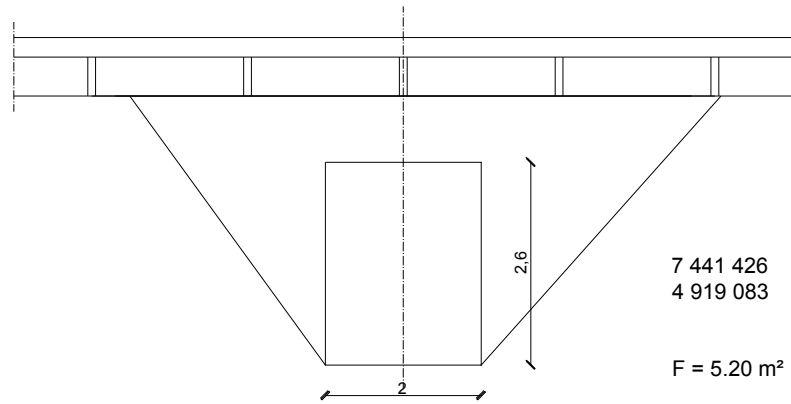
3) Безимена јаруга



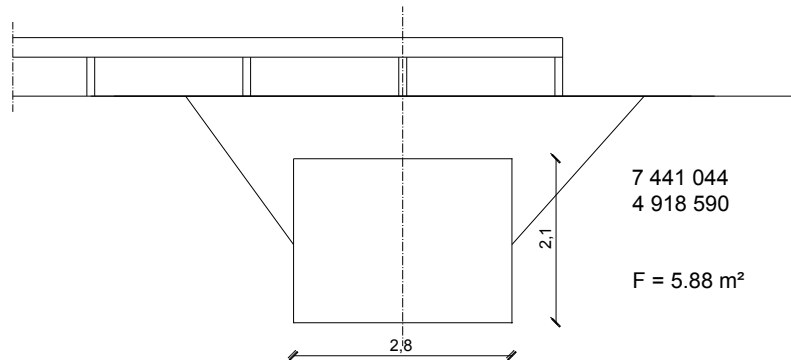
4) Поток Очаге



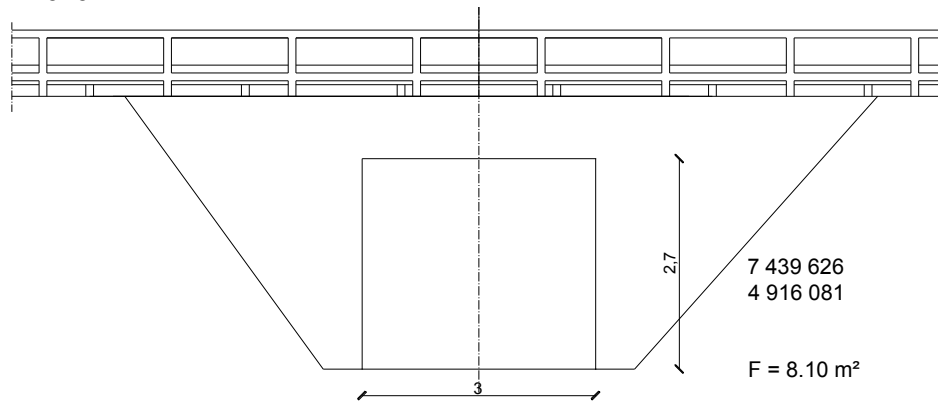
5) Безимени канал



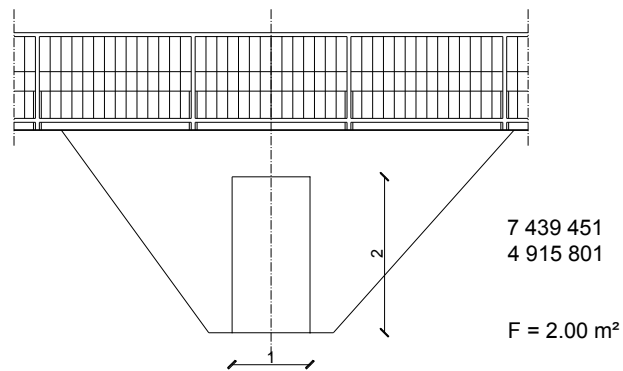
6) Река Криваја



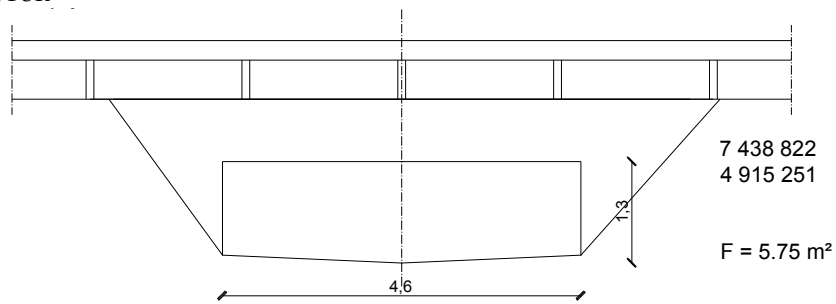
7) Безимени поток



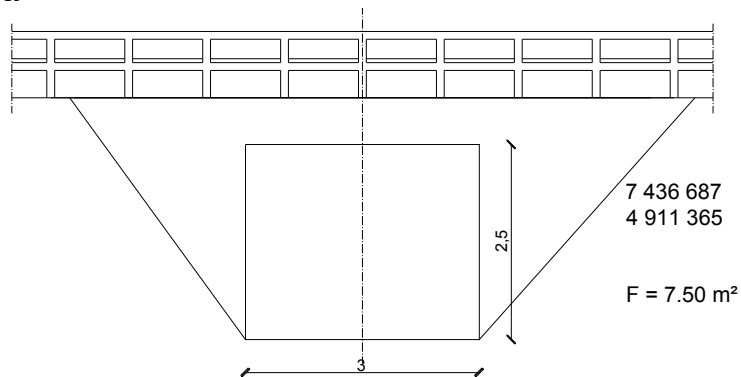
8) Безимени поток



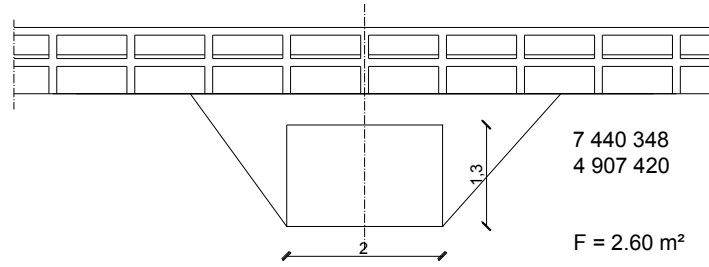
9) Безимени поток



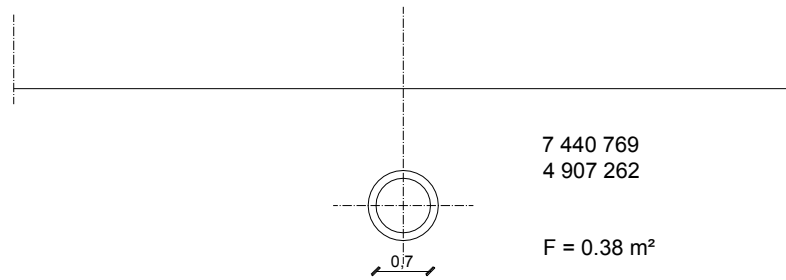
10) Безимени поток



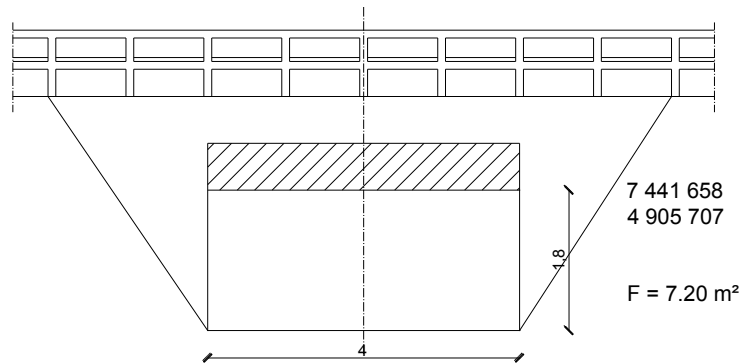
11) Поток Ковачица



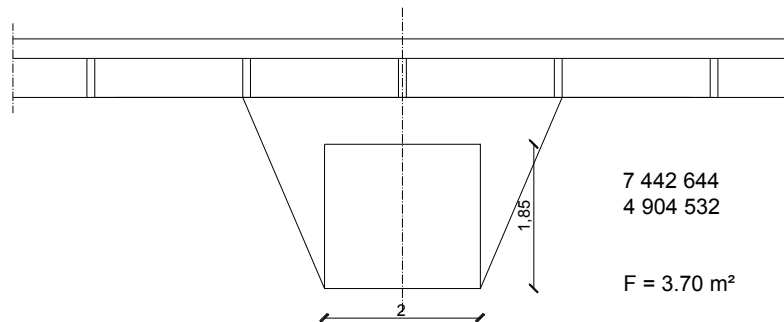
12) Безимени поток



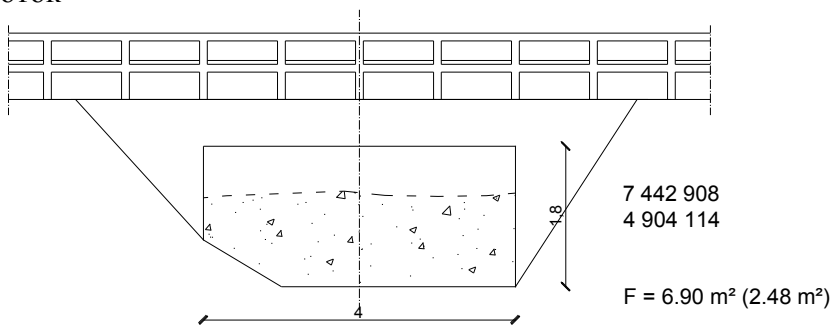
13) Црна река



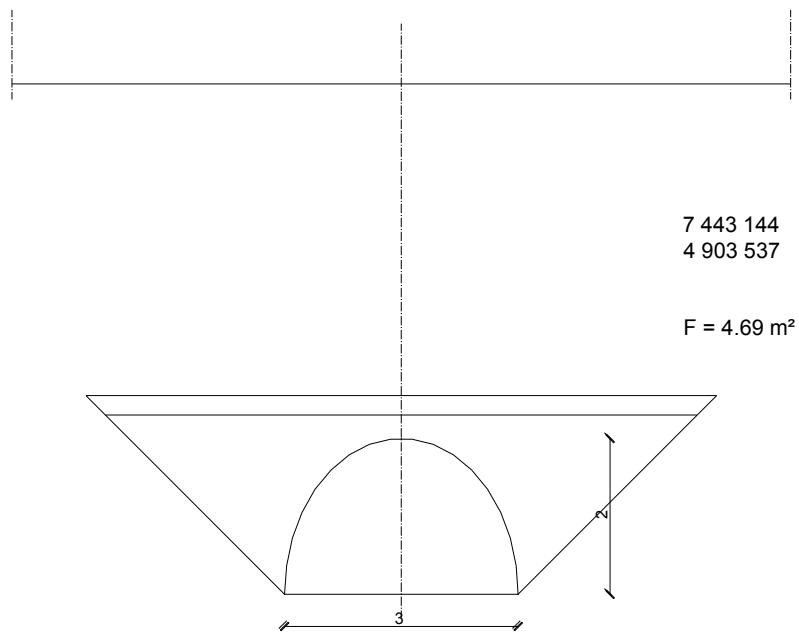
14) Поток Бучје



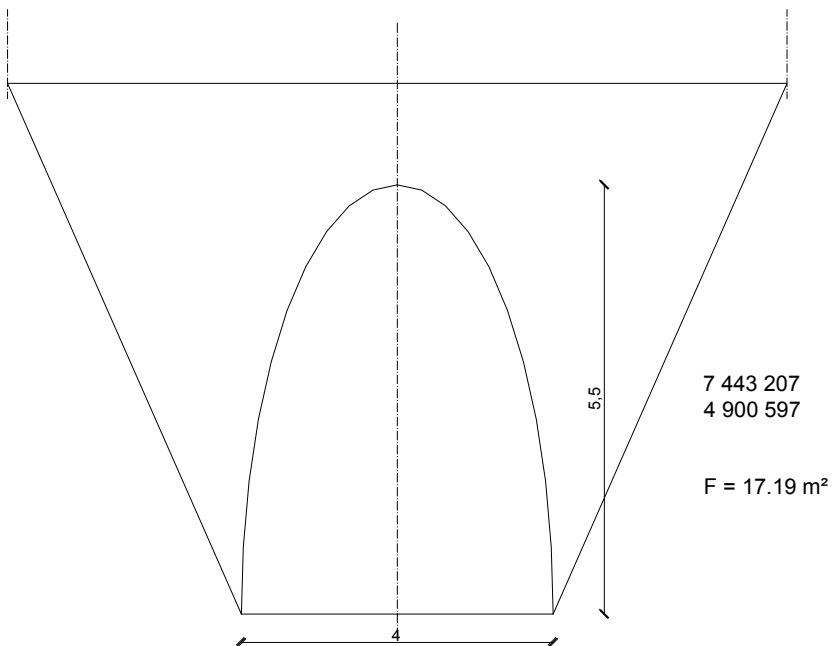
15) Безимени поток



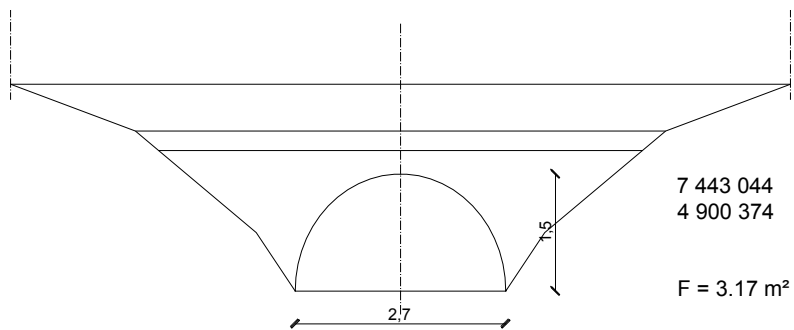
16) Поток Околяч



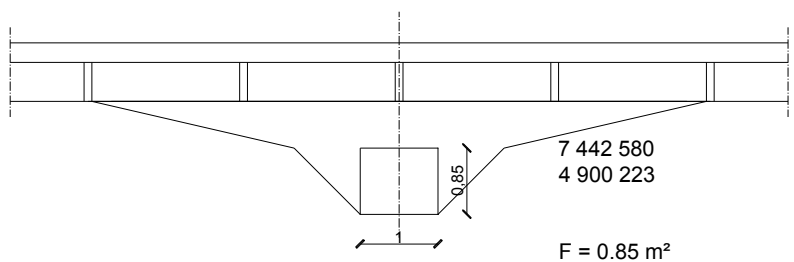
17) Безимени поток



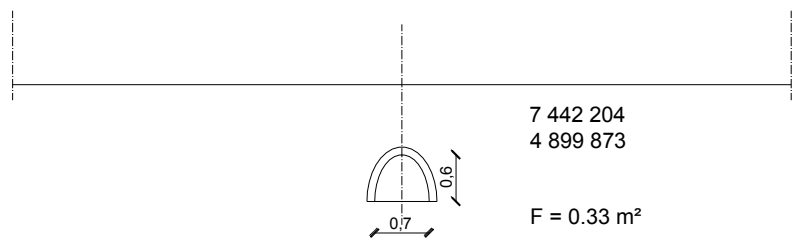
18) Поток Чворовац



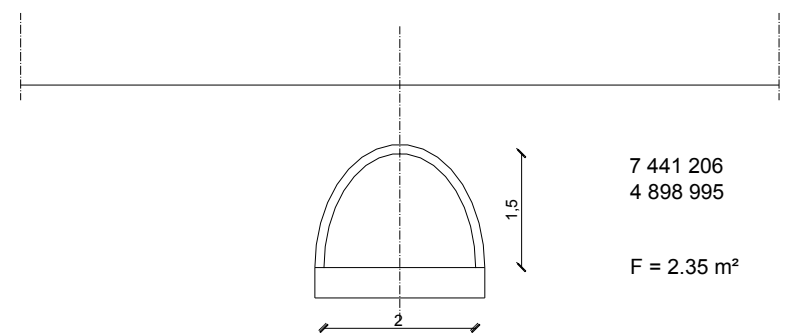
19) Безимени поток



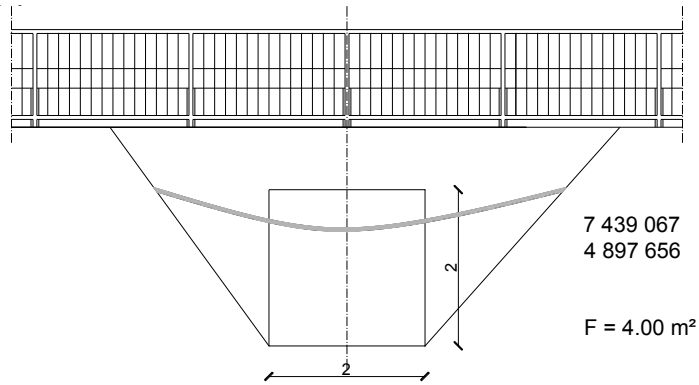
20) Безимени поток



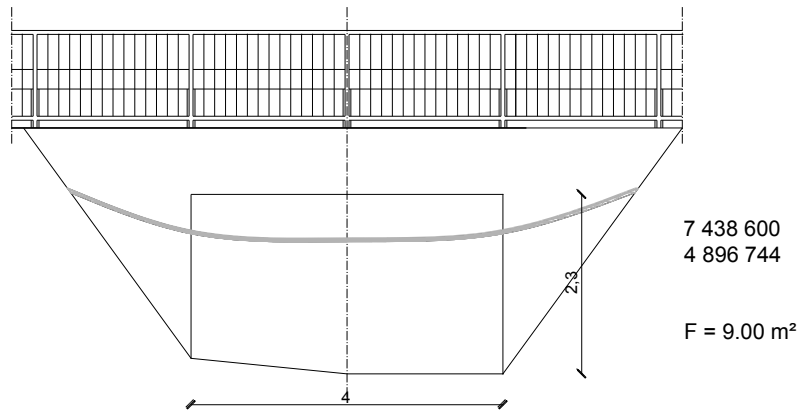
21) Безимени поток



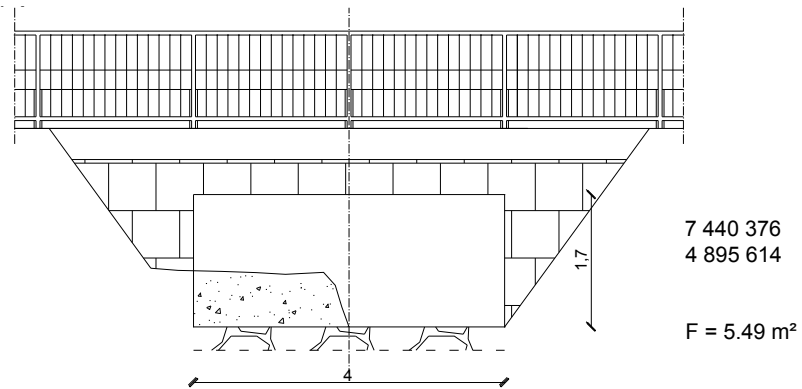
22) Безимени поток



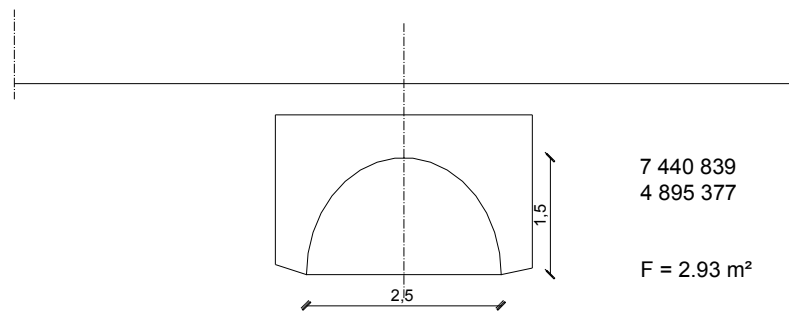
23) Безимени поток



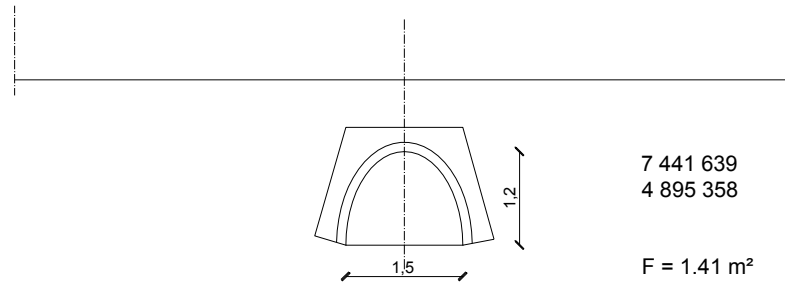
24) Безимени поток



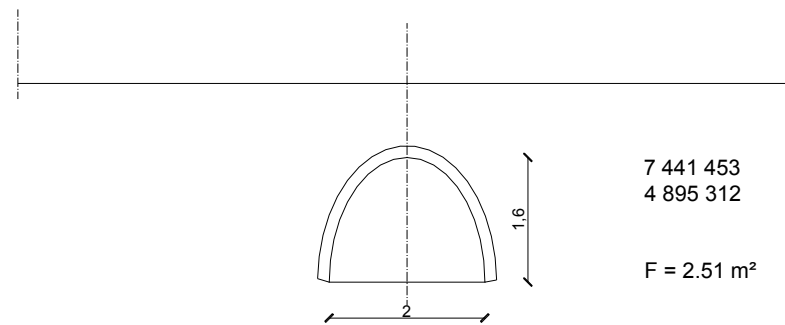
25) Безимени поток



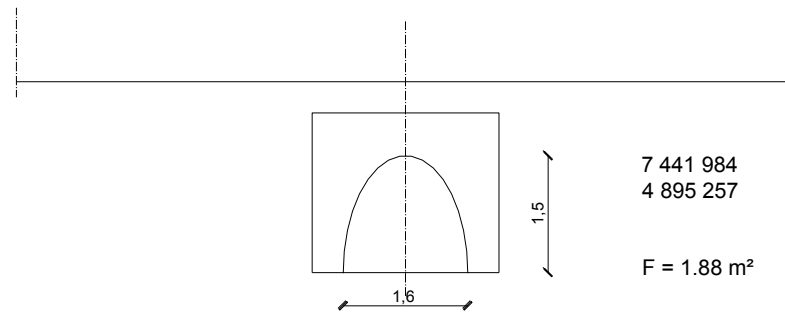
26) Безимени поток



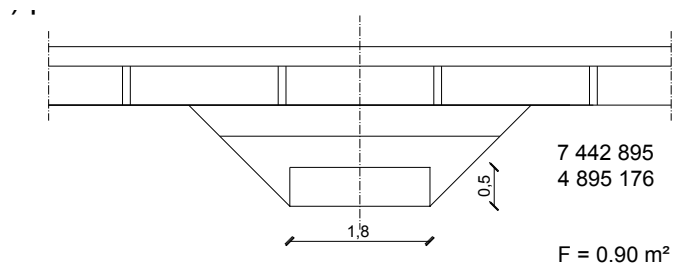
27) Безимени поток



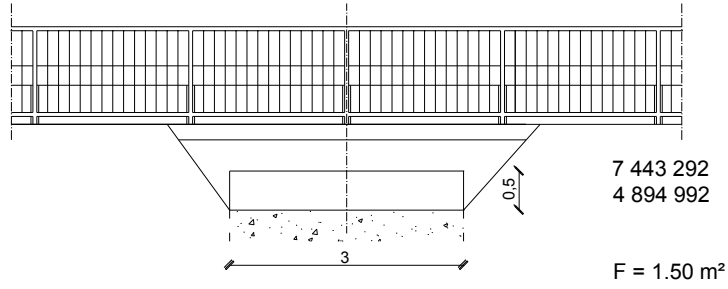
28) Веселића поток



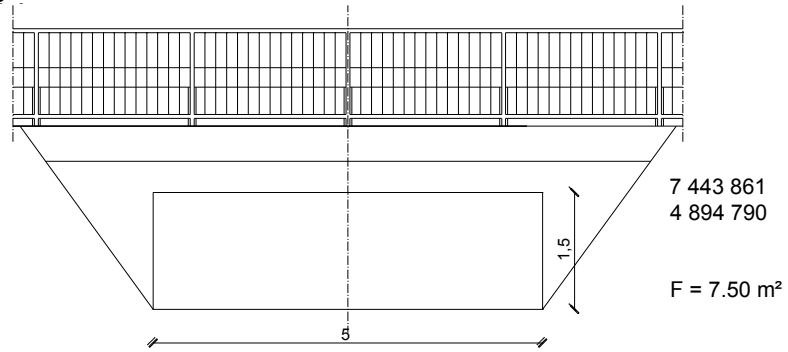
29) Безимени поток



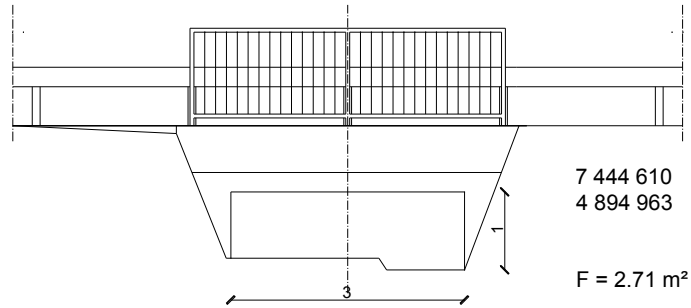
30) Безимени поток



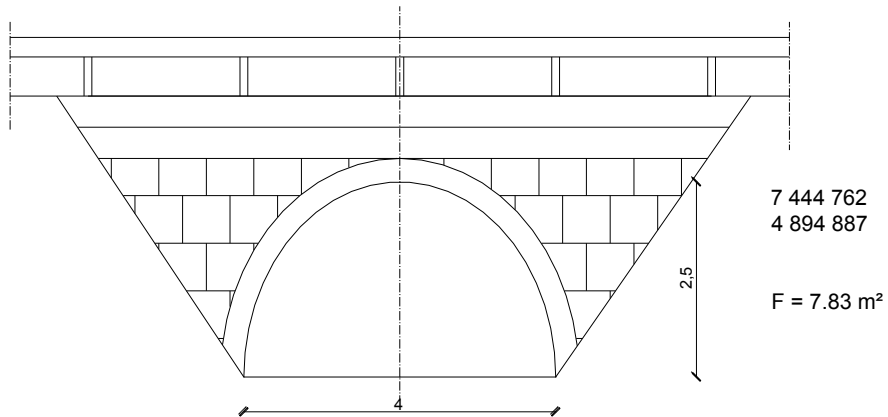
31) Безимена јаруга



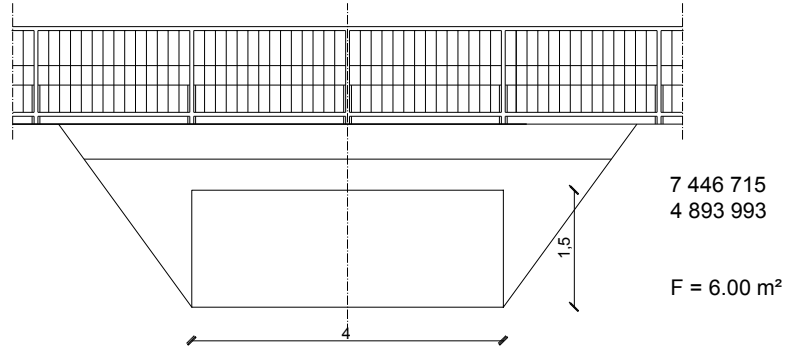
32) Безимени поток



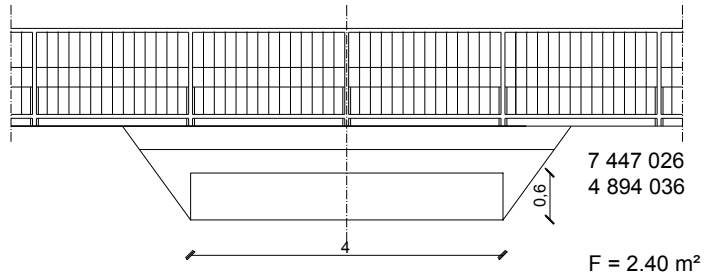
33) Безимени поток



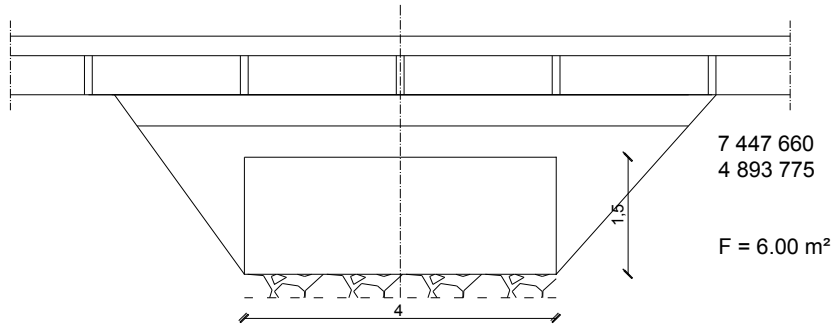
34) Поток Грабовац



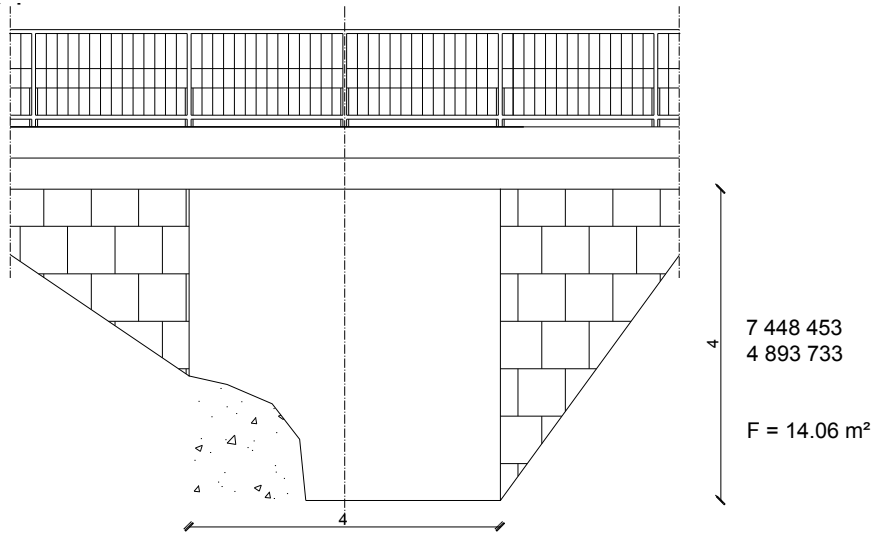
35) Поток Топлик



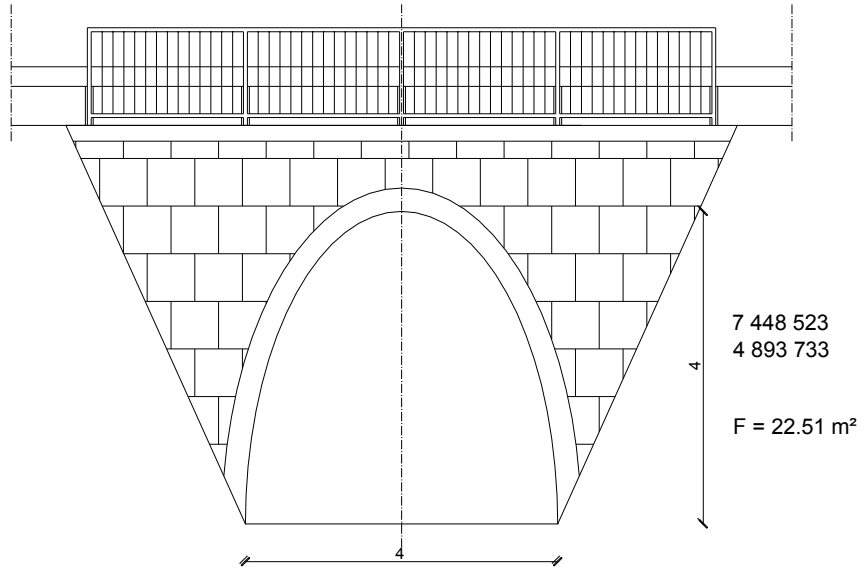
36) Безимени поток



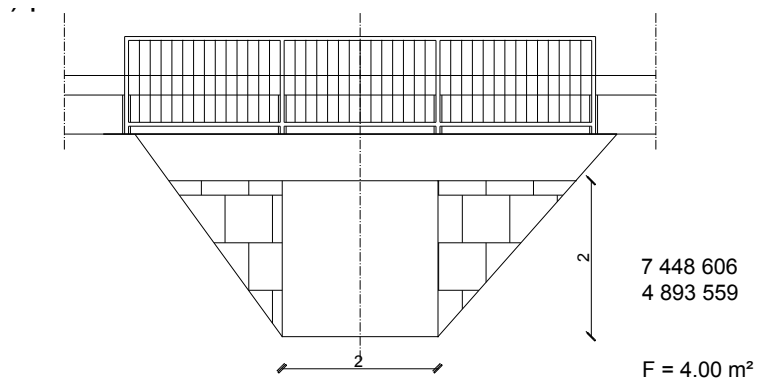
37) Безимени поток



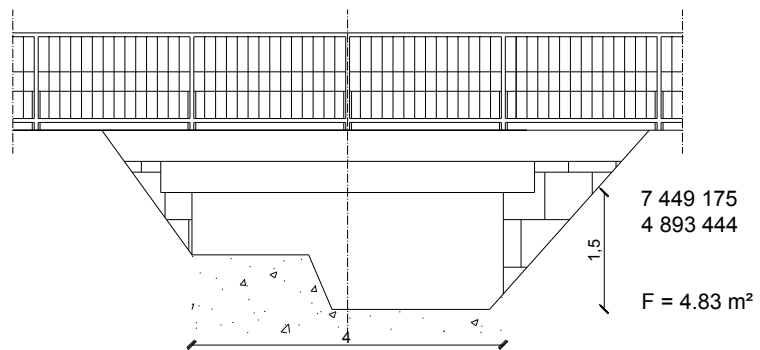
38) Безимени поток



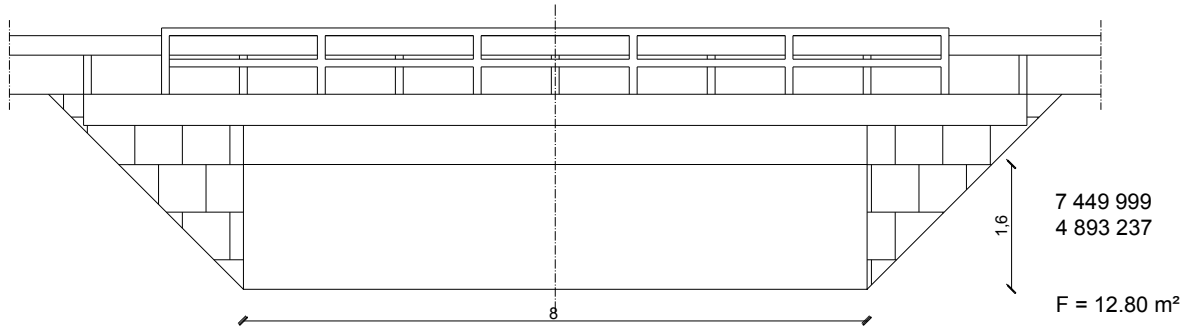
39) Безимени поток



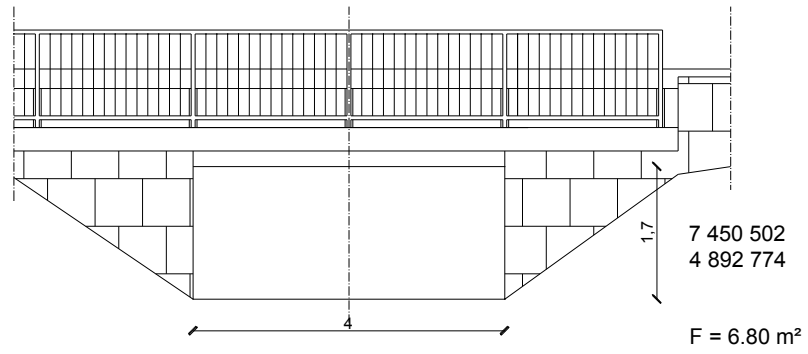
40) Безимени поток



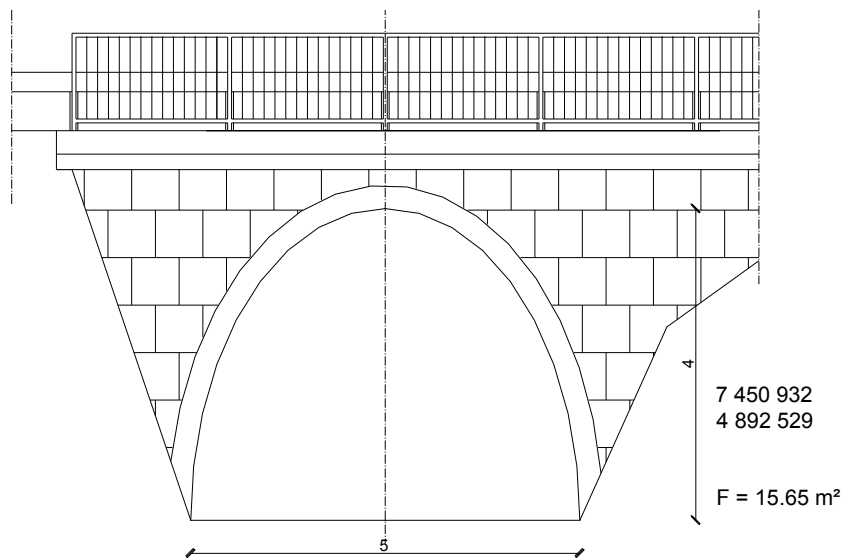
41) Радојичића поток



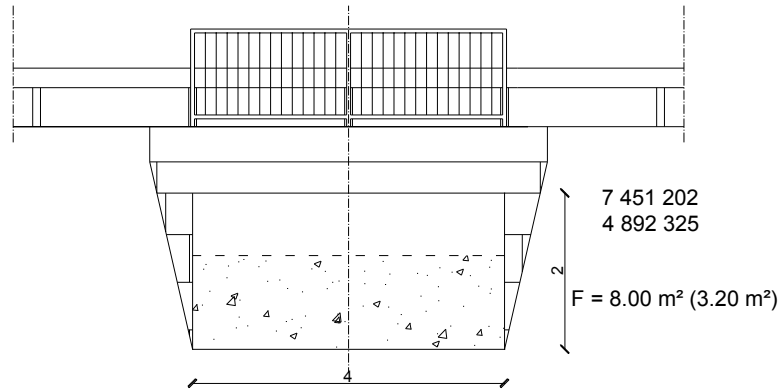
42) Безимени поток



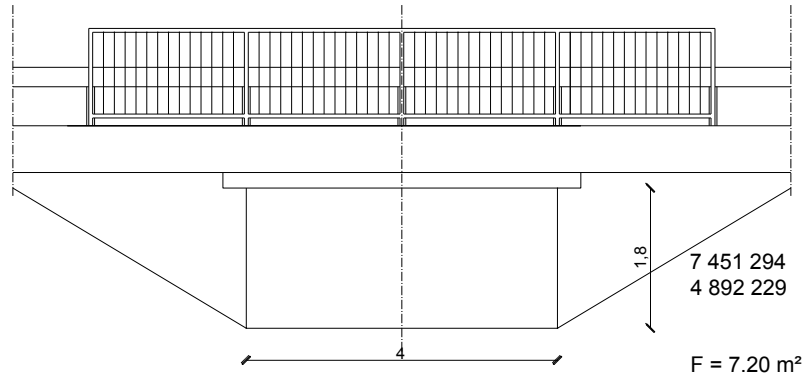
43) Турски поток



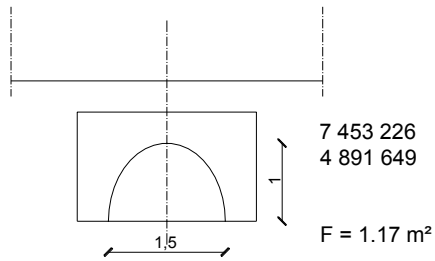
44) Безимени поток



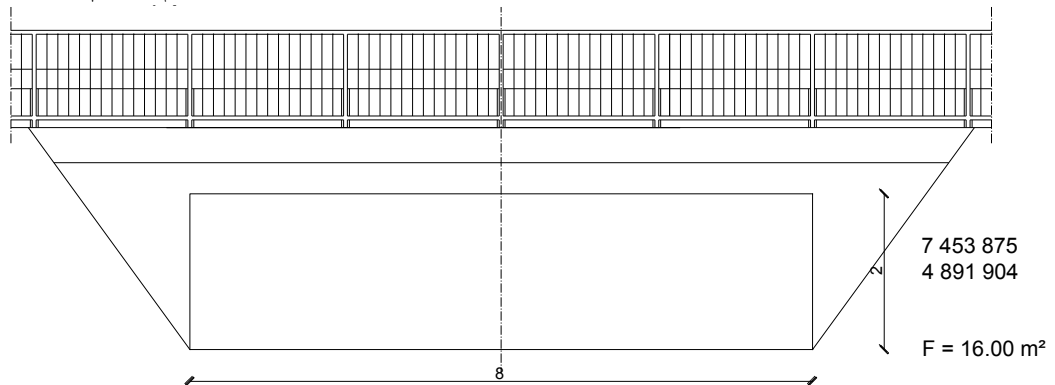
45) Рачи поток



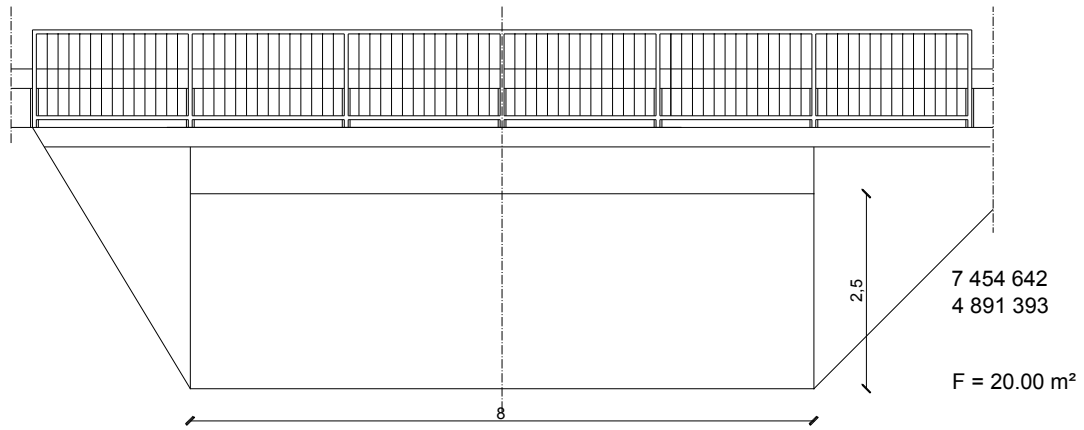
46) Безимени поток



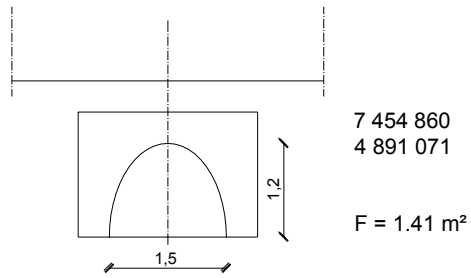
47) Поток Рицинац



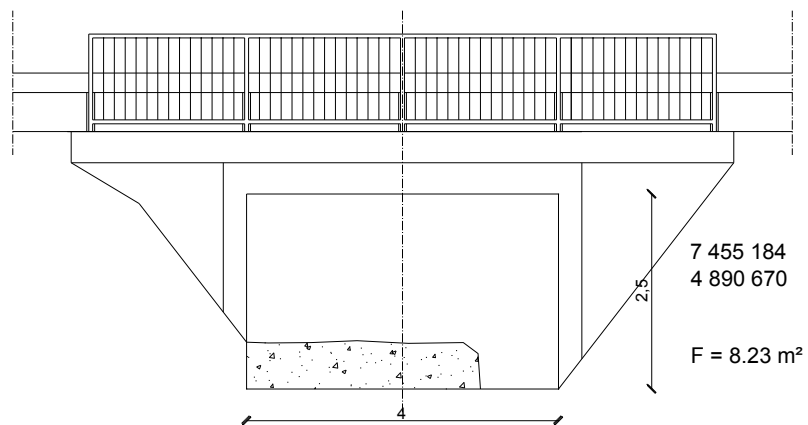
48) Поток Драгуш



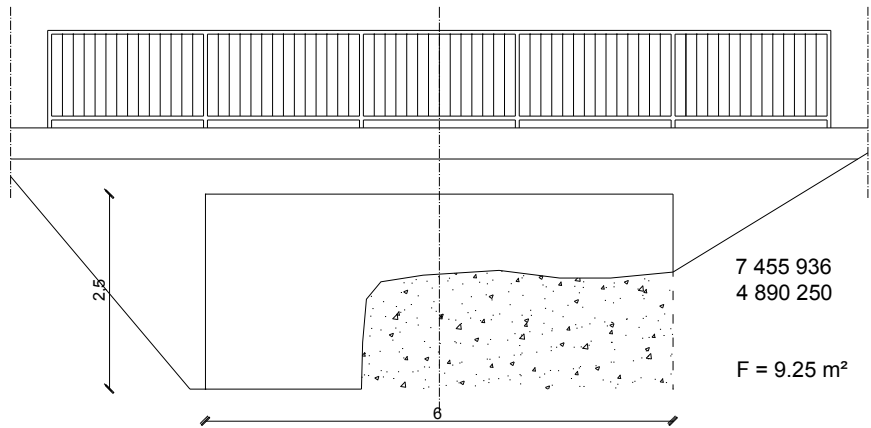
49) Безимени поток



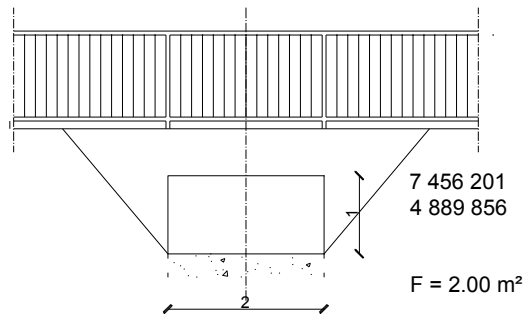
50) Кијевачки поток



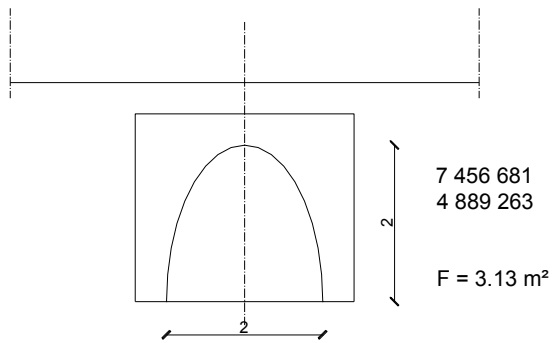
51) Безимени поток



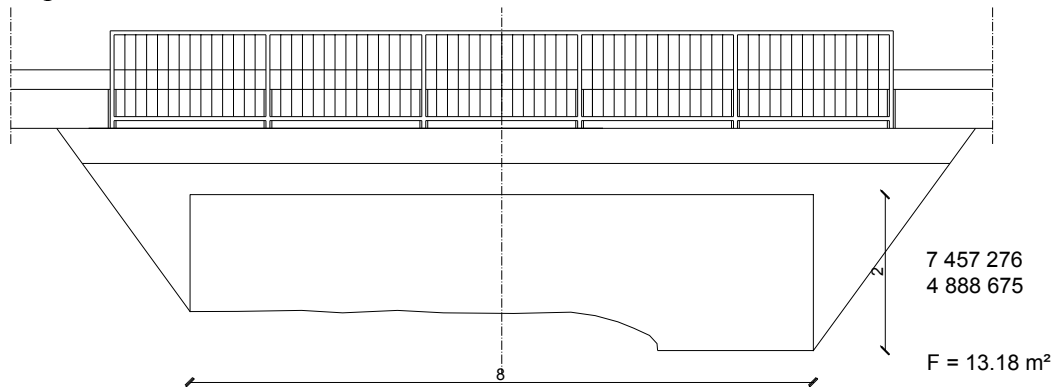
52) Безимени поток



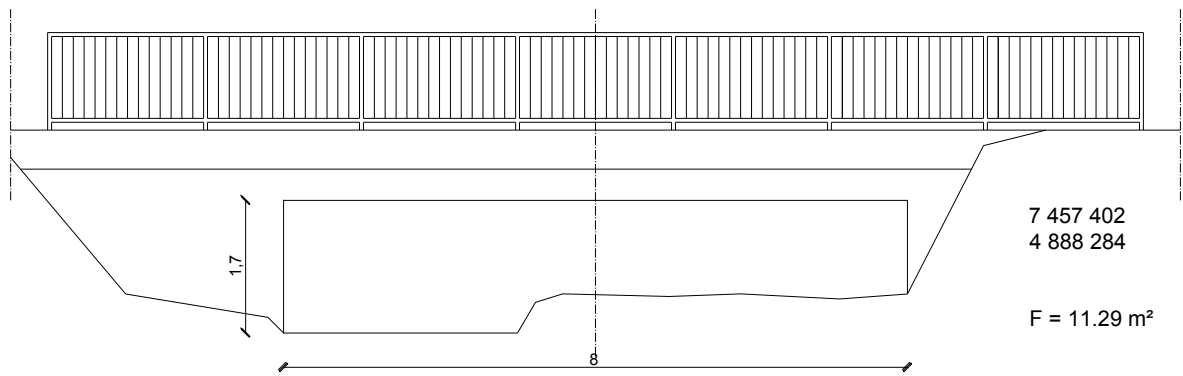
53) Безимени поток



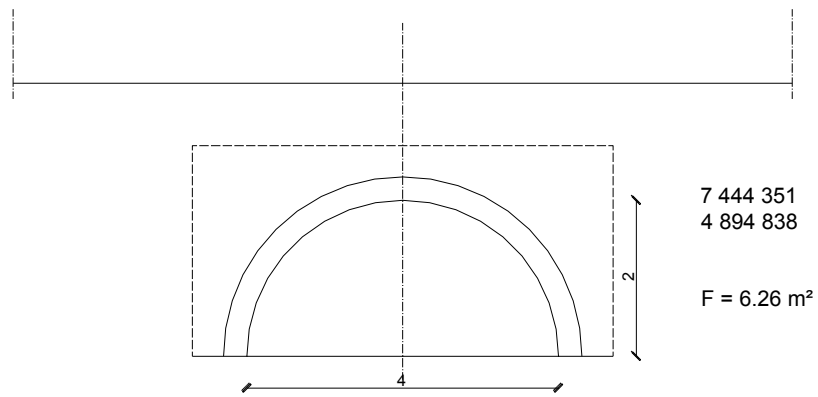
54) Река Брезовица



55) Воденички поток

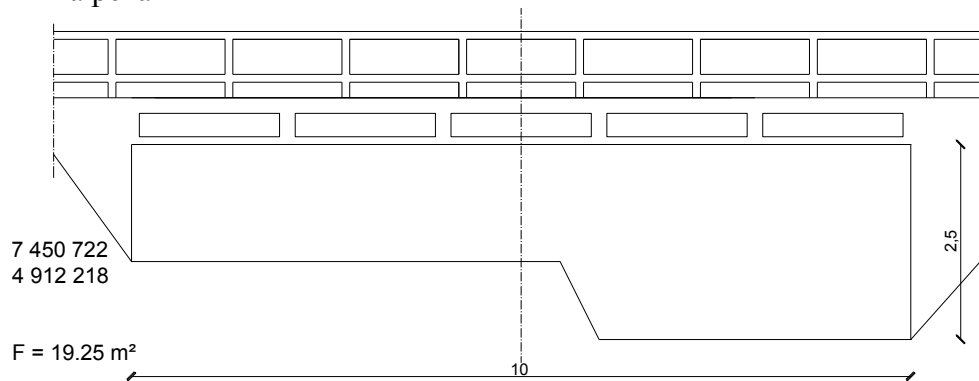


56) Безимени поток

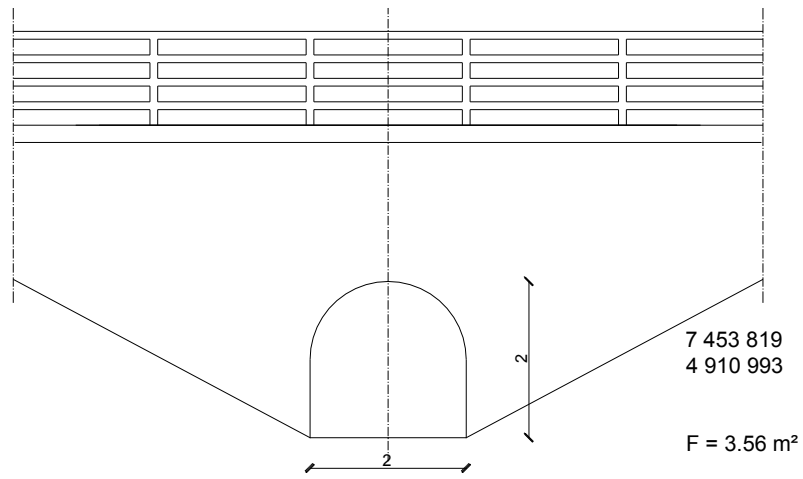


Пут бр.27 ІБ реда
Лазаревац – Аранђеловац

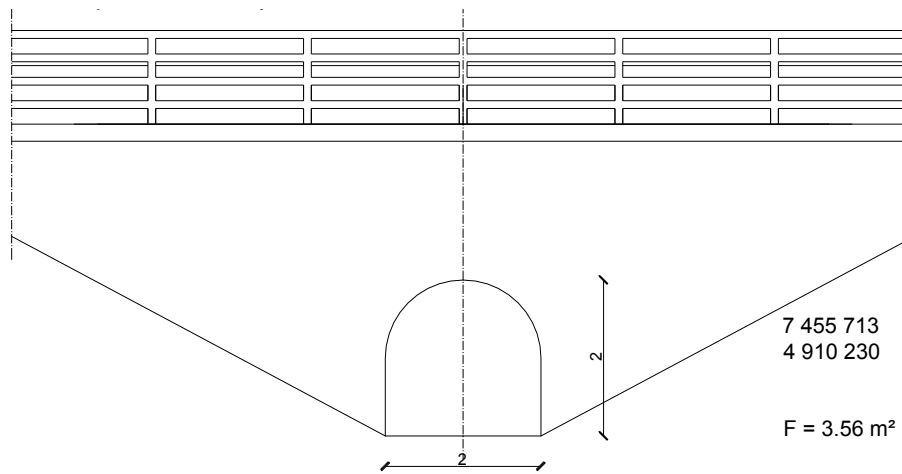
1) Трбушничка река



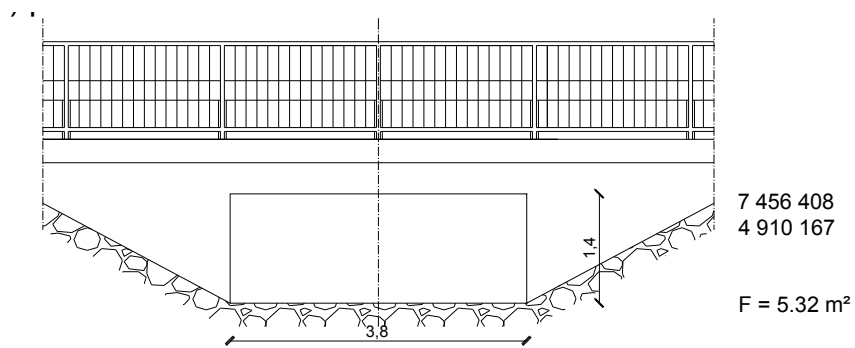
2) Безимени поток



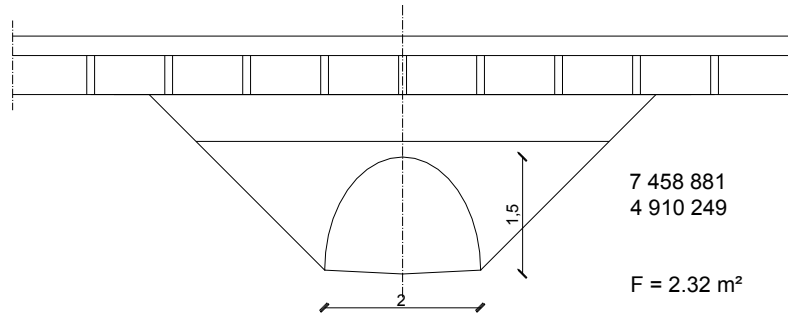
3) Безимени поток



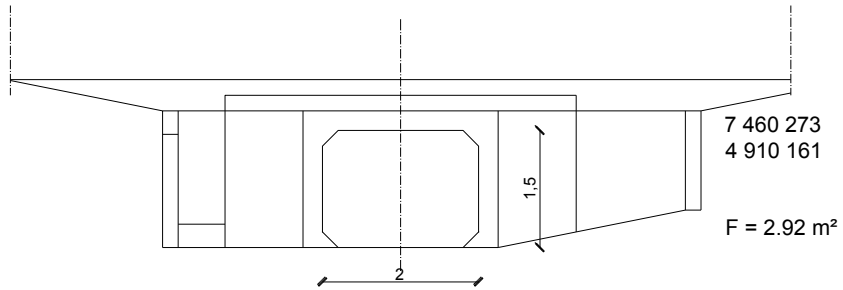
4) Поток Слатина



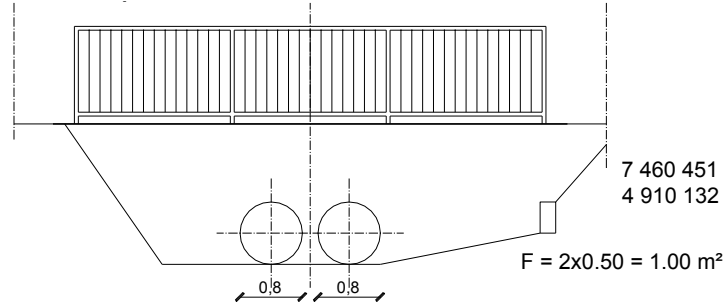
5) Безимени поток



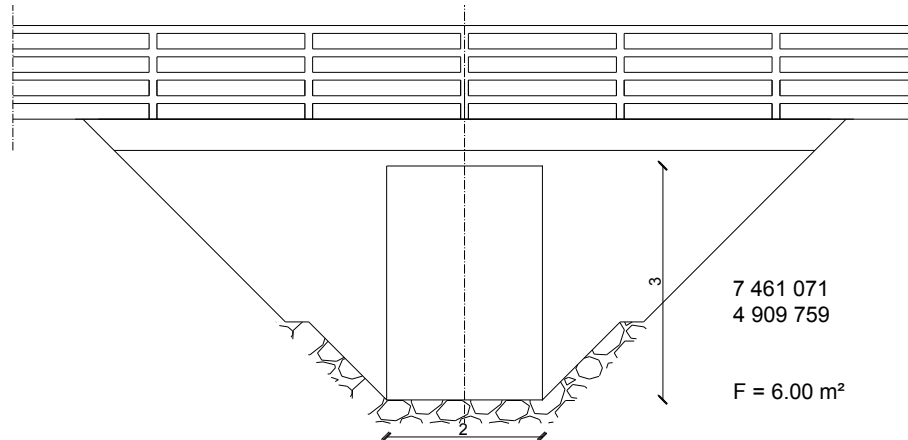
6) Радов поток



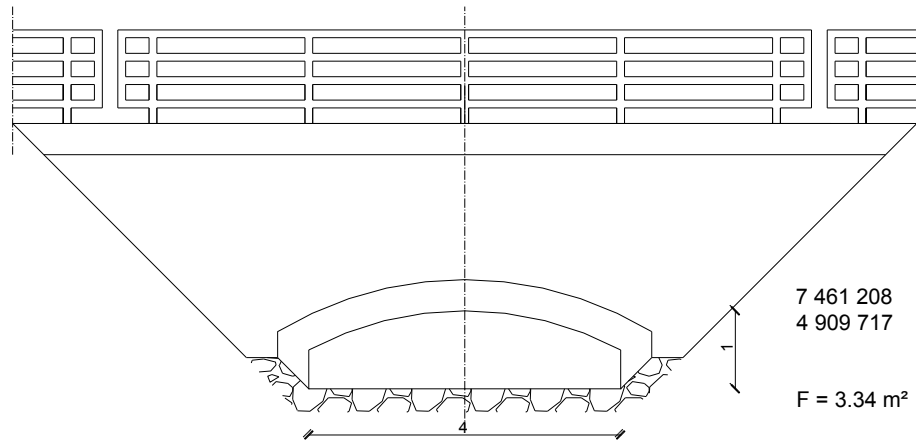
7) Безимени поток



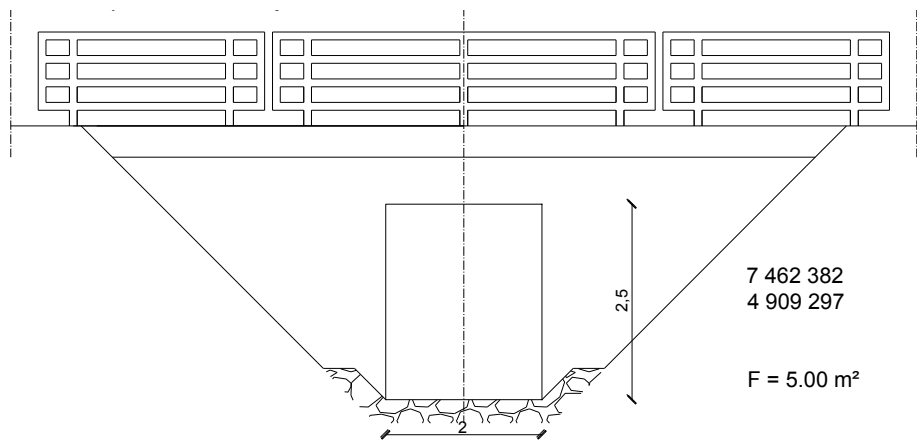
8) Безимени поток



9) Безимени поток

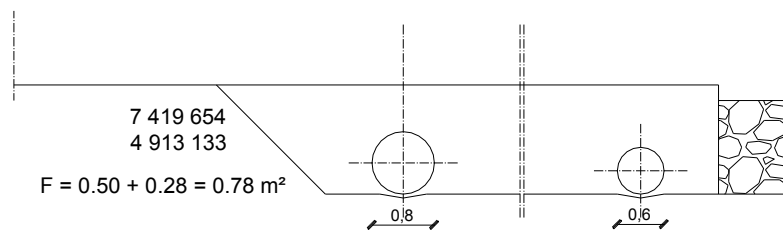


10) Безимени поток

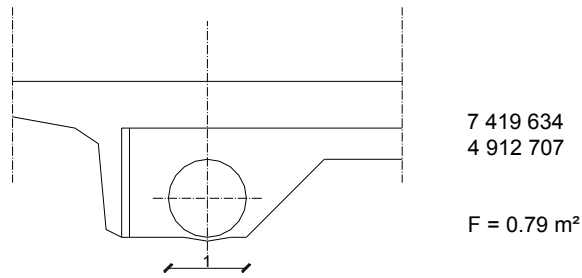


Пут бр.342 ПБ реда
Уб – Попучке

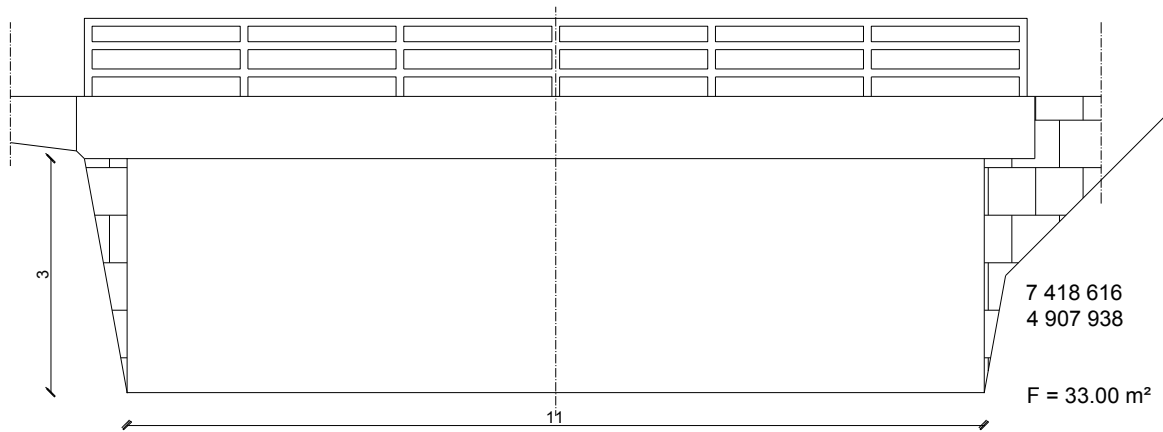
1) Кланичка река



2) Кланичка река

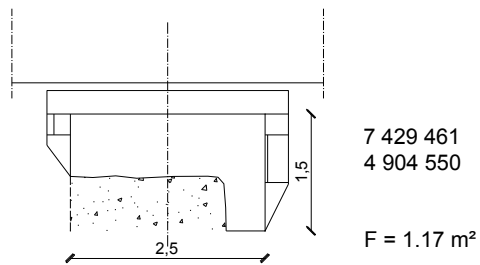


3) Река Рабас

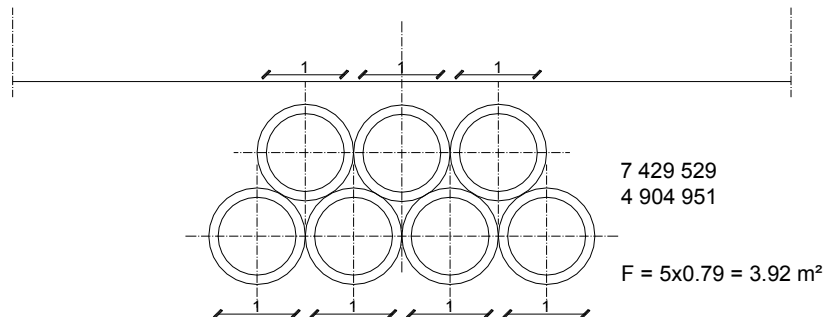


Пут бр.175 ПА реда
Мионица – Боговађа

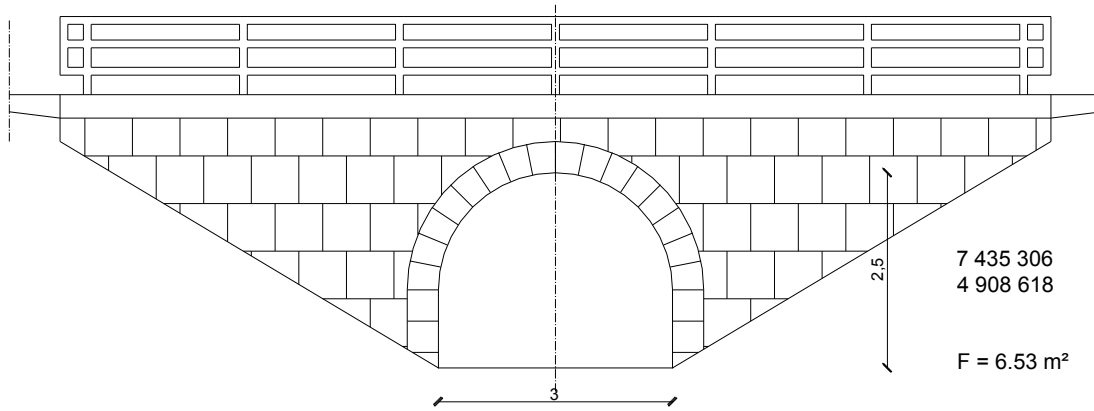
1) Поток Сигевац



2) Река Топлица

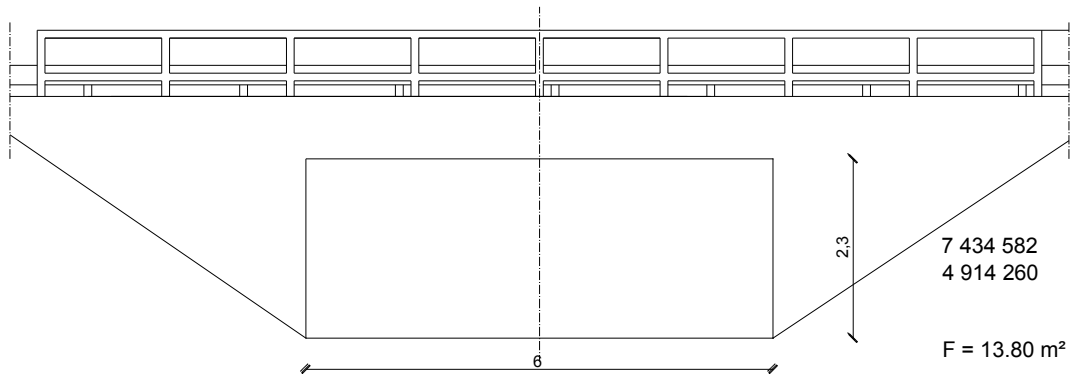


3) Школски поток

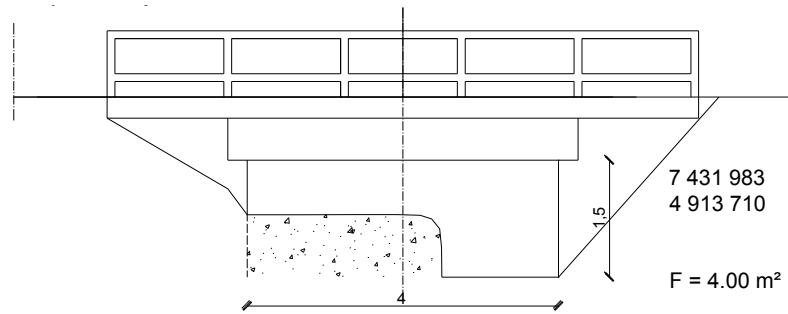


Пут бр.27 1Б реда
Ћелије – Лајковац – Ваљево

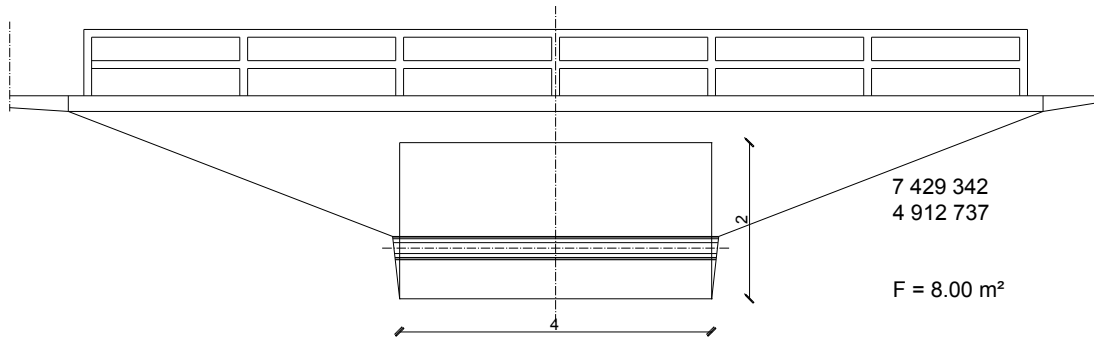
1) Безимени поток



2) Куси поток

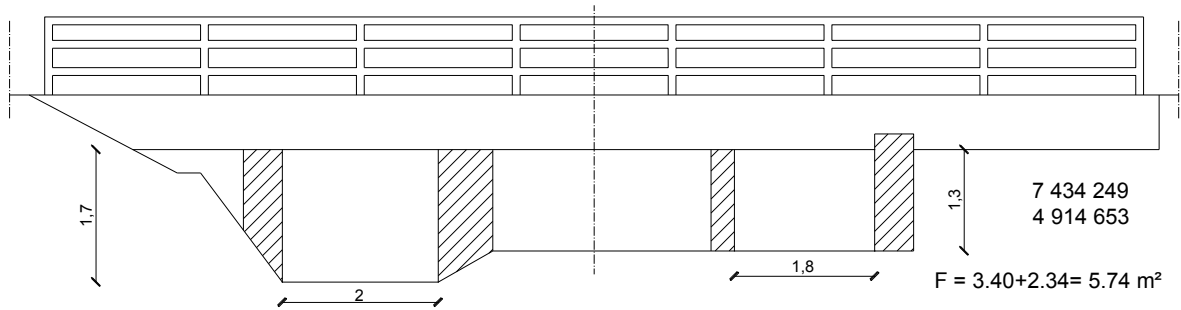


3) Безимени поток

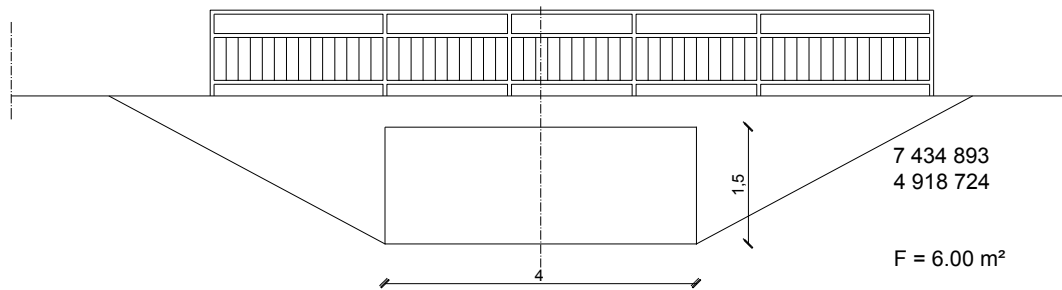


Пут бр.145 IIА реда
Лајковац – Јабучје – Стублине

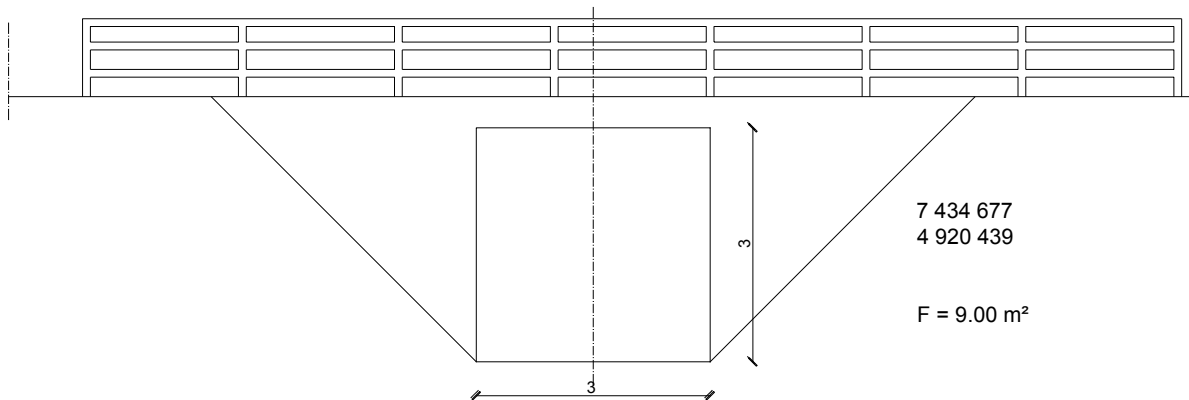
1) Безимени поток



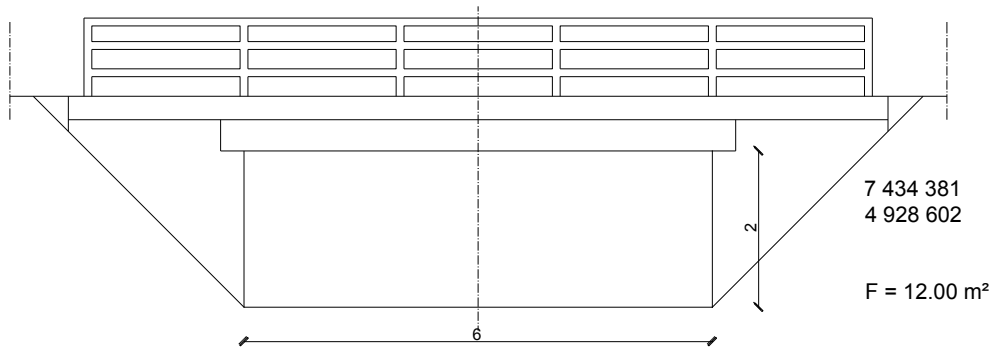
2) Поток Враничина



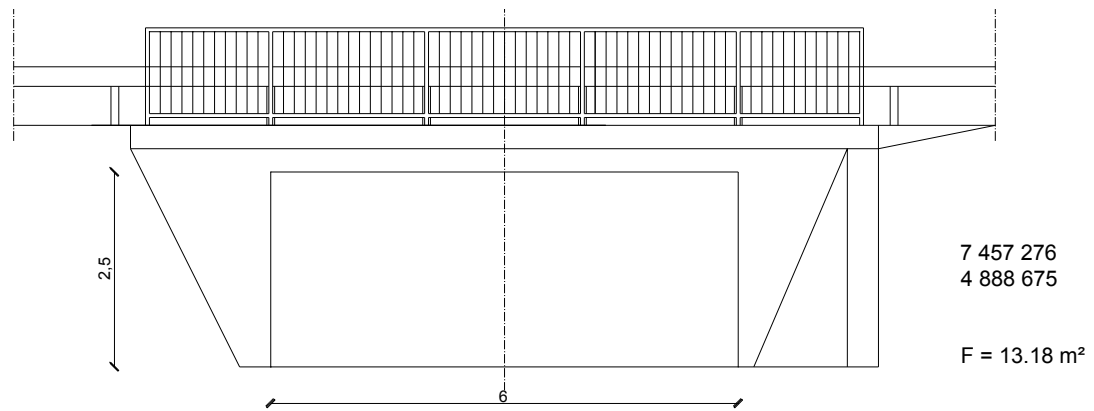
3) Поток Крља



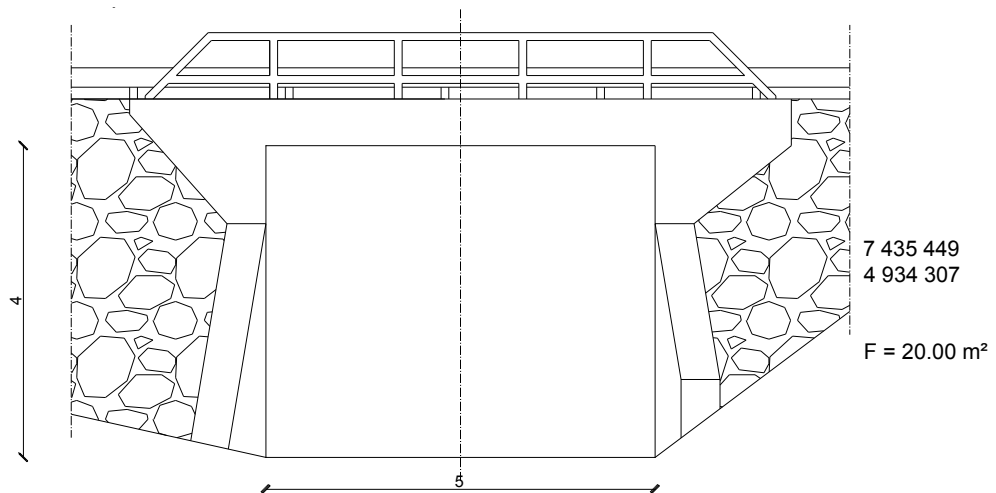
4) Поток Пльоштаница



5) Канал Чиковац

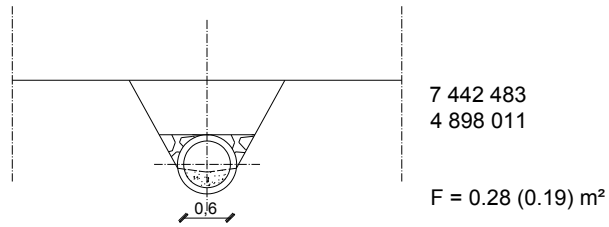


6) Река Трстеница

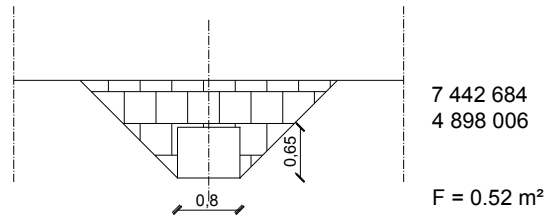


Пут бр.150 ПА реда
Љиг – Белановица – Аранђеловац

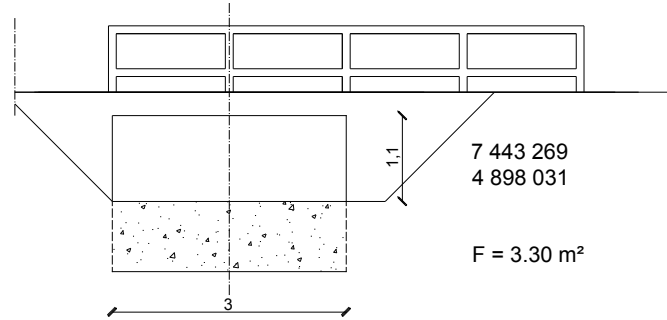
1) Безимени поток



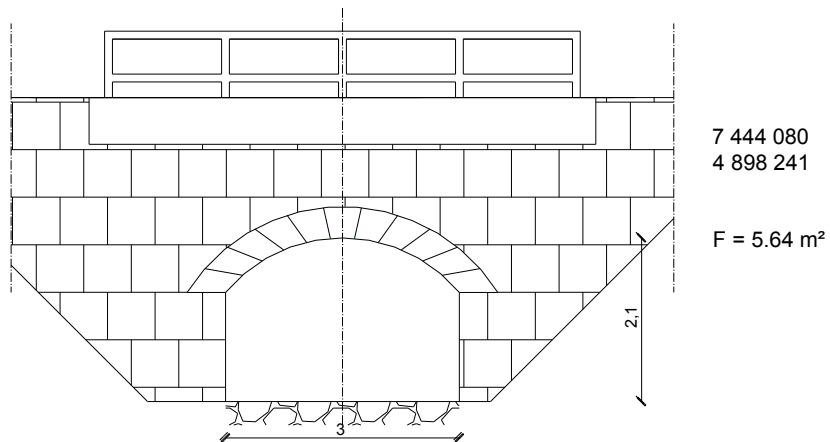
2) Безимени поток



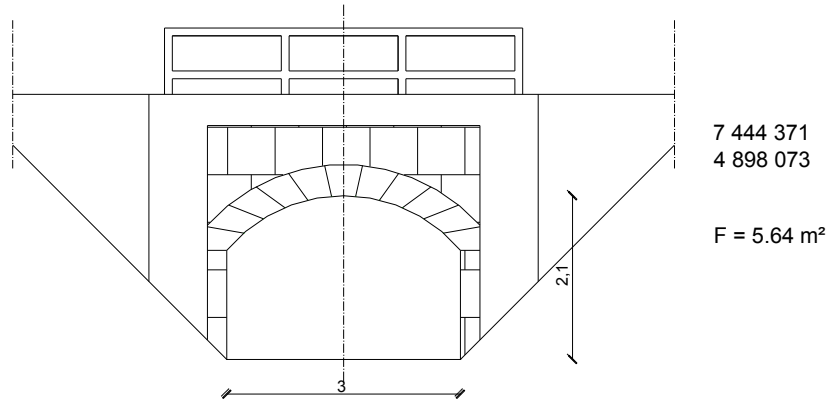
3) Безимени поток



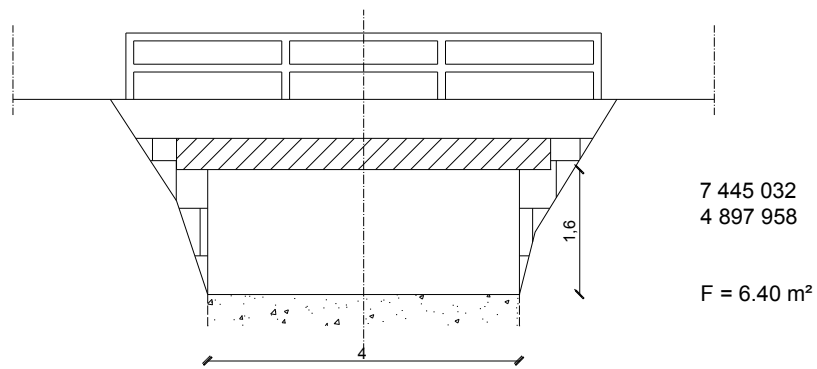
4) Безимени поток



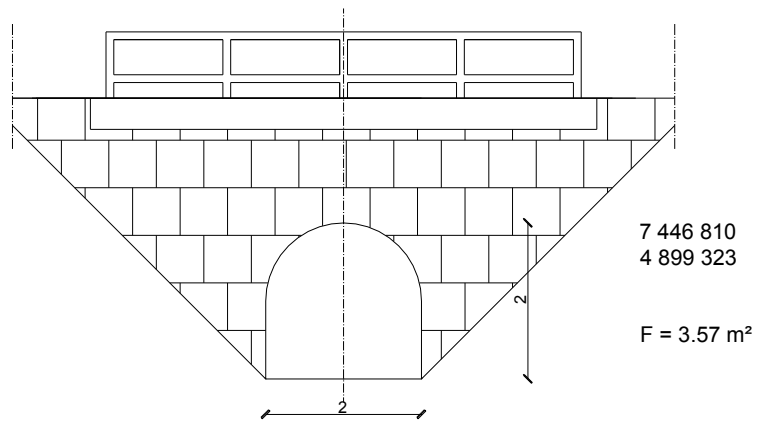
5) Безимени поток



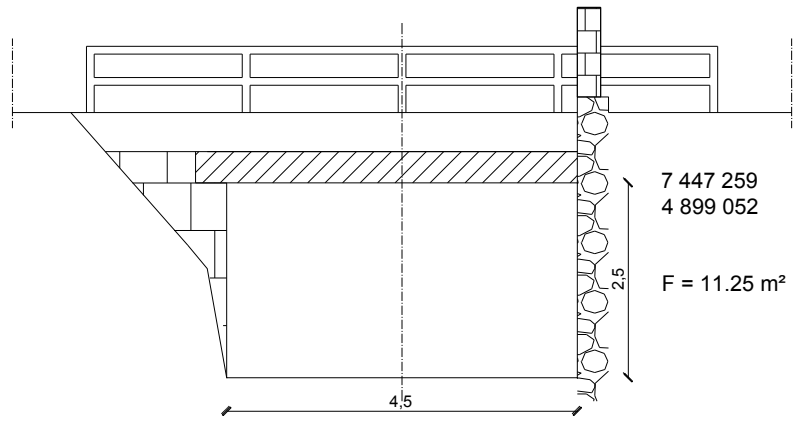
6) Безимени поток



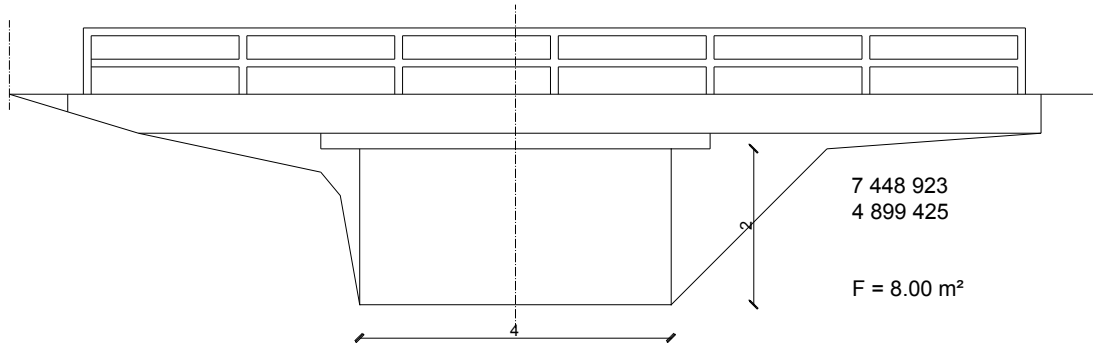
7) Поток Врбовац



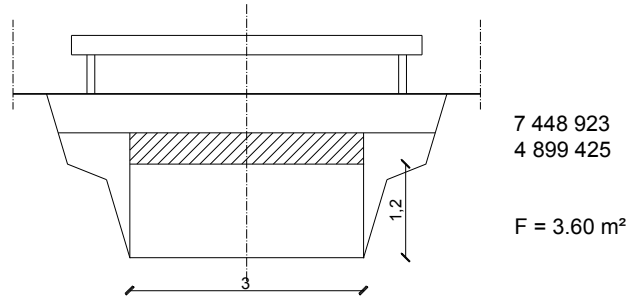
8) Поток Пцелар



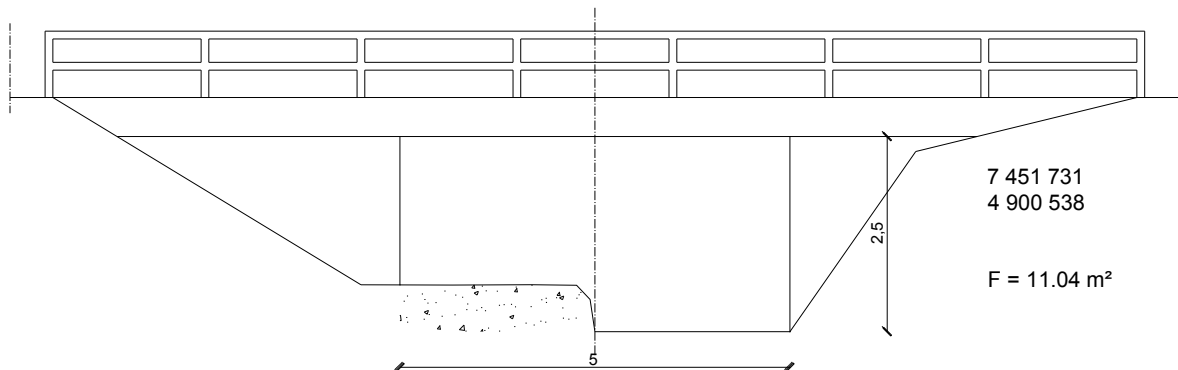
9) Поток Врањевача



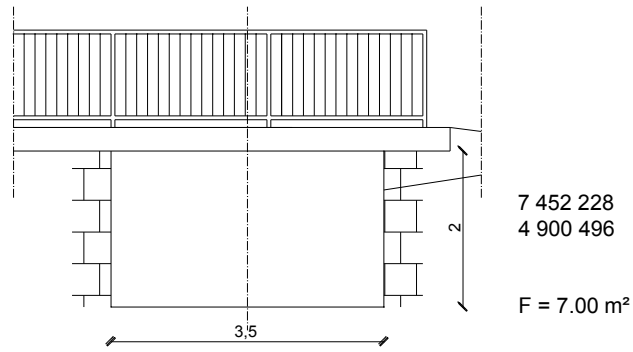
10) Поток Добриловац



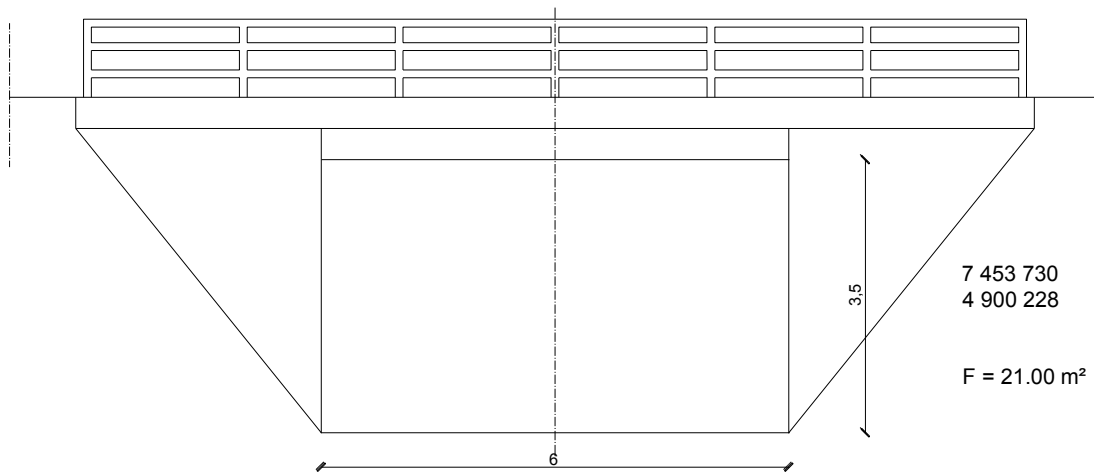
11) Поток Берисава



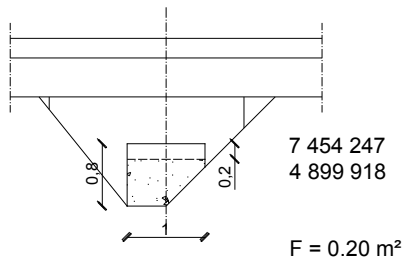
12) Река Белановица



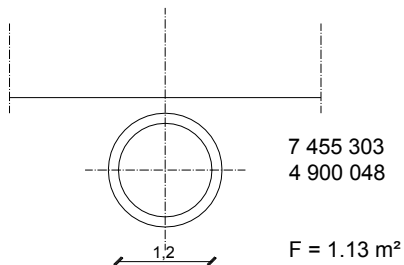
13) Поток Међевац



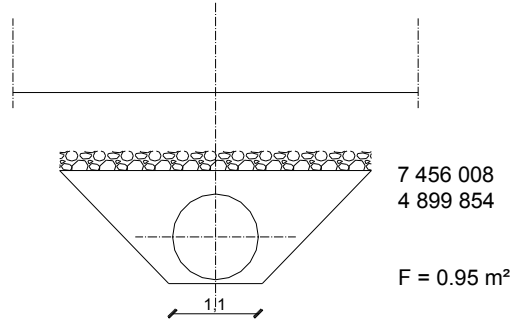
14) Безимени поток



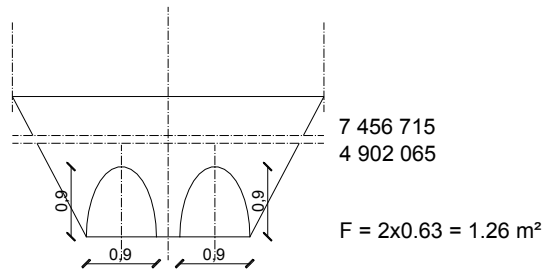
15) Поток Претурица



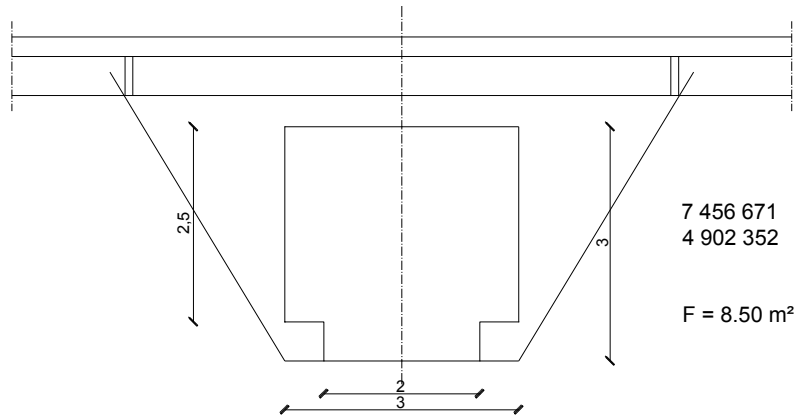
16) Поток Каник



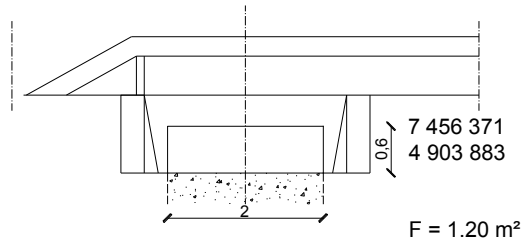
17) Безимени поток



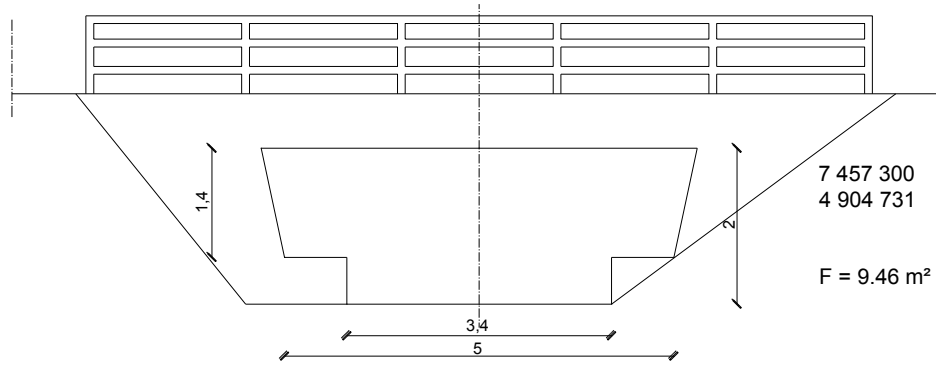
18) Буковита река



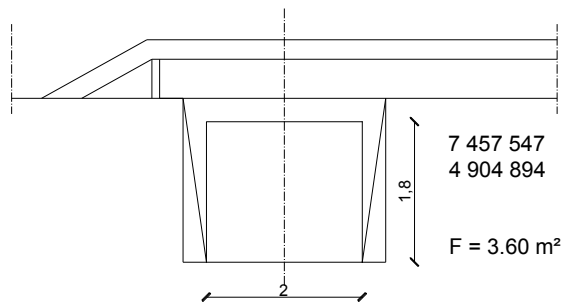
19) Камена река



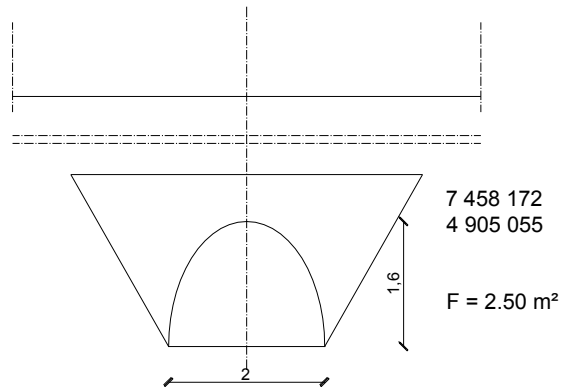
20) Река Циганкуља



21) Безимени поток

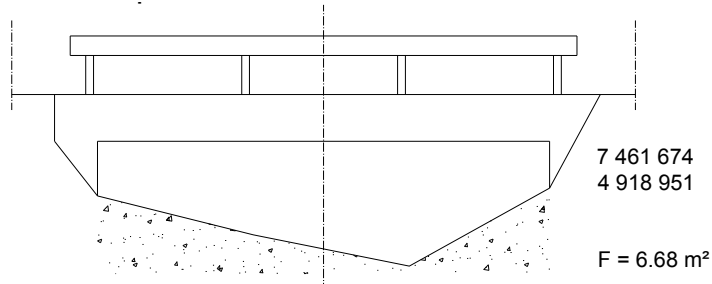


22) Река Речица

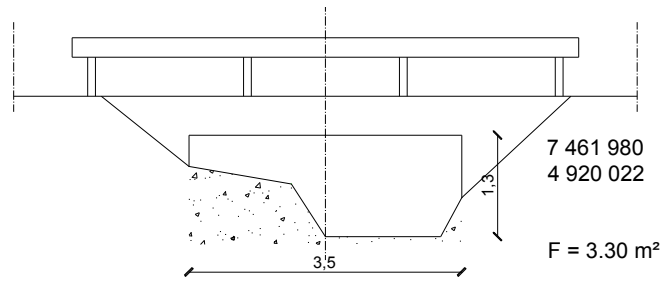


Пут бр.150 ПА реда
Аранђеловац – Сопот

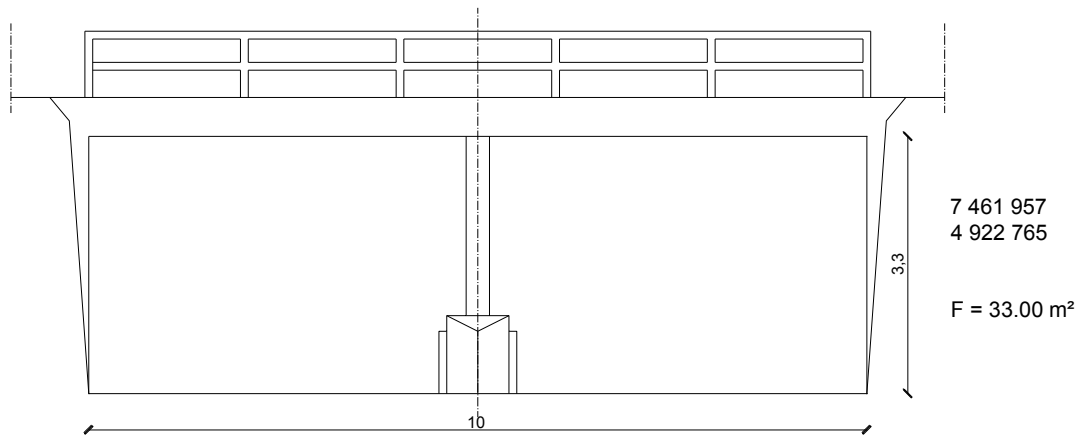
1) Река Турија



2) Поток Глоговац

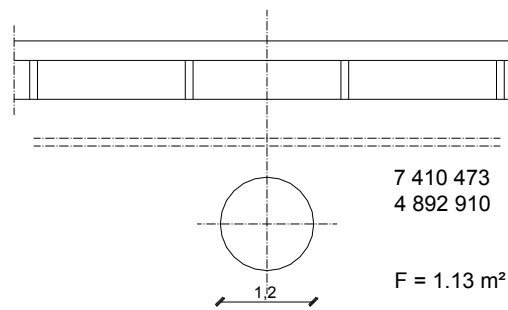


3) Река Турија

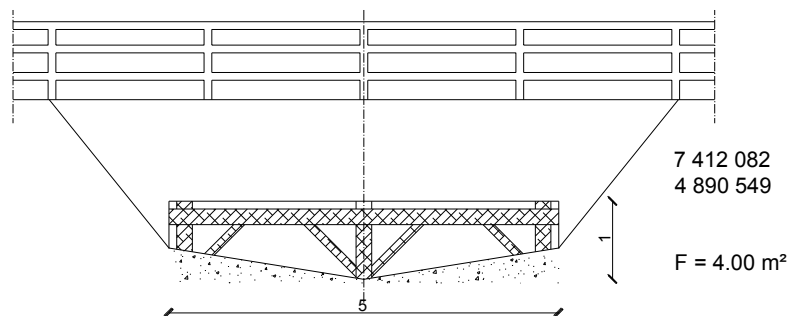


Пут бр.21 ИБ реда
Ваљево – Букови – Косјерић

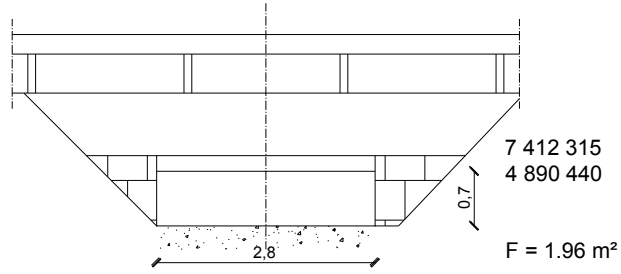
1) Безимени поток



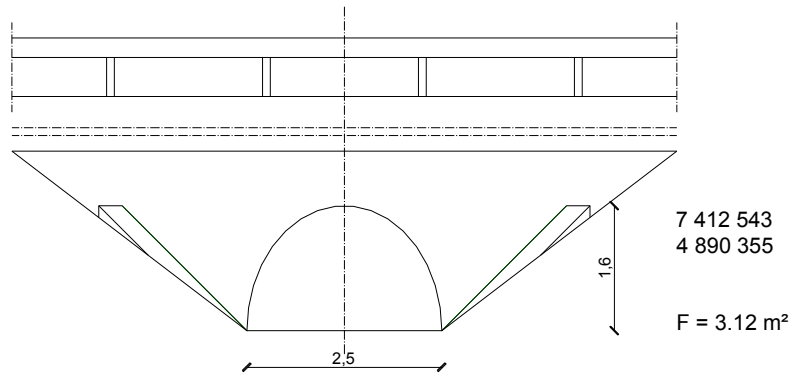
2) Безимени поток



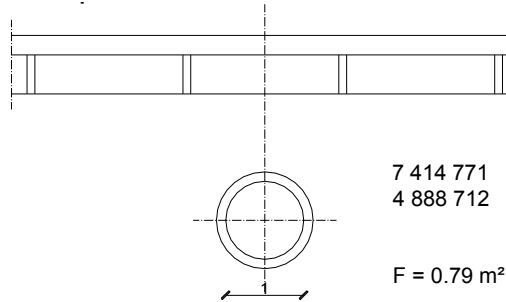
3) Безимени поток



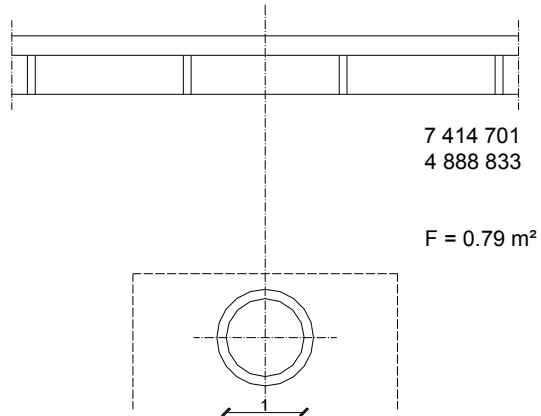
4) Безимени поток



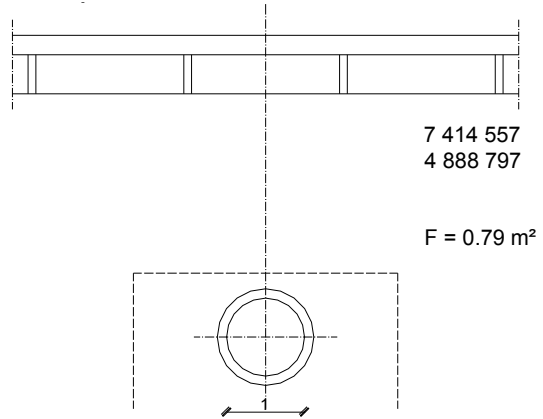
5) Безимени поток



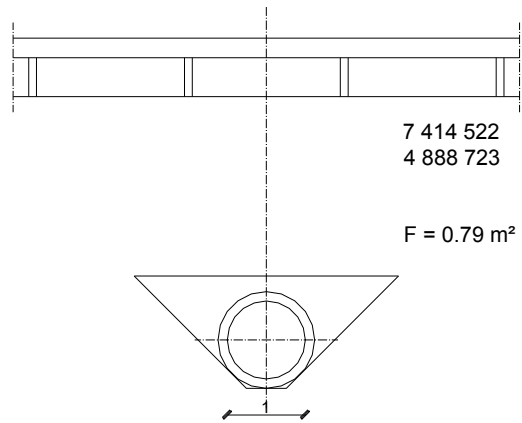
6) Безимени поток



7) Безимени поток

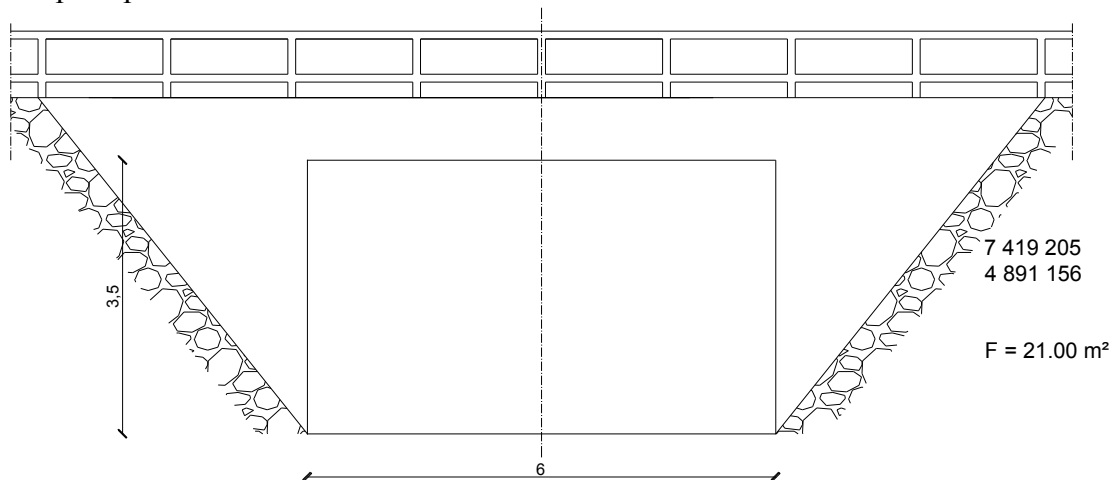


8) Безимени поток

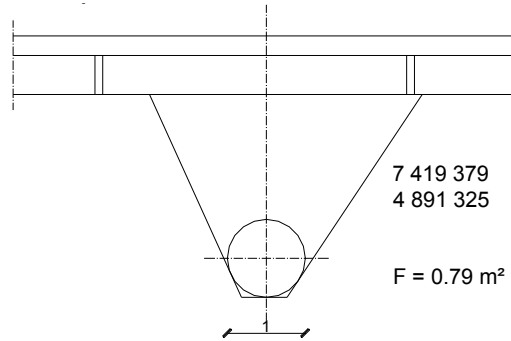


Пут бр.176 ПА реда
Осеченица - Ваљево

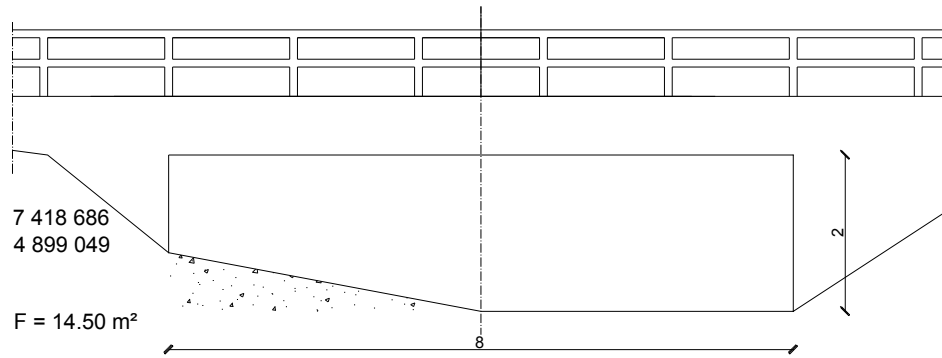
1) Крчмарска река



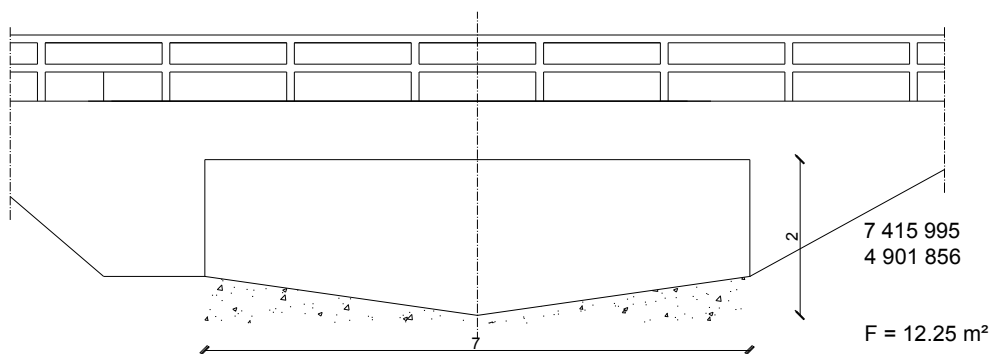
2) Безимени поток



3) Река Лепеница



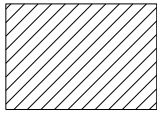
4) Река Бања



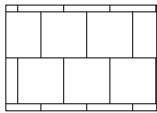
Легенда:



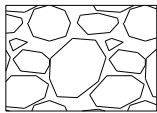
Бетон



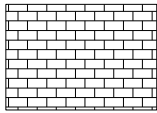
Бетон



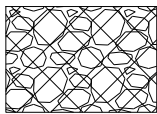
КЦМ



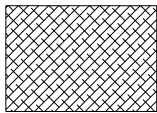
КЦМ



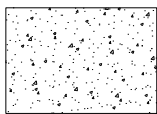
Цигла



Габиони



Дрво



Нанос

Прилог 20
ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК
ЗА ИЗРАДУ ПРОЈЕКТА ЗА ИЗВОЂЕЊЕ РАДОВА ЗА ПРОТИВЕРОЗИОНЕ
РАДОВЕ У СЛИВУ И КОРИТУ КОЗАРСКОГ ПОТОКА

Увод

Козарски поток је лева притока реке Тамнаве. Спада у групу водотока II реда и улива се у Тамнаву код села Каменица Шабачка. Током поплава, маја месеца 2014. год., направио је велике штете на путу, инфраструктури, у самом насељу и на пољопривредном земљишту. Велике количине наноса, после бујичних надоласака, запуњавају неуређени део водотока, сужавајући пропусну моћ корита и пропуста на путу тако да приликом сваког наредног надоласка бујице, долази до изливања потока. Техничком документацијом треба предвидети изградњу 2 бујичне преграде за задржавање наноса, регулација потока у зони укрштања са путем у дужини од око 300 m, непосредно пре магистралног пута II реда бр. 21 Коцељева -Шабач.

Поред тога у циљу смањења интензитета ерозије и продукције наноса у сливу треба пројектовати биолошке и биотехничке радове (пошумљавање, затрављивање, плетере и прагове у јаругама.

Програм радова

Теренски истражни радови

Геодезија - Снимити попречне профиле речног корита (на 25 m), на локацији будућих преграда и у зони регулационих радова (150 m узводно од преграда и корито потока у дужини од око 300,0 m узводно од пута) и урадити катастарско - топографску ситуацију адекватне размере.

Геолошка испитивања - За израду Пројекта, на делу будућих преграда урадити 3 бушотине или откопане јаме дубине до 3 метра од постојећег дна корита. За појављене партије – слојеве преузети узорке и исте испитати у лабораторији. Интерпретацију добијених резултата о геотехничким карактеристикама појављених партија приказати у посебном елаборату који је саставни део Пројекта.

Израда карте коришћења земљишта и карте ерозије за слив Козарског потока

Поред расположивих снимака (аерофото и сателитских) извршити и теренско рекогносцирање слива и урадити ове две карте у размери 1:25.000.

Прорачуни

- Хидролошка анализа - Прорачун меродавног максималног протицаја урадити стандардном методом користећи расположиве податке РХМЗС и на то прибавити мишљење од РХМЗС.
- Хидраулички прорачун - На основу урађених геодетских и хидролошких подлога, извршити хидраулички прорачун режима тока вода и транспотних способности тока за нанос, за природно и пројектовано стање.

На основу срачунатог нивоа воде и подужних падова, пројектовати одговарајућу преграду и регулацију, имајући у виду све карактеристике Козарског потока. За рачунску воду усвојити Q1%.

-На основу карте ерозије и осталих карактеристика терена урадити прорачун средњег годишњег преноса наноса методом потенцијала ерозије проф.С.Гавриловића.

ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ РАДОВА

Пројектом треба да се дефинише положај објекта на локацији, димензионисање и процену ефекта регулационих радова, избор грађевинских материјала, дефинисање траса објекта са свим потребним елементима, у циљу оптимизације радова, чиме се обезбеђује испуњеност локацијских услова и основних захтева за објекте и радове. Такође у пројекту описати површине за шумљавање и затрављивање са избором врста, начином шумљавања и затрављивања и могућност набавке садница и семена. За предвиђене биотехничке објекта (плетери) и прагове у јаругама дати одговарајуће детаље. Предвиђене површине за шумљавање и затрављивање приказати на карти предвиђених мера и радова заједно са локацијама попречних објеката и регулацијом.

Пројекат треба да садржи:

- Приказ постојећих проблема у сливу и главном току,
- Параметре хидролошког прорачуна,
- Хидролошка анализа,
- Геотехнички елаборат,
- Хидраулички прорачун,
- Техничко решење,- Прегледну карту подручја у размери P=1:100.000,
- Карту коришћрња земљишта у сливу у размери P=1:25.000
- Карту ерозије у размери P=1:25.000
- Карту предвиђених мера и радова у размери P=1:25.000
- Катастарско-топографску ситуацију пројектованог решења у размери P=1:2.500
- Ситуациони план у размери P= 1:1000,
- Уздужни профил у размери P= 1:100/1000,
- Попречне профиле у размери P=1:100,
- Нацрте попречних објеката у размери P=1:100,
- Детаље објеката у размери P= 1:20,
- Детаљи начина шумљавања
- Техничке услове за извођење радова,
- Мере заштите на раду
- Предмер радова и предрачун трошкова.

Пројектом треба да се разраде детаљи и техничка решења.

1. Главна свеска Пројекта за извођење радова
2. Општа документација пројекта за извођење радова
3. Технички извештај
4. Предмер и предрачун радова са доказницом мера
5. Графичка документација

ИНВЕСТИТОР

Прилог 21 – Попис табела слика и фотографија

Попис табела

Таб. 1. Основни подаци о општинама и броју становника у сливу Колубаре	13
Таб. 2. Укупна дужина свих саобраћајница у сливу Колубаре.....	15
Таб. 3. Дужине саобраћајница различитих категорија у сливу Колубаре које су предмет ове Студије.....	16
Таб. 4. Заступљеност обједињених литолошких комплекса у сливу Колубаре.....	28
Таб. 5. Заступљеност генетских типова земљишта у сливу Колубаре.....	31
Таб. 6. Заступљеност CLC класа у сливу Колубаре 2012. године.....	37
Таб. 7. Хипсометријска структура рељефа у сливу Колубаре	40
Таб. 8. Заступљеност различитих класа нагиба рељефа у сливу Колубаре	44
Таб. 9. Средње месечне вредности падавина (у mm) у сливу Колубаре за период 1961/90 (РХМЗ).....	48
Таб. 10. Списак станица са географским координатама и средња висина	51
Таб. 11. Вредности тренда падавина (mm/година) на станицама у сливу Колубаре.....	52
Таб. 12. Вредности тренда падавина (mm/година) по сезонама на станицама	52
Таб. 13. Тренд годишњих количина падавина (mm/години) у различитим периодима..	53
Таб. 14. Тренд зимских количина падавина (mm/години) у различитим периодима.....	54
Таб. 15. Тренд пролећних количина падавина (mm/години) у различитим периодима..	55
Таб. 16. Тренд летњих количина падавина (mm/години) у различитим периодима.	55
Таб. 17. Тренд јесењих количина падавина (mm/години) у различитим периодима.	56
Таб. 18. Основни подаци о водомерним станицама у сливу Колубаре.....	65
Таб. 19. Средње вредности притока (Q_{sr} , m ³ /s), стандардна девијација (StDev, m ³ /s), коефицијент варијације (C_v) и коефицијент асиметрије (C_s), река Колубара ...	68
Таб. 20. Тренд средњесезонских притока Колубаре и значајност промена у периоду 1959-2010. по Sen's методу и његова значајност према Мен-Кендаловом тесту.	81
Таб. 21. Вредности средњеминималног (Q_{srmin}) и средњемаксималног (Q_{srmax}), односно минималног (Q_{min}) и максималног (Q_{max}) притока Колубаре	82
Таб. 22. Карактеристични дани са притокама изнад и испод одређених прагова.....	85
Таб. 23. Тренд броја дана са одређеним дневним притокама реке Колубаре на профилу Бели брод (1959-2010.).....	86
Таб. 24. Вероватноћа појаве максималних годишњих притока реке Колубаре (ХС Бели Брод) за различите повратне периоде по Пирсоновом III закону расподеле	92
Таб. 25. Минимални годишњи притоци реке Колубаре (ХС Б. Брод) за различите повратне периоде по Пирсоновом III закону расподеле.	94
Таб. 26. Средње, средњемаксималне, средњеминималне, апсолутно максималне и апсолутно минималне вредности специфичног притока (q) у проучаваном делу слива Колубаре за период 1959-2010.	96
Таб. 27. Компоненте водног биланса слива Колубаре до Белог Брода по упрошћеној Брикнеровој једначини ($RR=Y+E$) за период 1959-2010.....	97
Таб. 28. Дистрибуција регистрованих бујичних поплава у сливу Колубаре	105
Таб. 29. Дистрибуција бујичних поплава по субсливовима слива Колубаре за период 1929-2013. година.....	105
Таб. 30. Категорије ерозије и коефицијент ерозије (Z) за подручје слива реке Колубаре	108

Таб. 31. Површине угрожене стогодишњим, хиљадугодишњим поплавама, као и површине плављене током поплава из маја 2014. године у сливу Колубаре..	113
Таб. 32. Дужине саобраћајница по категоријама које се налазе у зонама угроженим стогодишњим поплавама, као и поплавама повратног периода између 100 и 1000 година	113
Таб. 33. Површине класа угрожености бујичним поплавама према FFPI методи	113
Таб. 34. Деонице путева угрожене стогодишњим поплавама.	117
Таб. 35. Деонице путева угрожене поплавама повратног периода између 100 и хиљаду година	118
Таб. 36. Координате пропуста са категоријом угрожености од бујичних поплава.	121
Таб. 37. Пропусти по категоријама угрожености од бујичних поплава	134
Таб. 38. Растојање између противерозионих појасева на падини	141
Таб. 39. Ширина наорних тераса	142
Таб. 40. Смеша трава за хумидне терене	146
Таб. 41. Смеша трава за сувље терене (јужна и западна експозиције)	146
Таб. 42. Потребна количина ђубрива	151
Таб. 43. Основне рељефне карактеристике слива реке Обнице.	157
Таб. 44. Начин коришћења земљишта у сливу реке Обнице	158
Таб. 45. Површинска распрострањеност ерозије у сливу реке Обнице	159
Таб. 46. Количина укупно потребних радова на сливу Обнице	160

Попис слика

Сл. 1. Географска карта слива Колубаре.....	11
Сл. 2. Општине у сливу Колубаре	12
Сл. 3. Путна мрежа у сливу Колубаре.....	16
Сл. 4. Основна геолошка карта слива Колубаре	29
Сл. 5. Геопросторни распоред генетских типова земљишта у сливу Колубаре	30
Сл. 6. Начин коришћења земљишта у сливу Колубаре 2012. године	37
Сл. 7. Хипсометријска карта слива Колубаре	40
Сл. 8. Карта вертикалне рашчлањености рељефа слива Колубаре	43
Сл. 9. Карта нагиба рељефа у сливу Колубаре.....	45
Сл. 10. Карта експозиција рељефа у сливу Колубаре.....	46
Сл. 11. Локације падавинских станица на територији слива Колубаре.....	51
Сл. 12. Изохијетна карта слива Колубаре за период 1961-2010	57
Сл. 13. Годишњи тренд падавина (mm/година) у сливу Колубаре (1961-2010.)	57
Сл. 14. Зимски тренд падавина (mm/година) у сливу Колубаре (1961-2010.).....	58
Сл. 15. Пролећни тренд падавина (mm/година) у сливу Колубаре (1961-2010.)	58
Сл. 16. Летњи тренд падавина (mm/година) у сливу Колубаре (1961-2010.).....	59
Сл. 17. Јесењи тренд падавина (mm/година) у сливу Колубаре (1961-2010.)	59
Сл. 18. Просторна расподела укупних падавина у Србији у периоду 14.5.-16.5.2014. године (www.hidmet.gov.rs)	61
Сл. 19. Изотермна карта слива Колубаре за период 1961-2010. године	63
Сл. 20. Геопросторни изглед слива Колубаре са распоредом припадајућих субсливова.....	64
Сл. 21. Распоред станица за хидролошка осматрања у сливу Колубаре	65
Сл. 22. Средњемесечне вредности протицаја Колубаре поред ХС Бели Брод и падавина у Ваљеву (1959-2010.)	67
Сл. 23. Варијације средњемесечног протицаја Колубаре (1959-2010.).....	68
Сл. 24. Стандардизована одступања и клизни 11-годишњи средњаци средњегодишњих протицаја Колубаре код Белог Брода (1959-2010.)	70

Сл. 25. Расподела перцентила и рангирање година по вредностима средњегодишњих протицаја Колубаре код Белог Брода (1959-2010.)	71
Сл. 26. Тренд броја маловодних, водних, многоводних година, индекса водности, индекса екстремности и средњегодишњих протицаја Колубаре код Б. Брода у периоду 1961-2010.	72
Сл. 27. Тренд средњегодишњих протицаја реке Колубаре код Белог Брода (1959-2010.)	73
Сл. 28. Вредности средњегодишњег протицаја Колубаре за 30-годишње периоде с кораком од једне године.....	74
Сл. 29. Коефицијент варијације средњегодишњих протицаја Колубаре за 20-годишње покретне серије и тренд у периоду 1959-2010. (значајно на нивоу: *** - $\alpha = 0,001$)	76
Сл. 30. Хидрограми Колубаре код Белог Брода у периоду 2011-2014.....	77
Сл. 31. Хидрограм Колубаре од 10. априла до 31. маја 2014. године.	78
Сл. 32. Тренд средњегодишњих протицаја реке Колубаре код Белог Брода (1959-2014.)	79
Сл. 33. Тренд средњегодишњих протицаја реке Колубаре код Белог Брода (1959-1981.) и (1982-2014.)	80
Сл. 34. Тренд средњемесечних протицаја (%/10 година) реке Колубаре поред Белог Брода у периоду 1959-2010. (+ - значајно на нивоу $\alpha = 0.10$).....	81
Сл. 35. Годишњи ток средњих, средњих малих и средњих великих вода реке Колубаре поред Белог Брода (1959-2010.).....	83
Сл. 36. Најмање и највеће месечне вредности минималног протицаја (Q_{min}) реке Колубаре поред Белог Брода (1959-2010.)	84
Сл. 37. Најмање и највеће месечне вредности максималног протицаја (Q_{max}) реке Колубаре поред Белог Брода (1959-2010.)	84
Сл. 38. Тренд броја екстремно водних (Q_{95p}), врло водних (Q_{90p}) и водних (Q_{75p}), дана (1959-2010.).....	87
Сл. 39. Тренд броја маловодних (Q_{25p}), врло маловодних (Q_{10p}) и екстремно маловодних (Q_{5p}) дана (1959-2010.).....	88
Сл. 40. Учесталост апсолутно максималних месечних протицаја већих од њихове средње вредности за референтни период, река Колубара - Бели Брод (1959-2010.).....	89
Сл. 41. Учесталост минималних месечних протицаја мањих од њихове средње вредности за референтни период, река Колубара - Бели Брод (1959-2010.).....	90
Сл. 42. Дијаграм емпиријске расподеле годишњег максималног и минималног протицаја реке Колубаре у 50-годишњем периоду.	91
Сл. 43. Крива вероватноће појаве великих вода реке Колубаре код Белог Брода.	93
Сл. 44. Крива вероватноће појаве малих вода реке Колубаре код Белог Брода.	95
Сл. 45. Средњемесечне вредности специфичног отицаја (q), падавина (RR), висине отицаја (Y), коефицијента отицаја (C), испаравања (E) у проучаваном делу слива Колубаре и протицаји (Q) код Белог Брода (1959-2010.).....	98
Сл. 46. Распоред забележених бујичних поплава по годинама за период 1929-2010. година (Petrovic et al., 2015).....	103
Сл. 47. Месечна дистрибуција бујичних поплава у сливу Колубаре за период 1929-2010. година (Petrovic et al., 2015).....	104
Сл. 48. Локације са катастрофалном материјалном штетом и настрадалима у сливу Колубаре као последица бујичних поплава у периоду 1929-2010.....	104
Сл. 49. Карта интензитета ерозије у сливу Колубаре	108

Сл. 50. Подложност (предиспонираност) терена за настанак бујица у сливу Колубаре	112
--	-----

Попис фотографија

Фото 1. Пут Обреновац - Уб., бр. 144 ПА ред, Локација 2 – Шарена чесма	136
Фото 2. Пут бр. 21 ИБ ред, Коцељева - Ваљево. Локација 21 – Безимени поток.....	136
Фото 3. Пут бр. 341 ИБ реда, Уб - Коцељева. Локација 5 – Безимени поток.....	136
Фото 4. Пут бр. 22 ИБ реда, Београд – Љиг, Локација 20 – Безимени поток.....	137
Фото 5. Пут бр. 150 ПА реда, Мионица - Боговађа. Локација 8 - река Топлица.....	137
Фото 6. Пут бр. 21 ИБ реда, Ваљево – Косјерић. Локација 31 – Безимени поток.....	137