



ИНСТИТУТ ЗА ВОДОПРИВРЕДУ  
„ЈАРОСЛАВ ЧЕРНИ“

# СТУДИЈА УНАПРЕЂЕЊА ЗАШТИТЕ ОД ВОДА У СЛИВУ РЕКЕ КОЛУБАРЕ

ЗАВРШНИ ИЗВЕШТАЈ (3. ФАЗА)

Књига 1

СИНТЕЗНИ ИЗВЕШТАЈ

## Наручилац 1. и 2. фазе:

UNDP Србија у сарадњи са Канцеларијом за помоћ и обнову поплавлених подручја Владе Републике Србије, уз финансијску помоћ Владе Јапана



From  
the People of Japan



Канцеларија за помоћ и обнову  
поплавлених подручја



Empowered lives.  
Resilient nations.

## Координатор израде студије и наручилац 3. фазе:

ЈВП "Србијаводе"



United Nations Development Programme

**INCREASED RESILIENCE TO RESPOND  
TO EMERGENCY SITUATIONS**

**УНАПРЕЂЕНА ОТПОРНОСТ ЗА  
ОДГОВОР НА ВАНРЕДНЕ СИТУАЦИЈЕ**

The Project "Increased Resilience to Respond to Emergency Situations" is funded by the Government of Japan and is implemented by the United Nations Development Programme (UNDP) in partnership with the Serbian Government Office for Reconstruction and Flood Relief.

Пројекат "Унапређена отпорност за одговор на ванредне ситуације" финансира Влада Јапана, а спроводи Програм Уједињених нација за развој (УНДП) у партнерству са Канцеларијом за помоћ и обнову поплавлених подручја Владе Републике Србије.

Београд, 2018. год.



ИНСТИТУТ ЗА ВОДОПРИВРЕДУ  
„ЈАРОСЛАВ ЧЕРНИ“

# СТУДИЈА УНАПРЕЂЕЊА ЗАШТИТЕ ОД ВОДА У СЛИВУ РЕКЕ КОЛУБАРЕ

ЗАВРШНИ ИЗВЕШТАЈ (3. ФАЗА)

Књига 1

СИНТЕЗНИ ИЗВЕШТАЈ

РУКОВОДИЦИ СТУДИЈЕ

др Марина Бабић Младеновић, дипл. инж.  
грађ

Проф. др Дејан Дивац, дипл. инж. грађ.



ГЕНЕРАЛНИ ДИРЕКТОР

Проф. др Дејан Дивац, дипл. инж. грађ.

Београд, 2018. год.



# СТУДИЈА УНАПРЕЂЕЊА ЗАШТИТЕ ОД ВОДА У СЛИВУ РЕКЕ КОЛУБАРЕ

## ЗАВРШНИ ИЗВЕШТАЈ (3. ФАЗА)

### СПИСАК ДОКУМЕНТАЦИЈЕ

- Књига 1: СИНТЕЗНИ ИЗВЕШТАЈ
- Књига 2: АНАЛИЗА СТАЊА ЗАШТИТЕ ОД ВЕЛИКИХ ВОДА У СЛИВУ КОЛУБАРЕ
- Свеска 2.1: ИЗРАДА И КАЛИБРАЦИЈА ХИДРОЛОШКИХ МОДЕЛА
- Свеска 2.2: ИЗРАДА И КАЛИБРАЦИЈА ХИДРАУЛИЧКИХ МОДЕЛА
- Свеска 2.3: СТАЊЕ И ФУНКЦИОНИСАЊЕ ПОСТОЈЕЋИХ ОБЈЕКТА ЗА ЗАШТИТУ ОД ПОПЛАВА
- Свеска 2.4: ХИДРОЛОШКО-ХИДРАУЛИЧКА РЕКОНСТРУКЦИЈА ПОПЛАВА ИЗ МАЈА 2014. ГОДИНЕ И АНАЛИЗА ФУНКЦИОНИСАЊА ОДБРАМБЕНОГ СИСТЕМА ТОКОМ ТОГ ДОГАЂАЈА
- Свеска 2.5: ХИДРОЛОШКИ ПАРАМЕТРИ И КРИТЕРИЈУМИ ЗА ПРОЦЕНУ УГРОЖЕНОСТИ ОД ПЛАВЉЕЊА И ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ОБЈЕКТА ЗА ЗАШТИТУ ОД ПОПЛАВА
- Књига 3: УНАПРЕЂЕЊЕ ЗАШТИТЕ ОД ВЕЛИКИХ ВОДА У СЛИВУ КОЛУБАРЕ
- Свеска 3.1: ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ ОД ПОПЛАВА
- Свеска 3.2: ЗАПОЧЕТИ И ПЛАНИРАНИ ОБЈЕКТИ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ЗАШТИТЕ ОД ВЕЛИКИХ ВОДА У СЛИВУ КОЛУБАРЕ
- Свеска 3.3: ПРЕДЛОГ СИСТЕМА ОБЈЕКТА И МЕРА ЗА ПОСТИЗАЊЕ ПРОЈЕКТОВАНОГ СТЕПЕНА ЗАШТИТЕ ОД ПОПЛАВА У СЛИВУ КОЛУБАРЕ
- Свеска 3.4: ЕФЕКТИ ПРЕДЛОЖЕНОГ РЕШЕЊА НА РЕЖИМ ВЕЛИКИХ ВОДА И СМАЊЕЊЕ РИЗИКА ОД ПОПЛАВА
- Свеска 3.5: ЕКОНОМСКО ВРЕДНОВАЊЕ ПРЕДЛОЖЕНОГ РЕШЕЊА
- Свеска 3.6: УТИЦАЈ ПРЕДЛОЖЕНОГ РЕШЕЊА НА СОЦИЈАЛНЕ ЧИНИОЦЕ
- Свеска 3.7: УТИЦАЈ ПРЕДЛОЖЕНОГ РЕШЕЊА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ
- Свеска 3.8: СМЕРНИЦЕ ЗА СМАЊЕЊЕ РИЗИКА ОД ПОПЛАВА У СЛИВУ КОЛУБАРЕ
- Књига 4: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ПОДАТАКА И РЕЗУЛТАТА СТУДИЈЕ У ВОДОПРИВРЕДНИ ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ (ВИС) И ИНТЕРНЕТ ПОРТАЛ
- Књига 5: РЕЗИМЕ СТУДИЈЕ

**1. фаза (Претходни извештај) и 2. фаза (ПРЕЛИМИНАРНИ ИЗВЕШТАЈ) Студије унапређења заштите од вода у сливу реке Колубаре** урађене су 2015/2016. године у:

- ИНСТИТУТУ ЗА ВОДОПРИВРЕДУ „ЈАРОСЛАВ ЧЕРНИ“ (ИЈЧ)

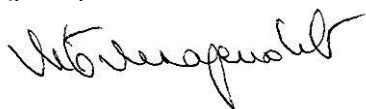
На изради 1. и 2. фазе Студије учествовале су и следеће институције:

- Институт за архитектуру и урбанизам, Београд (ИАУС)
- Грађевински факултет Универзитета у Београду (ГФ)

**3. фаза (Завршни извештај) Студије унапређења заштите од вода у сливу реке Колубаре** урађена је 2018. године у ИНСТИТУТУ ЗА ВОДОПРИВРЕДУ „ЈАРОСЛАВ ЧЕРНИ“ (ИЈЧ)

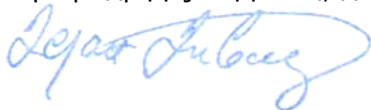
#### **Руководилац Студије и Key expert (КЕ) за управљање водним ресурсима**

Др Марина Бабић Младеновић, дипл.грађ.инж.



#### **Заменик руководиоца Студије и Key expert за управљање водним ресурсима**

Проф. др Дејан Дивац, дипл.грађ.инж.



#### **Key expert за хидрологију**

Проф. др Стеван Прохаска, дипл.грађ.инж.



#### **Key expert за хидраулику**

Зоран Кнежевић, дипл.грађ.инж.



Небојша Поповић, дипл.грађ.инж.



## СПИСАК УЧЕСНИКА

у изради документације

### Студија унапређења заштите од вода у сливу реке Колубаре

#### Управљање водним ресурсима

- др Марина Бабић Младеновић, дипл.грађ.инж. (КЕ-key expert) - (ИЈЧ)
- Проф. др Дејан Дивац дипл.грађ.инж. (КЕ) - (ИЈЧ)

#### Хидрологија

- Проф. др Стеван Прохаска, дипл.грађ.инж. (КЕ) - (ИЈЧ)
- доц. др Милош Станић, дипл.грађ.инж. (ГФ)
- др Милан Стојковић, дипл.грађ.инж. (ИЈЧ)
- Никола Златановић, дипл.грађ.инж. (ИЈЧ)
- Владислава Бартош Дивац, дипл.грађ.инж. (ИЈЧ)
- Зоран Симић, дипл.грађ.инж. (NKE - Non-key expert) - (ИЈЧ)
- Александра Орлић Момчиловић, дипл.грађ.инж. (ИЈЧ)
- доц. др Андријана Тодоровић, дипл.грађ.инж. (ГФ)
- Милена Јеловац, дипл.инж.пољ. (ИЈЧ)
- Александар Дробњак, дипл.инж.шум. (ИЈЧ)
- др Весна Трипковић, дипл.инж.геол. (ИЈЧ)
- Жељка Станић, дипл.грађ.инж. (ИЈЧ)

#### Хидраулика и објекти

- Зоран Кнежевић, дипл.грађ.инж. (КЕ) - (ИЈЧ)
- Небојша Поповић, дипл.грађ.инж. (КЕ) - (ИЈЧ)
- Вања Дамјановић, дипл.грађ.инж. (NKE) - (ИЈЧ)
- Борис Крунић, дипл.грађ.инж. (ИЈЧ)
- Војислав Антонић, дипл.грађ.инж. (ИЈЧ)
- Никола Миљковић, маст.грађ.инж. (ИЈЧ)
- Невена Цвијановић, маст.грађ.инж. (ИЈЧ)
- Иван Ковач, дипл.грађ.инж. (ИЈЧ)
- Горан Јовић, дипл.грађ.инж. (ИЈЧ)
- Александар Милановић, грађ.инж. (ИЈЧ)

#### Управљање ризицима од поплава

- мр Васиљка Коларов, дипл.инж.пољ. (NKE) - (ИЈЧ)
- Владислава Бартош Дивац, дипл.грађ.инж. (ИЈЧ)

#### Хидротехничке конструкције

- Дејан Вучковић, дипл.грађ.инж. (NKE) - (ИЈЧ)

- Драган Даниловић, дипл.грађ.инж. (ИЈЧ)
- Милан Малешев, дипл.грађ.инж. (ИЈЧ)
- Марко Раднић, дипл.грађ.инж. (ИЈЧ)
- Миодраг Хренек, грађ.инж. (ИЈЧ)

### **Ерозија и бујице**

- Проф. др Слободан Петковић, дипл.грађ.инж.
- Нада Живановић, дипл.инж.шум. (ИЈЧ)
- Милутин Стефановић, дипл.инж.шум. (НКЕ) - (ИЈЧ)
- Милета Милојевић, дипл.инж.шум. (ИЈЧ)
- Марко Урошевић, маст.инж.шум. (ИЈЧ)
- Рената Пузовић, маст.инж.шум. (ИЈЧ)

### **Геодезија**

- Драгиша Аргакијев, дипл.инж.геод. (НКЕ) - (ИЈЧ)
- Младен Костић, дипл.инж.геод. (ИЈЧ)

### **Геологија и геотехника**

- Предраг Бабић, дипл.инж.геол. (НКЕ) - (ИЈЧ)
- Душан Микавица, дипл.инж.геол. (ИЈЧ)

### **Просторно планирање**

- проф. др Марија Максин, дипл.инж.арх. (ИАУС)
- др Марина Ненковић-Ризнић, дипл. просторни планер (ИАУС)
- др Никола Крунић, дипл. просторни планер (ИАУС)
- др Владица Ристић, дипл.инж.арх. (ИАУС)
- др Марија Николић, дипл.инж.пољоп. (ИАУС)
- Гордана Џунић, дипл.грађ.инж. (НКЕ) - (ИАУС)
- Предраг Срна, дипл.грађ.инж. (ИАУС)
- Александра Гајић, маст. просторни планер (ИАУС)

### **Економија**

- др Здравко Стојановић, дипл.маш.инж. (НКЕ) - (ИЈЧ)
- Слађана Милојковић, дипл. економиста (ИЈЧ)

### **Социологија**

- др Бошко Јосимовић, дипл. просторни планер (НКЕ) - (ИАУС)
- Владимир Вукајловић, дипл. социолог (ИАУС)
- др Никола Крунић, дипл. просторни планер (ИАУС)
- др Марина Ненковић-Ризнић, дипл. просторни планер (ИАУС)

### **Екологија**

- др Првослав Марјановић, дипл.грађ.инж. (НКЕ) - (ИЈЧ)
- Миомир Васиљевић, дипл.инж.техн. (ИЈЧ)

### **Географски информациони систем**

- Драгана Нинковић, дипл.грађ.инж. (NKE) - (ИЈЧ)
- Љиљана Марјановић, дипл.грађ.инж. (ИЈЧ)

### **Информатика и компјутерске науке**

- др Никола Миливојевић, дипл.маш.инж. (NKE) - (ИЈЧ)
- Владимир Миливојевић, дипл.маш.инж. (ИЈЧ)

---

## САДРЖАЈ

---

|       |                                                                                                                             |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Предмет, циљеви, организација израде и садржај Студије .....                                                                | 3  |
| 1.1   | Предмет и циљеви .....                                                                                                      | 3  |
| 1.2   | Организација израде Студије .....                                                                                           | 3  |
| 1.3   | Садржај Завршног извештаја.....                                                                                             | 4  |
| 2     | Основне карактеристике слива Колубаре .....                                                                                 | 5  |
| 2.1   | Топографске и хидрографске карактеристике слива .....                                                                       | 5  |
| 2.2   | Становништво .....                                                                                                          | 5  |
| 2.3   | Саобраћајна инфраструктура .....                                                                                            | 6  |
| 2.4   | Привреда .....                                                                                                              | 6  |
| 2.4.1 | Пољопривреда .....                                                                                                          | 6  |
| 2.4.2 | Рударство.....                                                                                                              | 6  |
| 3     | Проблематика поплава на сливу Колубаре .....                                                                                | 7  |
| 3.1   | Неповољан режим великих вода.....                                                                                           | 7  |
| 3.2   | Погоршање природног режим великих вода условљено антропогеним деловањем .....                                               | 7  |
| 3.3   | Осврт на историјске поплаве у сливу Колубаре .....                                                                          | 8  |
| 4     | Анализа стања заштите од великих вода у сливу Колубаре .....                                                                | 10 |
| 4.1   | Развој хидролошких модела слива Колубаре .....                                                                              | 10 |
| 4.2   | Развој хидрауличких модела за слив Колубаре .....                                                                           | 13 |
| 4.3   | Постојећи објекти за заштиту од вода у сливу Колубаре .....                                                                 | 17 |
| 4.3.1 | Објекти за заштиту од поплава спољним водама .....                                                                          | 17 |
| 4.3.2 | Противерозиони радови и контрола бујица.....                                                                                | 30 |
| 4.3.3 | Акумулације.....                                                                                                            | 31 |
| 4.4   | Реконструкција поплаве из маја 2014. године и анализа функционисања одбрамбеног система током тог догађаја .....            | 31 |
| 4.5   | Хидролошки параметри и критеријуми за процену угрожености од плављења и димензионисање објеката за заштиту од поплава ..... | 39 |
| 5     | Унапређење заштите од великих вода у сливу Колубаре .....                                                                   | 42 |

|       |                                                                                                                           |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1   | Потенцијалне штете од поплава .....                                                                                       | 42 |
| 5.2   | Започети и планирани објекти за унапређење заштите од великих вода у сливу реке Колубаре .....                            | 46 |
| 5.3   | Разматрање и предлог система објеката и мера за постизање пројектованог степена заштите од поплава у сливу Колубаре ..... | 46 |
| 5.3.1 | Изградња чеоних ретензија .....                                                                                           | 47 |
| 5.3.2 | Бочне ретензије .....                                                                                                     | 51 |
| 5.3.3 | Противерозиони радови, контрола бујица и друге мере за побољшање ретензионог капацитета слива .....                       | 52 |
| 5.3.4 | Реконструкција насипа .....                                                                                               | 54 |
| 5.4   | Ефекти предложеног решења на режим великих вода и смањење ризика од поплава .....                                         | 57 |
| 5.5   | Економско вредновање предложеног решења .....                                                                             | 63 |
| 5.6   | Утицај предложеног решења на социјалне чиниоце .....                                                                      | 64 |
| 5.7   | Утицај предложеног решења на животну средину .....                                                                        | 66 |
| 5.8   | Смернице за смањење ризика од поплава у сливу Колубаре .....                                                              | 67 |
| 6     | Имплементација података и резултата Студије у Водопривредни информациони систем (ВИС) и интернет портал .....             | 72 |
| 7     | Приоритети и фазност изградње објеката .....                                                                              | 73 |

---

# 1 ПРЕДМЕТ, ЦИЉЕВИ, ОРГАНИЗАЦИЈА ИЗРАДЕ И САДРЖАЈ СТУДИЈЕ

---

## 1.1 Предмет и циљеви

Учесталост поплава и величина штета од поплава у сливу реке Колубаре, а посебно величина и разорна енергија поплавног таласа из маја 2014. године, указују да је неопходно унапредити заштиту од вода и створити услове за боље управљање ризицима од поплава, у складу са потребама просторног и привредног развоја подручја.

Ради решавања овог проблема урађена је **Студија унапређења заштите од вода у сливу Колубаре**. Прве две фазе Студије урађене су у складу са уговором склопљеним у јулу 2015. године између UNDP Србија и Института за водопривреду „Јарослав Черни“, док је трећу фазу финансирало ЈВП „Србијаводе“.

Задатак Студије унапређења заштите од вода у сливу реке Колубаре је да се изradi концепција интегралне заштите од великих вода у сливу Колубаре, која ће обухватити: противерозионо уређење слива, акумулисање вода у горњим деловима слива, формирање ретензионих простора, доградњу и реконструкцију објеката за одбрану од поплава.

Студијом је дефинисана стратегија изградње система за заштиту од вода која је усаглашена са плановима просторног и привредног развоја јединица локалне самоуправе, затим са плановима електропривреде и других државних инфраструктурних система.

Стратегија заштите од вода се заснива на интегралном приступу, односно одговарајућој комбинацији инвестиционих и неинвестиционих мера и јединственим критеријумима у погледу степена заштите насеља, привредних објеката и пољопривредних површина у приобаљу. Разматрана је изводљивост предложених решења и мера заштите од поплава у сливу Колубаре са техно-економског, социјалног и еколошког аспекта.

Плански период у коме се предвиђа реализација предложених решења је 20 година (између 2015 и 2035. године). Да би се остварили ефекти предложених решења и мера дефинисана је динамика и приоритети у њиховој реализацији. Као полазна година („нулто стање“) узето је стање објеката и слива у 2015. години.

Осим испуњења примарних циљева у вези са заштитом од вода у сливу реке Колубаре, студија је тежила да оствари и друге ефекте од значаја за имплементацију предложеног концепта унапређења заштите од вода и смањења штета од поплава, као што су:

1. Стандардизација поступака израде хидролошких и хидрауличких симулационих модела за велике воде;
2. Едукација стручног кадра путем дистрибуције резултата студије;
3. Остваривање обавештености и учешћа јавности у процесу изградње и коришћења система за заштиту од поплава, као и у процесу управљања ризиком од поплава.

## 1.2 Организација израде Студије

Студија је рађена у 3 фазе, са периодичним извештавањем о постигнутим резултатима и смерницама за даљи рад.

У првој фази, која је завршена у октобру 2015. године, урађен је Претходни извештај Студије. Претходни извештај се састојао од 15 поглавља, у којима су приказани до тада завршени радови на Студији, основна концепција решења и методологије које ће се примењивати у следећој фази израде. Претходни извештај је прихваћен од стране Наручиоца.

ПРЕЛИМИНАРНИ ИЗВЕШТАЈ је завршен после 8 месеци рада и садржао је комплетну студију. ПРЕЛИМИНАРНИ ИЗВЕШТАЈ је представљао радну верзију Завршног извештаја, који је био на располагању за примедбе корисника.

Информатички садржаји су били расположиви непрекидно од трећег месеца израде студије. У оквиру израде студије вршена је имплементација података и резултата у Водопривредни информациони систем (ВИС). Такође, успостављен је Интернет портал за дистрибуцију информација и комуникацију са корисницима студије и стручном јавношћу.

Процес израде студије је био интерактиван и заснивао се на комуникацији обрађивача и корисника студије:

1. ЈВП „Србијаводе“ (у прве 2 фазе учествовале су и ЈВП „Београдводе“);
2. ЈП Електропривреда Србије РБ „Колубара“, Коридори Србије, ЈП Путеви Србије;
3. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде – Републичка дирекција за воде, Министарство рударства и енергетике, Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре;
4. Републички хидрометеоролошки завод Србије;
5. Град Београд (градске општине: Обреновац, Лазаревац, Барајево и Сопот), Коцељева, Владимирци, Шабац, Осечина, Уб, Лајковац, Мионица, Љиг, Аранђеловац, Горњи Милановац и Косјерић и град Ваљево;
6. Привредни субјекти са подручја, грађани, стручна јавност и медији.

Комуникација са корисницима студије и јавношћу обављала се преко ЈВП „Србијаводе“.

Завршни извештај је урађен 2018. године, по уговору са ЈВП „Србијаводе“.

### 1.3 Садржај Завршног извештаја

Завршни извештај има следећи садржај:

**Књига 1: Синтезни извештај**

**Књига 2: Анализа стања заштите од великих вода у сливу Колубаре**

**Књига 3: Унапређење заштите од великих вода у сливу Колубаре**

**Књига 4: Имплементација података и резултата Студије у  
Водопривредни информациони систем (ВИС) и интернет портал**

**Књига 5: Резиме студије**

У Књизи 1 су дати изводи из свих свезака Завршног извештаја.

---

## 2 ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СЛИВА КОЛУБАРЕ

---

### 2.1 Топографске и хидрографске карактеристике слива

Подручје које је разматрано у Студији је веома велико и обухвата слив Колубаре величине 3.638,5 km<sup>2</sup> (Слика 1.1), који се налази у северозападном делу Србије.

Слив Колубаре има облик неправилног четвороугла чија ширина у правцу запад-исток износи 81 km (од Влашића до Космаја), а дужина у правцу север-југ око 66 km. Са три стране је оивичен средњим и ниским планинама Ваљевског и Шумадијског региона. Са четврте стране, према северу, благо заталасаним побрђем шире се у Панонску низију.

Колубара је последња већа притока Саве у коју се улива 27 km узводно од Београда. Ушће Колубаре лежи на коти 76 mнм, док је највиша тачка на јужној вододелници Повлен, са надморском висином 1346 mнм.

Колубара и њене притоке извиру у брдским и планинским пределима, средњим делом протичу кроз благо заталасана, брдовита подручја, док је остатак речног слива углавном раван. Просечна надморска висина слива Колубаре је мала, приближно 206 mнм. У сливу преовлађује низија, док се побрђе, ниске (до 1000 mнм) и средње високе планине налазе само у изворишном делу слива Колубаре и њене притоке реке Љиг.

Централни део Колубарског слива је релативно раван са околним, благо заталасаним, брдовитим подручјем. Овде је усечен ток реке Колубаре, који меандрира долином ка којој гравитирају долински системи њених главних притока: са леве стране Тамнава са Убом и Кладницом, а са десне стране Љиг, Пештан и Турија са Бељаницом. Генерални пад сливног подручја је у правцу југозапад-североисток.

Централну реку слива – реку Колубару формирају код Ваљева саставнице: Обница, која извире испод Кулиног брда (924 mнм) и Јабланица која извире испод Повленског венца „Новаковићи“ (1000 mнм). Обе реке су дуге по 28 km, и савладавају велике висинске разлике, при чему Обница има просечан пад од 26,5‰, а Јабланица 29,3‰. Након састава ове две реке, просечан пад Колубаре на целокупној деоници до ушћа у Саву је око 1,2‰.

Код Ваљева Колубари се прикључује и река Градац, а идући низводно река Колубара прима бројне притоке: Лепеницу, Рибницу, Топлицу, Љиг, Лукавицу, Враничину, Пештан, Турију (са Бељаницом), као и Тамнаву (са Убом и Грачицом).

Према саставу геолошке подлоге може се сматрати да се хидролошка вододелница целог слива или појединих токова поклапа са топографском вододелницом изузев на карстификованом подручју јужно од Ваљева.

### 2.2 Становништво

Већи део слива Колубаре је густо насељен. Просечна густина становништва на сливу је око 92 становника по km<sup>2</sup>, а укупан број становника око 335.000. Највећа насеља на сливу су: Ваљево, Лазаревац и Обреновац.

Подручје слива Колубаре обухвата делове или целе територије општина: Обреновац, Барајево, Сопот, Лазаревац, Коцељева, Владимирци, Шабац, Осечина, Уб, Лајковац, Мионица, Љиг, Аранђеловац, Горњи Милановац и Косјерић, као и територију града Ваљева, односно делове територија Колубарског, Мачванског, Моравичког, Шумадијског и Златиборског округа и града Београда.



Слика 1.1. Општине на сливу Колубаре

## 2.3 Саобраћајна инфраструктура

Путну мрежу чине локални путеви у укупној дужини од 1.144 km, регионални (737,5 km) и магистрални путеви (231,7 km). Кроз слив пролази пруга Београд-Бар, а постоји и индустријска пруга која обезбеђује снабдевање ТЕНТ А угљем из површинских копова. У току је изградња аутопута Е-763, који пролази долином Колубаре, Тамнаве, Уба и Љига.

## 2.4 Привреда

### 2.4.1 Пољопривреда

На сливу Колубаре пољопривреда је веома заступљена. Преко 2/3 земљишта користи се за пољопривреду. Пољопривредно земљиште користи се за биљну производњу на земљиштима различитих бонитета. Највећи део пољопривредног земљишта је под њивама, затим воћњацима, ливадама и пашњацима, док је један мањи део под виноградима. Пољопривредна имања углавном су мања и у приватном су власништву. Гајење говеда и обрада земље углавном су екстензивни.

### 2.4.2 Рударство

Колубарски лигнитски басен представља део сливног подручја река Колубаре у коме се више од 50 година експлоатише и прерађује угаљ. Подручје садржи делове територија општина Лазаревац, Уб, Лајковац и Обреновац, укупне површине 547 km<sup>2</sup>. Унутар његових граница налазе се површине постојећих и планираних површинских копова лигнита, објекти за припрему и прераду угља, системи спољашњег и унутрашњег транспорта, депоније раскривке, шљаке и других отпадних материјала од рударства и других индустријских и комуналних извора, подручја рекултивације оштећеног земљишта, насеља, објекти водне инфраструктуре, објекти саобраћајне инфраструктуре, енергетски и индустријски објекти итд.

---

## 3 ПРОБЛЕМАТИКА ПОПЛАВА НА СЛИВУ КОЛУБАРЕ

---

### 3.1 Неповољан режим великих вода

У сливу Колубаре је режим великих вода природно неповољан, што је у директној вези са геоморфолошким и хидрографским карактеристикама подручја.

Колубара и њене притоке извиру у брдским и планинским пределима (висине 1000-1500 m), средњим делом протичу кроз благо заталасана, брдовита подручја, док је остатак речног слива углавном раван.

На водотоцима у горњим деловима слива јављају се бујичне поплаве, које карактерише кратко трајање, веома велике брзине тока и масовно кретање наноса. Са друге стране, на доњим деловима токова Колубаре и притока, таласи великих вода настају спорије, а нивои зависе од коинциденције са нивоима њихових реципијената.

Хидрографска мрежа је таква да, због великих падова притока и њиховог малог растојања, омогућује брзо и концентрисано сливање вода на сразмерно кратку деоницу централне долине Колубаре. Корито реке Колубаре у равници нема довољну пропусну моћ да би овако велики концентрисани доток могло директно спровести у главни реципијент - реку Саву и услед тога настају честе поплаве у долини.

### 3.2 Погоршање природног режим великих вода условљено антропогеним деловањем

Природно неповољне карактеристике великих вода у сливу Колубаре су погоршане антропогеним деловањем током дужег периода, а нарочито у последњим деценијама:

1. Отицање воде са слива интензивирано је услед крчења шума и уништавања друге природне вегетације;
2. Због раста урбанизованих површина повећани су коефицијенти отицаја и брзине отицања вода у односу на природно стање;
3. Раније плављене површине су искључене изградњом одбрамбених насипа, путева и других препрека у мајор кориту водотока;
4. На водотоцима су изграђени бројни мостови, који проузрокују допунско повишење нивоа великих вода;
5. Речна корита су често затрпана наносом и отпадним материјалима.

Врло значајан антропогени утицај настаје услед формирања површинских копова, јер је то захтевало померање речних токова, пребацивање вода из слива у слив и друге значајне интервенције.

На већини водотока у сливу Колубаре је појединачно или збирно дејство неповољних природних и антропогених фактора довело до изразитог погоршања режима великих вода, који се огледа првенствено у повећању екстремних протицаја, повишењу нивоа вода, скраћењу трајања и повећању запремине таласа великих вода.

Поплаве реално или потенцијално угрожавају око 39.000 ha најквалитетнијег земљишта, већи број насеља и важних индустријских погона, као и саобраћајнице.

Како је често изливање вода из речних корита било увек праћено значајним штетама на околном пољопривредном земљишту и саобраћајницама, у протеклим деценијама су предузете бројне мере на регулацији корита водотока и изградњи одбрамбених насипа дуж Колубаре и њених бројних притока.

### 3.3 Осврт на историјске поплаве у сливу Колубаре

Прва документована катастрофална поплава се догодила 1926. године. Тада се Колубара излила на целој дужини тока, плавећи целу долину, при чему је дубина воде на инундацијама износила и до 2 m. Ширина поплавлјеног подручја код Обреновца је била 5 km, а код Ваљева 300 m.

Обреновац је поплавлјен 1981. године. Тада је у време високих водостаја Саве дошло до формирања бујичних вода на свим притокама Колубаре и суперпонирања поплавних таласа на реци Колубари. Само на територији Обреновца су поплавлјени 20.000 ha пољопривредног земљишта, око 900 стамбених објеката и већи број привредних објеката, а штете су се јавиле на свим објектима комуналне и друге инфраструктуре.

Поред наведених екстремних поплава, слив Колубаре су у новијој историји погодили и друге значајне поплаве са великим штетним последицама, пре свега по становништво и привреду.



Слика 1.2. Значајне поплаве у периоду 1965-2011. година

2001. године је на територији Ваљева, Мионице и Лајковца, Колубара са притокама поплавила 3.800 ha и 110 стамбених објеката, као и Казнено поправни завод и Истражни затвор у Ваљеву. 2006. године је у општини Обреновац поплавлјено 3.000 ha, 280 стамбених објеката и угрожено 1.100 становника. Такође, 2010. године је у општини Обреновац поплавлјена површина од 2.000 ha и 135 стамбених објеката.

Град Ваљево угрожава река Љубостиња, која 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 подсливу Тамнаве, на територији општине Уб, честе су поплаве од Тамнаве, Уба и Грачице. Најзначајније поплаве у новијем периоду су се догодиле 1999, 2006 и 2009. године. 1999. године је поплављено 6000 ха, 480 стамбених објеката и угрожено 2050 становника, а 2006. године 5600 ха и 129 домаћинстава у општини Уб. 2009. године су Тамнава и Уб поплавили 3000 ха и 280 стамбених објеката, а угрожено је било 1100 становника, а веће штете су избегнуте пуштањем воде у рибањак у Докмиру.

Поплаве које су у Прелиминарној процени ризика од поплава идентификоване као значајне на нивоу Републике Србије приказане су на слици 1.2. Међутим, у сливу Колубаре се често јављају и поплаве локалног карактера, које наносе штете пољопривредним површинама које нису заштићене од поплава. Пример је потез реке Колубаре Међулужје - Конатице – Пољане у општини Обреновац.

На озбиљност проблема је указала последња поплава у мају 2014. године, када су становништво, привреда, инфраструктура и природни ресурси дуж Колубаре и њених притока претрпели веома велике штете.

---

## 4 АНАЛИЗА СТАЊА ЗАШТИТЕ ОД ВЕЛИКИХ ВОДА У СЛИВУ КОЛУБАРЕ

---

### 4.1 Развој хидролошких модела слива Колубаре

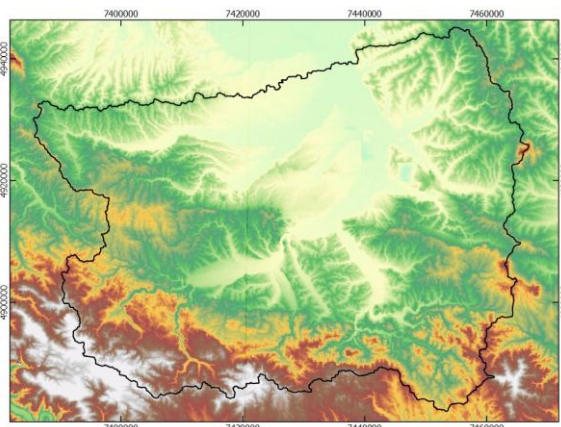
Основни циљ развоја хидролошког модела слива реке Колубаре било је стварање погодног математичког апарата за анализу утицаја различитих мера за заштиту од вода у сливу реке Колубаре.

Избор модела који су коришћени извршен је на основу доступности, структуре, квалитета и претходног искуства у коришћењу. Изабрани су модели ИЈЧ-ГФ (Институт „Јарослав Черни” - Грађевински факултет, Универзитет у Београду) и НЕС-НМС (Hydrologic Engineering Center - The Hydrologic Modeling System). Хидролошки модел ИЈЧ-ГФ је резултат заједничког вишегодишњег развоја Института за водопривреду „Јарослав Черни” и Института за хидротехнику Грађевинског факултета у Београду. ИЈЧ-ГФ је физички заснован, дистрибуирани хидролошки модел, развијен у програмском језику C++ и реализован као динамичка библиотека. НЕС-НМС је јавно доступан концептуални, семи-дистрибуирани хидролошки модел развијен од стране *US Army Corps of Engineers*. Овај модел садржи више модула за симулацију ефективних падавина, директног и базног отицаја и трансформацију хидрограма у хидрографској мрежи, који се могу комбиновати.

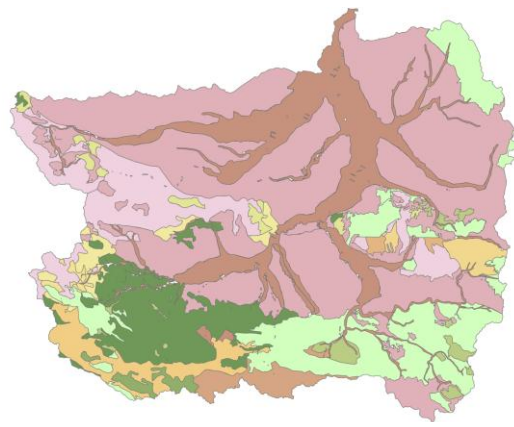
Оба модела (ИЈЧ-ГФ и НЕС-НМС) паралелно су коришћена за решавање истог задатка – унапређење заштите од вода у сливу реке Колубаре, те су стога они морали бити међусобно компатибилни и хармонизовани, што је обезбеђено: коришћењем јединствене конфигурације терена, коришћењем јединствених подлога, коришћењем јединствених улазно/излазних хидрометеоролошких података и јединственим начином приказа резултата током прорачуна.

За имплементацију хидролошких модела биле су на располагању следеће ГИС подлоге: дигитални модел терена, хидрографска мрежа, геолошка карта, хидрогеолошка карта и карта коришћења земљишта (Слика 1.3). Као дигитални модел терена коришћен је SRTM модел (*Shuttle Radar Topography Mission*) са резолуцијом 90x60 m. Као геолошка карта коришћена је Основна геолошка карта републике Србије размере R=1:100 000, док је коришћена Педолошка карта размере R= 1:50 000 из архиве института за водопривреду „Јарослав Черни”. Што се тиче карте коришћења земљишта у сливу Колубаре, на располагању је био сет података *Corine Land Cover*.

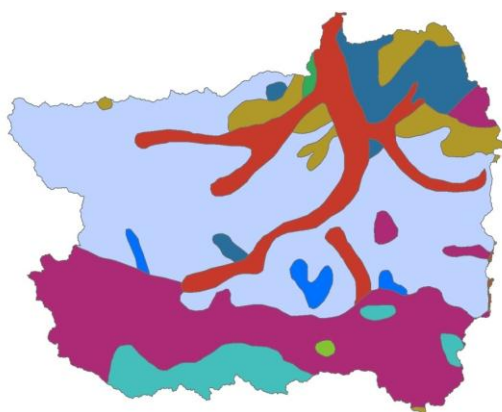
Осим ГИС подлога, за формирање модела биле су неопходне хидрометеоролошке временске серије које су коришћене током калибрације и верификације модела, али и током реконструкције поплава. Хидрометеоролошке серије у ширем подручју слива реке Колубаре преузете су од Републичког Хидрометеоролошког завода Србије. Били су доступни подаци о дневним вредностима протицаја и водостаја у периоду од 1951. до 2014. године, док су часовне вредности биле доступне за одређене епизоде у периоду од 1999. до 2014. године. Што се тиче метеоролошких података, дневне вредности података о падавинама, средњим температурама и релативним влажностима ваздуха биле су доступне за период од 1949. до 2014. године. Часовне вредности података о падавинама и температурама биле су расположиве за одређене епизоде у периоду од 1999. до 2014. године.



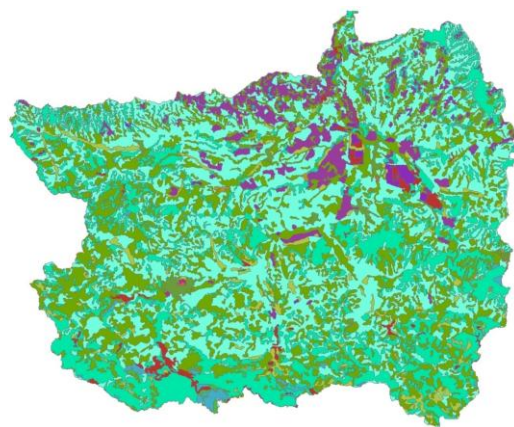
(а) Дигитални модел терена



(б) Геолошка карта



(в) Педолошка карта



(г) Карта коришћења земљишта

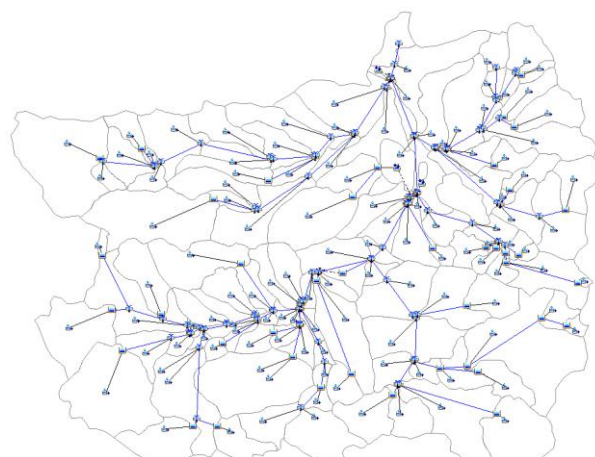
Слика 1.3. Коришћене ГИС подлоге приликом имплементације хидролошких модела за слив реке Колубаре

Хидролошки модел реке Колубаре састоји се од коначног броја подсливова, који међусобним везама чине јединствен хидролошки модел целог слива реке Колубаре (Слика 1.4). Подела на подсливове извршена је како према физичким и хидрографским критеријумима (притоке), тако и према профилима од посебног значаја (хидролошке станице, ретензије). То значи да су све значајне притоке Колубаре моделиране (Обница, Јабланица, Градац, Лепеница, Рибница, Рабас, Топлица, Љиг, Лукавица, Пештан, Враничина, Кладница, Турија, Бељаница, Уб, Тамнава), док су веће притоке додатно подељене на подсливове (Забава и Буковска у сливу Градца, Манастирица и Паклешница у сливу Рибнице, Драгобиљ и Качер у сливу Љига, итд).

Декомпозиција хидролошких модела вршила се и на местима улазних профила, контролних профила и излазног профила. Улазне профиле хидролошког модела чине (Слика 1.4): Акумулација „Стубо-Ровни“ на реци Јабланици, станица „Бело Поље“, станица „Дегурић“, станица „Мионица“, станица „Боговађа“, станица „Зеоке“, станица „Коцељева“ и станица „Уб“. Контролни профили хидролошког модела су: станица „Седларе“, станица „Ваљево“, станица „Бели Брод“, станица „Ћеманов мост“, ушће река Лепенице, Топлице, Враничине, Лукавице, Турије и Бељанице у Колубару. Излазни профил хидролошког модела је станица „Дражевац“.



(а) Хидролошки модел ИЈЧ-ГФ

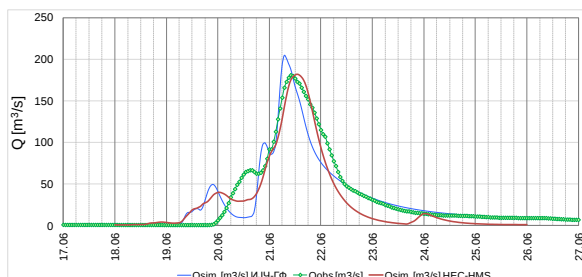


(б) Хидролошки модел НЕС-НМС

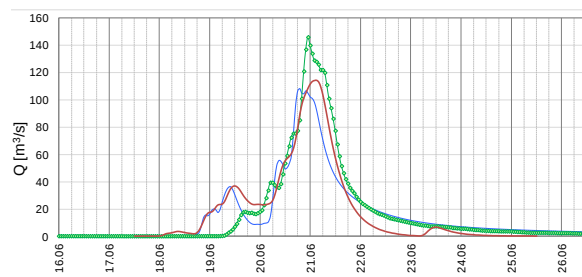
Слика 1.4. Структура хидролошког модела слива реке Колубаре

Сврха примене хидролошких модела била је симулација хидрограма на профилима од интереса, као што су хидролошке станице, акумулације или ушћа. Било је неопходно да хидролошки модел добро репродукује понашање слива у условима екстремних падавина. Имајући у виду да расположиви подаци за периоде калибрације и верификације нису били комплетни, није постојала могућност за аутоматску калибрацију хидролошких модела. Зато су модели калибрисани ручно, а параметри су подешавани тако да се добије што боље слагање између: висине пикова осматраних и симулираних поплавних таласа, времена појаве пика осматраних и симулираних поплавних таласа, рецесионних грана хидрограма са криве протока и симулираних хидрограма као и запремина поплавних таласа.

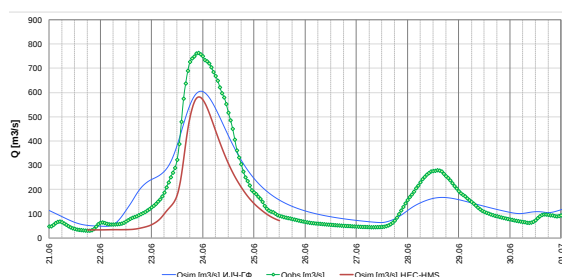
Хидролошки модели ИЈЧ-ГФ и НЕС-НМС калибрисани су тако да репродукују рачунске хидрограме са криве протока током јуна 2001. године и јуна 2010. године. Резултати калибрације хидролошких модела за одабране профиле хидролошких станица (Ваљево, Словац, Бели Брод и Бело Поље) приказани су графички - Слика 1.5.



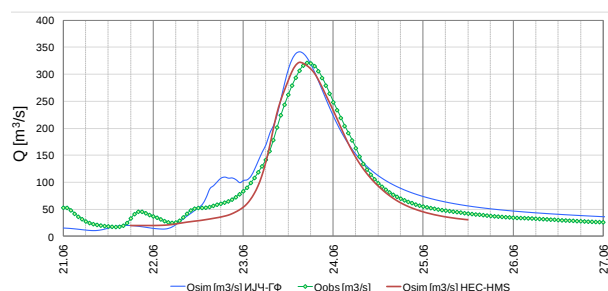
(а) Ваљево: јун 2001.год.



(б) Бело Поље: јун 2001.год.



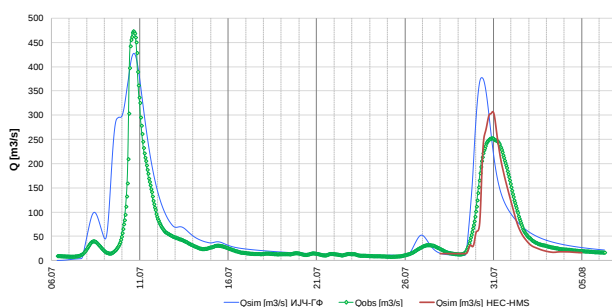
(в) Бели Брод: јун 2010.год.



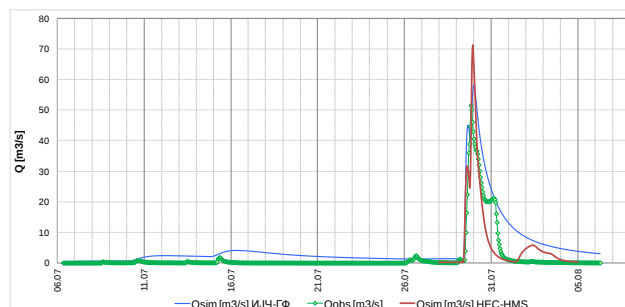
(г) Словац: јун 2010. год.

Слика 1.5. Резултати калибрације хидролошких модела слива реке Колубаре на одабраним профилима хидролошких станица

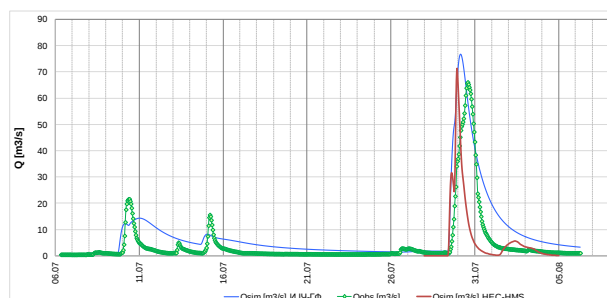
Верификација хидролошких модела спроведена је за услове из јула и августа 1999. године. Илустрација верификације модела је приказана графички на профилима одабраних станица (Бели Брод, Коцељева, Уб и Зеоке), заједно са рачунским хидрограмима са криве протока (Слика 1.6).



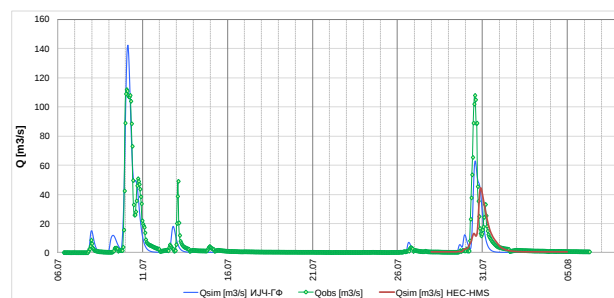
(а) Бели Брод: јул 1999.год.



(б) Коцељева: јул 1999.год.



(в) Уб: јул 1999.год.



(г) Зеоке: јул 1999. год.

Слика 1.6. Резултати верификације хидролошких модела слива реке Колубаре на одабраним профилима хидролошких станица

Детаљан приказ хидролошких модела и резултата спроведених анализа налази се у Књизи 2: Анализа стања заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 2.1: Израда и калибрација хидролошких модела.

## 4.2 Развој хидрауличких модела за слив Колубаре

Хидраулично моделирање Колубаре и притока извршено је применом HEC-RAS софтверског пакета („HEC-RAS“ - River Analysis System, US Army Corps of Engineers).

Хидрауличким прорачунима обухваћени су сви значајнији водотокови у сливу Колубаре, на деоницама које су идентификоване као значајна поплавна подручја (ЗПП), укупне дужине око 410,7 km:

1. Колубара, од ушћа до састава Јабланице и Обнице (96,5 km),
2. Тамнава, од ушћа до Каменице (54,2 km),
3. Уб, од ушћа до Памбуковице (30,1 km),
4. Грачица, од ушћа до Трлића (17,2 km),
5. Турија, од ушћа до Венчана (26,8 km),
6. Бељаница, од ушћа до Бељине (11,5 km),
7. Барајевска река, од ушћа до ушћа Дубоког потока (9,9 km),
8. Баћевачка река, од ушћа до Гунцата (4,2 km),
9. Враничина, од ушћа до Јабучја (7,4 km),
10. Лукавица, од ушћа до и кроз Лазаревац (9,0 km),
11. Љиг, од ушћа до ушћа Драгобиља (34,8 km),
12. Топлица, од ушћа до насеља Врујци (21,4 km),
13. Рибница, од ушћа до Паштрића (10,0 km),

14. Љубостиња, од ушћа до Рађевог села (9,0 km),
15. Кладница, од ушћа до копа (23,0 km).

Поред водотока идентификованих као ЗПП, анализирани су и други водотоци у сливу:

1. Пештан, од ушћа до моста у Рудовцу (18,2 km),
2. Лепеница, од ушћа (12,0 km),
3. Јабланица, од састава са Обницом до Седлара (3,5 km) и
4. Обница, од ушћа (2,0 km).

Основни дигитални модел терена (ДМТ) добијен је од ЈВП „Србијаводе“ у TIN (triangulated irregular network) и растерском облику. Констатовано је да основни модел терена нема одговарајућу тачност, па је извршена његова корекција на деоницама обухваћеним хидрауличким прорачуном. Корекција је подразумевала дефинисање тачног положаја речних корита (јасно дефинисана хидрографска мрежа) што тачније висинске представе речних долина и корита, посебно обала дуж тока.

За корекцију ДТМ коришћени су расположиви подаци: дефинисана хидрографска мрежа; снимљени попречни профили водотокова у сливу (из расположиве техничке документације или снимљени у оквиру израде ове Студије); терен дуж трасе аутопута на коридору 11, пруге Београд-Бар и индустријске пруге; положај и нивелета неких путева; дигитални модел терена долине Тамнаве и Уба (модел није добре тачности, али постоје зоне које су настале дигитализацијом расположивих карата размере 1:5000), трасе и коте постојећих насипа на Колубари и притокама.

Коришћене су основне топографске карте размере 1:25.000 за цео слив Колубаре које су ажириране на основу новијих геодетских снимања корита, као и расположивих дигиталних ортофото снимака.

Попречни профили који су коришћени при моделирању дефинисани су на просечном растојању од 500 m. Попречни профили потичу из три извора података: из расположиве техничке документације за потребе уређења Колубаре и притока, као и друге расположиве документације (на пр. пројекта аутопута на коридору 11), из документација насталих након поплаве у мају 2014. године и резултата снимања за потребе израде ове Студије. Снимљено је 40 попречних профила реке Пештан, 67 профила на Топлици, Рибници и Лепеници, 38 профила на Колубари, 59 профила на Тамнави, 28 на Убу, 56 на Љигу, 34 на Турији, 17 на Бељаници, 10 на Барајевској реци, 2 на Баћевачкој реци и 4 на Лукавици.

Сви релевантни објекти који се налазе на посматраном подручју су интегрисани у хидраулички модел.

Хидрауличким моделима обухваћене су зоне водотокова у нижим деловима сливова, односно у долинама река у којима може доћи до значајнијег изливања великих вода. Формирани су посебни хидраулички модели: (1) постојећег стања; (2) стања система током поплавног догађаја у мају 2014. године и (3) будућег стања (са предложеним решењима уређења). Ови модели се разликују према својим морфолошким, хидролошким особинама и особинама хидротехничких објеката за одбрану од поплава.

У свим моделима Колубаре и притока постоје исте карактеристичне деонице водотокова, које су дефинисане у зависности од више фактора који утичу на функционисање модела и тачност прорачуна. Границе карактеристичних деоница су дефинисане на више нивоа, и то:

1. ниво 1 - на ушћима притока;
2. ниво 2 - на званичним хидролошким станицама;
3. ниво 3 - на границама између неуређених и регулисаних деоница;
4. ниво 4 - на местима на којима је дошло до пробоја/преливања насипа;
5. ниво 5 - на осталим местима која су битна за тачност прорачуна.

Спољашњи гранични услови у хидрауличком моделу неустаљеног течења задају се на најузводнијем и најнизводнијем профилу модела. На узводном крају је као гранични услов задат хидрограм/нивограм, а на низводном крају хидрограм или нивограм на ушћу у реципијент.

Унутрашњи гранични услови су задати на профилима где постоје промене у течењу (ушће, брана, бочни прелив итд.) и између њих као утицај међуслива.

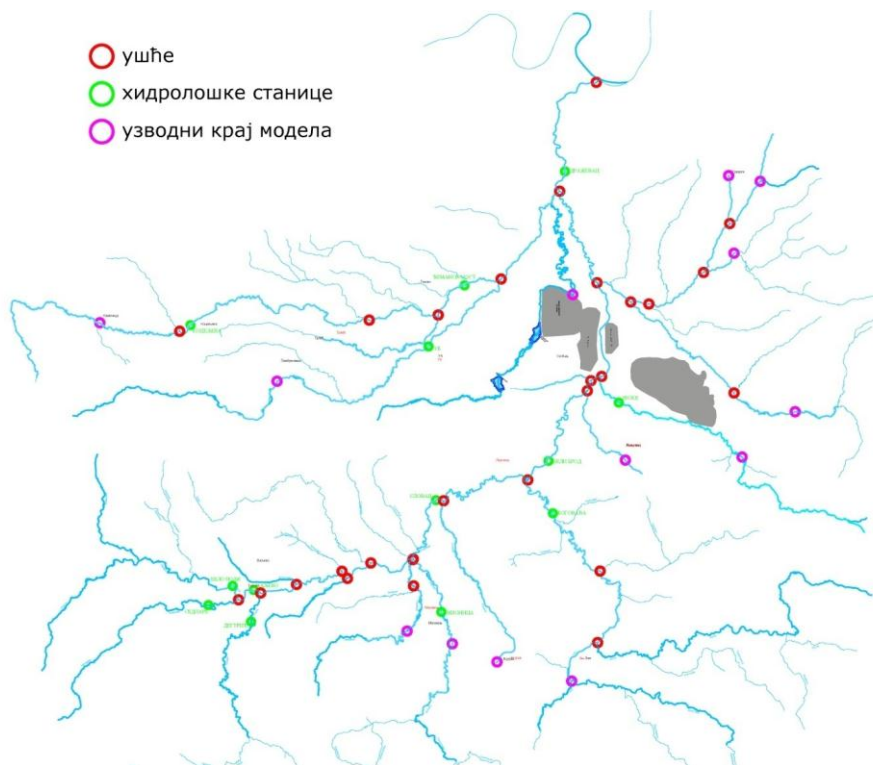
Гранични и унутрашњи услови дефинисани су рачунским хидрограмима и/или регистрованим нивограмима на границама рачунских деоница.

Основни подаци за прорачуне неустаљеног течења у оквиру хидрауличких модела се могу поделити на две групе: (1) улазни подаци који се добијају хидролошким моделирањем и (2) контролни подаци настали снимањем на карактеристичним местима (хидролошке станице РХМЗ, трагови великих вода).

Гранични и унутрашњи услови дефинисани су рачунским и/или регистрованим хидрограмима и нивограмима на битним локацијама и деоницама. Гранични услови, на узводној граници модела су рачунски хидрограми из хидролошког модела; гранични услови на низводној граници модела (на ушћу) су рачунски нивограми из хидрауличког модела реципијента; унутрашњи услови, на ушћима притока су рачунски хидрограми из хидролошких и хидрауличких модела који симулирају улаз притоке у реципијент; унутрашњи услови између ушћа задатих притока дефинишу утицај међуслива, у облику рачунског хидрограма из хидролошког модела.

Контролни услови су задати на: хидролошким станицама (регистровани нивограми) или као трагови великих вода.

Локације чворова хидрауличког модела на којима се дефинишу услови прорачуна приказане су графички - Слика 1.7.



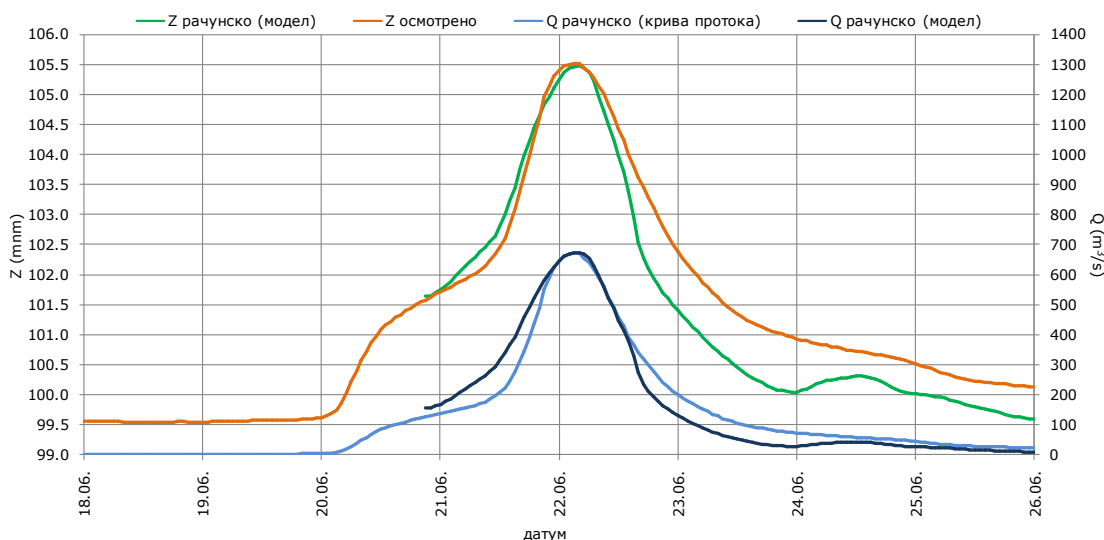
Слика 1.7. Локације чворова хидрауличког модела на којима се дефинишу услови прорачуна

Калибрација хидрауличких модела је извршена на основу историјских података на хидролошким станицама на Колубари и притокама на којима постоји хидролошка станица. За усвојене карактеристичне временске периоде и регистроване податке,

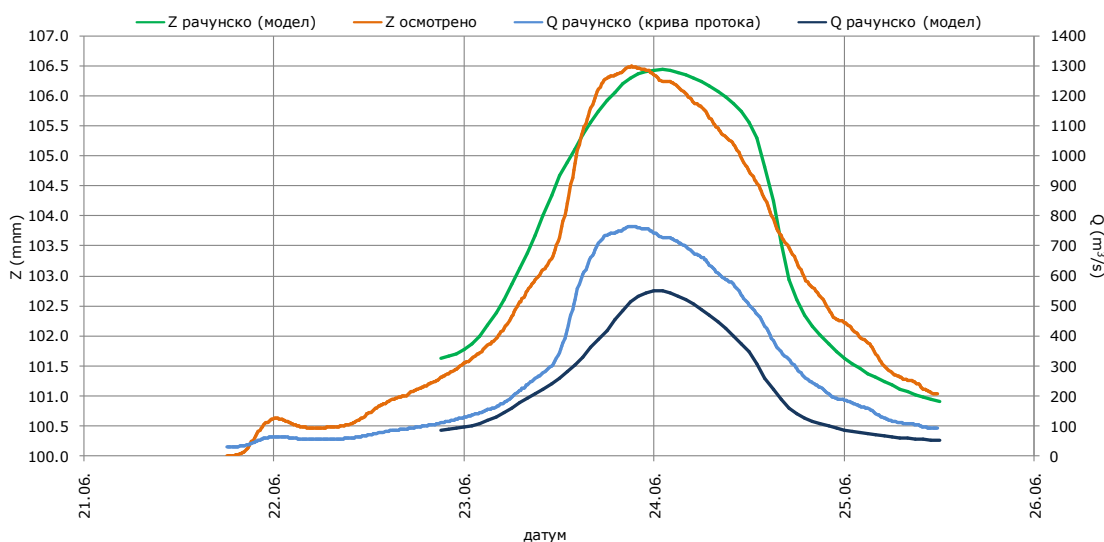
врши се серија хидрауличких прорачуна у којима се мењају вредности Manning-овог коефицијента рапавости док се не постигне задовољавајућа тачност између рачунских и регистрованих вредности.

За водотокове и њихове деонице који нису довољно добро покривени историјским подацима, није био могућ класичан процес калибрације модела. Да би се постигла минимална оперативност модела усвојене су варијације параметара модела са сличне деонице на којој постоје историјски подаци. На водотоковима на којима не постоје историјски подаци није вршена калибрација модела и усвојене су вредности коефицијената рапавости на основу стања корита и приобаља.

Калибрација је извршена за два временска периода: период 18.06 - 26.06.2001. године и период 21.06 - 25.06.2010. године. Пример срачунатих нивограма и хидрограма добијен за период калибрације из 2001. и 2010. године за хидролошку станицу Бели Брод приказан је на сликама (Слика 1.8 и Слика 1.9).



Слика 1.8. Река Колубара, хидролошка станица Бели Брод, калибрација 2001. година



Слика 1.9. Река Колубара, хидролошка станица Бели Брод, калибрација 2010. година

Процесом калибрације за серије из 2001. и 2010. године добијена су значајна одступања коефицијената рапавости на упоредним деоницама водотокова, највише због морфолошких подлога, улазних и контролних података, па није било могуће усвојити јединствене параметре модела. Услед тога, верификација модела није извршена.

Детаљан приказ хидрауличких модела и резултата спроведених прорачуна налази се у Књизи 2: Анализа стања заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 2.2: Израда и калибрација хидрауличких модела.

## 4.3 Постојећи објекти за заштиту од вода у сливу Колубаре

### 4.3.1 Објекти за заштиту од поплава спољним водама

Врло детаљан приказ објеката, по водотоцима у сливу Колубаре и степена заштите који обезбеђују у садашњем стању дат је у Књизи 2: Анализа стања заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 2.3: Стање и функције постојећих објеката и система за заштиту од поплава.

Слив Колубаре карактерише густа насељеност и интензиван привредни развој, што захтева одговарајућу сигурност у погледу заштите од поплава и одговарајући обим хидротехничких захвата. Како је често изливање вода из речних корита било увек праћено значајним штетама, у протеклим деценијама су предузети бројни радови на регулацији корита водотока и изградњи одбрамбених насипа дуж Колубаре и њених бројних притока у циљу заштите насељених места, индустријских постројења и пољопривредног земљишта.

Зависно од садржаја штићеног подручја, у сливу Колубаре су извођени различити типови заштитних објеката (Слика 1.10):

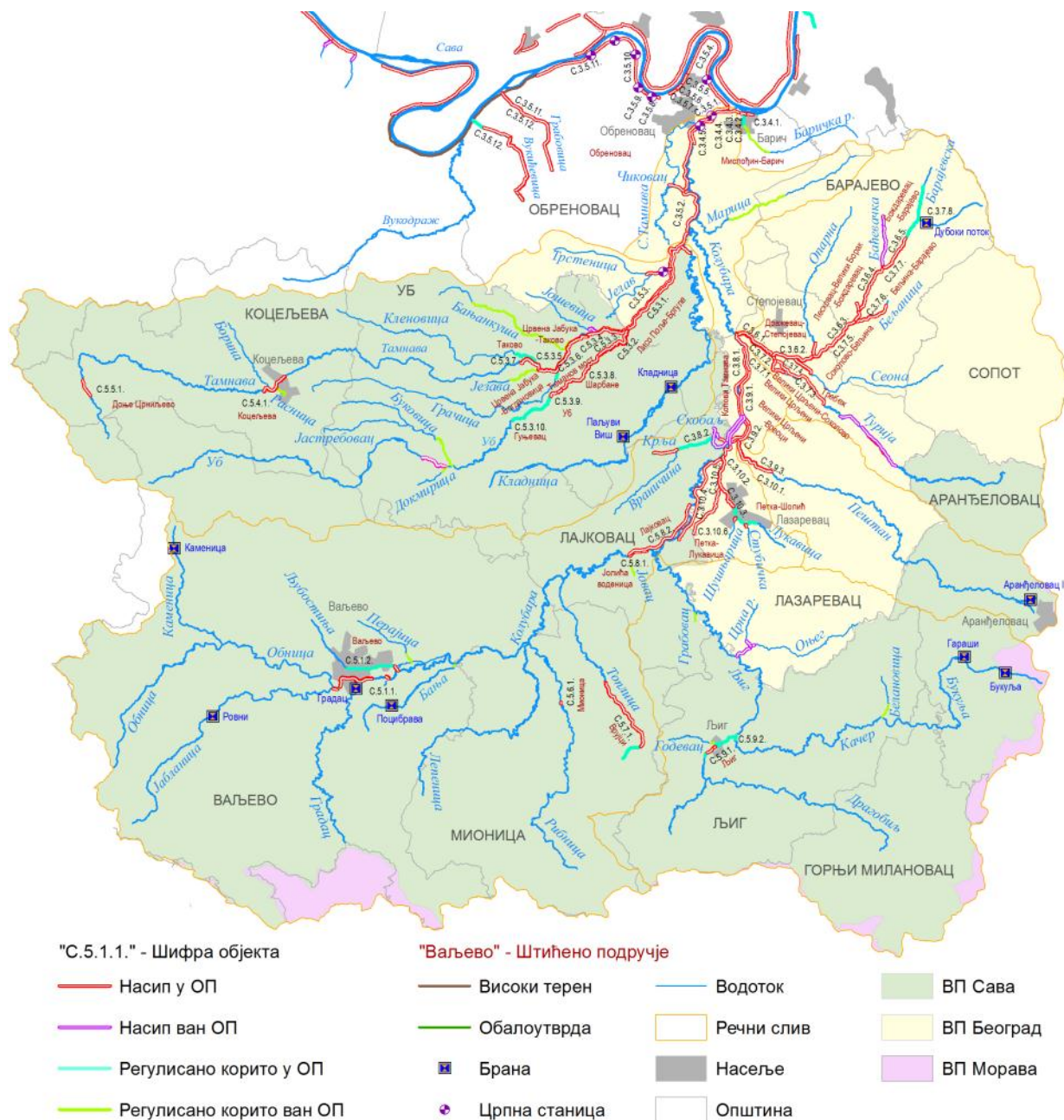
1. Класични одбрамбени објекти - насипи су изграђени дуж доњег тока Колубаре (низводно од ушћа Тамнаве, у зони отворених копова РБ Колубара, код Лазареваца и Лајковца), дуж Тамнаве (низводно од Ђемановог моста), на доњем току Турије и дуж њених притока. Упоредо са извођењем ових објеката вршена је и делимична регулација корита водотока ископом, у мери потребној за извођење насипа.
2. Кроз већа насеља у горњем току Колубаре (Ваљево) и дуж притока (Мионица, Љиг, Уб, Коцељева и Бања Врујци) изведена је регулација „градског“ типа, која подразумева уређење корита водотока за пријем великих вода и обезбеђење његове стабилности извођењем облоге.
3. На потезима ван насељених места пољопривредне површине се штите регулацијом „пољског“ типа, код које се такође корито водотока уређује за пријем великих вода (са или без насипа), али и дозвољава одређена деформација основног корита (на пример, река Уб низводно од Уба, Тамнава од Ђемановог моста до моста за Таково и код Црниљева, поток Крља).

Према Оперативном плану за одбрану од поплава, заштита од поплава на сливу Колубаре је организована у два сектора одбране:

6. С.3. Београд-Обреновац-Лазаревац, укључујући седам деоница за заштиту од поплава (С.3.4. до С.3.10.) на подручју Града Београда (општине Обреновац, Барајево, Лазаревац), конкретно: објекти на десној обали Саве у зони Обреновца и дуж Колубаре, Тамнаве, Турије, Бељанице, Барајевске реке, Пештана, Лукавице и мањих притока, и објекти на Враничини и потоку Крља у општини Лајковац. Укупна дужина насипа, укључујући и савске насипе у зони утицаја Колубаре, је 264 km.
7. С.5. Ваљево, на подручју Лајковца, Мионице, Ваљева, Уба и Коцељеве, који обухвата девет заштитних деоница, укључујући Колубару узводно од Лајковца и следеће притоке: Тамнава са Убом, Љиг, Топлица, Рибница и Љубостиња, као и бране „Каменица“ и „Поцибрава“ у зони Ваљева. Укупна дужина насипа на овом одбрамбеном сектору износи 87 km.

Слика 1.10 и **Error! Reference source not found.** дају приказ објеката који су у републичком Оперативном плану за одбрану од поплава, у општинским оперативним

плановима, као и других постојећих и објеката у изградњи који тренутно нису у оперативним плановима.



Слика 1.10. Објекти за заштиту од поплава

Профили водотока, често са обостраним одбрамбеним насипима, тако су димензионисани да без изливања могу да пропусте меродавну - најчешће 100-годишњу, а у појединим случајевима и 1000-годишњу велику воду. Само су на неким водотоцима, у чијем приобаљу се налази пољопривредно земљиште, речна корита са обостраним насипима димензионисана за прихват велике воде мањег повратног периода (Табела 1.2).

Међутим, рачунске вредности протока одређене вероватноће појаве се мењају са продужавањем низова осматраних вредности, а као пример се наводе упоредне вредности протока 100-годишњег повратног периода на Колубари (Табела 1.1) које су дефинисане у претходним анализама и у оквиру ове Студије.

Табела 1.1. Вредности протока Колубаре 100-годишњег повратног периода

| Водоток  | Хидролошка станица | Q100 (m³/s) |            |                  |
|----------|--------------------|-------------|------------|------------------|
|          |                    | ВОС, 2001.  | ВОС, 2009. | Студија Колубаре |
| Колубара | Ваљево             | 305,5       | 295        | 379              |
|          | Словац             | 336,6       | 399        | 733              |
|          | Бели Брод          |             | 621        | 997              |
|          | Дражевац           |             |            | 1.299            |

Како би се проверило да ли објекти својом висином и даље задовољавају пројектовани степен заштите, односно, да ли меродавна велика вода може да прође коритом без изливања, извршени су хидраулички прорачуни великих вода на водотоцима који су предмет ове Студије.

Резиме садашњег стања даје Табела 1.2, која приказује меродавне протоке за пројектовање објеката на сливу Колубаре. У њој је дат опис стања одбрамбене линије током таласа великих вода у мају 2014. године, максимални проток који корито за велику воду може да прихвати без изливања и утврђени су потези на којима су објекти нижи од нивоа велике воде 100-годишњег повратног периода (за водотоке за које су у оквиру ове Студије развијени хидраулички модели и израђени подужни профили водотока, који су дати у прилозима уз Књигу 2). На крају се, у истој табели, даје препоручени степен заштите.

Табела 1.2. Постојећи и потребан степен заштите

| Водоток  | Ознака објекта у | Назив објекта                                                           | Меродавни проток за пројектовање |                                                                                                                                              | Талас великих вода у мају 2014. |                                                                                                                 | Максимални проток који може да прихвати без изливања | Нивелета објекта у односу на ниво при Q100 дефинисан у овој Студији Колубаре | Препоручени степен заштите |
|----------|------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|          |                  |                                                                         | Повратни период (година)         | Проток (m³/s)                                                                                                                                | Максимални проток (m³/s)        | Стање одбрамбене линије                                                                                         | Проток (m³/s)                                        |                                                                              | Повратни период (година)   |
| КОЛУБАРА |                  |                                                                         |                                  |                                                                                                                                              |                                 |                                                                                                                 |                                                      |                                                                              |                            |
| Колубара | C.5.1.1.         | Регулисано корито Колубаре кроз Ваљево, од сточне пијаце до пиваре      | 100                              | 306 / 450 (узводно/низводно од ушћа Градца)                                                                                                  | 395                             | Изливање из регулисаног корита код парка „Јадар“                                                                | 400                                                  | Корито пропушта меродавну велику воду Q100 без изливања.                     | 1000                       |
| Колубара | C.5.9.1.         | Обострани насип уз корито Колубаре код Јолића воденице                  | 100                              |                                                                                                                                              | 1000-1200                       | Касета је отворена са узводне и низводне стране, паралелно течење инундацијом                                   |                                                      | Кота круне насипа је изнад нивоа меродавне велике воде Q100.                 | 100                        |
| Колубара | C.5.9.2.         | Леви насип уз Колубару од Јабучја до моста на путу Пепељевац - Лајковац | 100                              | 445 – у зони Јолића воденице (+заштитна висина 0,6 m)<br><br>854 – низводно од старог моста у Лајковцу до ушћа Љига (+заштитна висина 0,8 m) | 1000-1200                       | Касета је отворена са узводне стране, паралелно течење, пробој насипа 300 m низводно од старог моста у Лајковцу |                                                      | Заштитна висина изнад меродавне велике воде Q100 је 0,4-1,4 m.               | 100                        |
| Колубара | C.3.10.4.        | Десни насип уз Колубару од ушћа Лукавице до пута Београд - Краљево      | 100                              | 445                                                                                                                                          | 1400-1500                       | Пробој насипа узводно од железничког моста, пробој насипа наспрам Јабучја                                       | 1500                                                 | Заштитна висина изнад меродавне велике воде Q100 је 0,8-2,5 m.               | 100                        |
| Колубара | C.3.10.2.        | Десни насип уз Колубару од ушћа Пештана до ушћа Лукавице                | 100                              | 445                                                                                                                                          | 1400-1500                       | Пробој насипа                                                                                                   | 1500                                                 | Заштитна висина изнад меродавне велике воде Q100 је 0,4-1,4 m.               | 100                        |
| Колубара | C.3.9.2.         | Десни насип уз Колубару од пута Мали Борак - Вреоци до ушћа Пештана     | 100                              | 490                                                                                                                                          | 1100                            |                                                                                                                 | 1500                                                 | Заштитна висина изнад меродавне велике воде Q100 је 1,3-1,8 m.               | 1000                       |

| Водоток  | Ознака објекта у | Назив објекта                                                                                | Меродавни проток за пројектовање |                            | Талас великих вода у мају 2014.       |                         | Максимални проток који може да прихвати без изливања | Нивелета објекта у односу на ниво при Q100 дефинисан у овој Студији Колубаре                                                                                           | Препоручени степен заштите |
|----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|          |                  |                                                                                              | Повратни период (година)         | Проток (m <sup>3</sup> /s) | Максимални проток (m <sup>3</sup> /s) | Стање одбрамбене линије | Проток (m <sup>3</sup> /s)                           |                                                                                                                                                                        | Повратни период (година)   |
| Колубара | С.3.9.1.         | Десни насип уз Колубару од пута Каленић - Велики Црљени до пута Мали Борак - Вреоци          | 100                              | 490                        | 1100                                  | Пробој насипа           | 1500                                                 | Заштитна висина изнад меродавне велике воде Q100 је 1,2-2,4 m.                                                                                                         | 1000                       |
| Колубара | С.3.7.1.         | Десни насип уз Колубару од ушћа Турије до пута Велики Црљени - Каленић                       | 100                              | 490                        | 1100                                  |                         | 1500                                                 | Заштитна висина изнад меродавне велике воде Q100 је око 1 m.                                                                                                           | 1000                       |
| Колубара | С.3.8.1.         | Леви насип уз Колубару од ушћа Враничине низводно                                            | 100                              | 490                        | 1100                                  |                         | 1500                                                 | Заштитна висина изнад меродавне велике воде Q100 је 1,2-2,4 m.                                                                                                         | 1000                       |
| Колубара | С.3.5.2.         | Леви насип уз Колубару од моста на путу Београд - Обреновац до ушћа Тамнаве                  | 100                              |                            | 1200-1300                             | Преливање насипа        | 1000-1300                                            | Насип нема довољну заштитну висину (износи до 0,4 m), док је местимично круна насипа испод нивоа меродавне велике воде Q100 (и до 0,3 m).                              | 1000                       |
| Колубара | С.3.5.1.         | Леви насип уз Колубару од ушћа у Саву до моста на путу Београд - Обреновац                   | 100                              |                            | 1200                                  |                         |                                                      | Насип на низводном потезу нема довољну заштитну висину (износи 0,1-0,6 m), док је на узводном потезу круна насипа испод нивоа меродавне велике воде Q100 (и до 0,6 m). | 1000                       |
| Колубара | С.3.4.5.         | Десни насип уз Колубару од моста на путу Београд - Обреновац до високог терена код Мислођина | 100                              |                            | 1200                                  |                         | 1000-1300                                            | Кота круне насипа је у нивоу меродавне велике воде Q100.                                                                                                               | 100                        |

| Водоток        | Ознака објекта у | Назив објекта                                                                          | Меродавни проток за пројектовање |               | Талас великих вода у мају 2014. |                                                                                                                                                                                                         | Максимални проток који може да прихвати без изливања | Нивелета објекта у односу на ниво при Q100 дефинисан у овој Студији Колубаре                                                                       | Препоручени степен заштите |
|----------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                |                  |                                                                                        | Повратни период (година)         | Проток (m³/s) | Максимални проток (m³/s)        | Стање одбрамбене линије                                                                                                                                                                                 | Проток (m³/s)                                        |                                                                                                                                                    | Повратни период (година)   |
| Колубара       | C.3.4.4.         | Десни насип уз Колубару од ушћа у Саву до моста на путу Београд - Обреновац            | 100                              |               | 1200                            |                                                                                                                                                                                                         | 1000-1300                                            | На низводном делу заштитна висина је 0,7-0,9 m, а на узводном крају, у зони моста, круна насипа је испод нивоа меродавне велике воде Q100 (0,1 m). | 100                        |
| <b>ПРИТОКЕ</b> |                  |                                                                                        |                                  |               |                                 |                                                                                                                                                                                                         |                                                      |                                                                                                                                                    |                            |
| Градац         | C.5.1.1.         | Обострани насипи уз регулисано корито реке Градац на ушћу у Колубару                   | 100                              |               |                                 |                                                                                                                                                                                                         |                                                      |                                                                                                                                                    |                            |
| Љубостиња      | C.5.1.2.         | Регулисано корито Љубостиње од ушћа у Колубару и обострани насипи уз регулисано корито | 100 / 1000 (по деоницама)        | 31,8 / 43,0   |                                 |                                                                                                                                                                                                         | 25-68 (по деоницама)                                 | Делови регулисаног корита (код „Србијанке“ и код „Крушика“, km 0+546 - 2+753) не задовољавају пројектовани капацитет корита за велику воду Q100.   | 1000                       |
| Рибница        | C.5.7.1.         | Регулисано корито Рибнице кроз Мионицу                                                 | 100                              | 150           | 170                             | Плављење десне инудације, преливен деснообални насип, унос велике количине наноса са узводног нерегулисаног дела водотока утицао је на значајно смањење пропусне моћи пројектованог протицајног профила |                                                      |                                                                                                                                                    | 100                        |
| Топлица        | C.5.8.1.         | Обострани насипи и регулисано корито Топлице кроз насеље Врујци                        | 50                               |               | ≈84                             | Оштећење регулисаног корита и изливање у Бањи Врујци и низводно                                                                                                                                         | ≈30-50                                               | При Q100 долази до преливања.                                                                                                                      |                            |

| Водоток  | Ознака објекта у | Назив објекта                                                            | Меродавни проток за пројектовање |                            | Талас великих вода у мају 2014.       |                                                                | Максимални проток који може да прихвати без изливања | Нивелета објекта у односу на ниво при Q100 дефинисан у овој Студији Колубаре                                                                                                                                                                                     | Препоручени степен заштите |
|----------|------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|          |                  |                                                                          | Повратни период (година)         | Проток (m <sup>3</sup> /s) | Максимални проток (m <sup>3</sup> /s) | Стање одбрамбене линије                                        | Проток (m <sup>3</sup> /s)                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  | Повратни период (година)   |
| Љиг      | C.5.10.1.        | Регулисано корито Љига кроз Љиг                                          | 100                              |                            | ≈210                                  | Изливање из корита и оштећење регулисаног корита на више места | ≈250                                                 | Регулисано корито прихвата уз локална изливања меродавну велику воду Q100 узводно од km31+700. Низводно од km 31+700 велика вода при Q100 излива из корита.                                                                                                      | 100                        |
| Годевац  | C.5.10.1.        | Регулисано корито потока Годевац на ушћу у Љиг                           | -                                |                            |                                       |                                                                |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            |
| Качер    | C.5.10.2.        | Регулисано корито Качера од ушћа у Љиг                                   | 50                               |                            |                                       |                                                                |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            |
| Лукавица | C.3.10.6.        | Леви насип и регулисано корито Лукавице од ушћа Очаге до Лазаревца       | 100                              |                            | ≈50                                   |                                                                | ≈50                                                  | Кота круне насипа је изнад меродавне велике воде Q100, не долази до преливања. На делу тока узводно од железничке пруге нема насипа већ је корито регулисано и на том потезу (km 4+700-5+300) долази до изливања при Q100. При Q1000 долази до преливања насипа. | 500                        |
| Лукавица | C.3.10.5.        | Леви насип и регулисано корито Лукавице од ушћа у Колубару до ушћа Очаге | <100                             |                            | ≈75                                   | Пробој на 2 места                                              | ≈50                                                  | Кота круне насипа је изнад меродавне велике воде Q100, не долази до преливања.                                                                                                                                                                                   | 100                        |

| Водоток        | Ознака објекта у | Назив објекта                                                             | Меродавни проток за пројектовање |               | Талас великих вода у мају 2014. |                                                           | Максимални проток који може да прихвати без изливања | Нивелета објекта у односу на ниво при Q100 дефинисан у овој Студији Колубаре                                                                                                                                                                                     | Препоручени степен заштите |
|----------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                |                  |                                                                           | Повратни период (година)         | Проток (m³/s) | Максимални проток (m³/s)        | Стање одбрамбене линије                                   | Проток (m³/s)                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                  | Повратни период (година)   |
| Лукавица       | C.3.10.3.        | Десни насип и регулисано корито Лукавице од ушћа у Колубару до Лазареваца | <100                             |               | ≈75                             | Пробој на 3 места                                         | ≈50                                                  | Кота круне насипа је изнад меродавне велике воде Q100, не долази до преливања. На делу тока узводно од железничке пруге нема насипа већ је корито регулисано и на том потезу (km 4+700-5+300) долази до изливања при Q100. При Q1000 долази до преливања насипа. | 500 (кроз Лазаревац)       |
| Стубички поток | C.3.10.6.        | Регулисано корито Стубичког потока                                        | 100                              |               |                                 |                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            |
| Шушњарица      | C.3.10.6.        | Регулисано корито потока Шушњарица                                        | 100                              |               |                                 |                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            |
| Очага          | C.3.10.6.        | Десни насип уз Очагу од ушћа у Лукавицу                                   |                                  |               |                                 |                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            |
| Очага          | C.3.10.6.        | Леви насип уз Очагу од ушћа у Лукавицу                                    | <100                             |               |                                 |                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            |
| Враничина      | C.3.8.1.         | Леви насип са регулисаним коритом Враничине од ушћа у Колубару            | 1000                             |               | ≈40                             | Насип потпуно уништен (урађена регулација по новој траси) | ≈56 (регулисано корито)                              |                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1000                       |
| Крља           | C.3.8.1.         | Леви насип уз поток Крља од ушћа                                          | 100                              |               |                                 |                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            |
| Пештан         | C.3.10.1.        | Леви насип и регулисано корито Пештана од ушћа у Колубару                 | 100                              |               | ≈200                            | Пробој насипа на 4 места (на дужини 100 m)                | ≈190                                                 | Кота круне насипа је изнад меродавне велике воде Q100, не долази до преливања. При Q 1000 долази до преливања насипа.                                                                                                                                            | 1000                       |
| Пештан         | C.3.9.3.         | Десни насип и регулисано корито Пештана од ушћа у Колубару                | 100                              |               | ≈200                            | Пробој насипа на 1 месту                                  | ≈190                                                 | Кота круне насипа је изнад меродавне велике воде Q100, не долази до преливања. При Q 1000 долази до преливања насипа.                                                                                                                                            |                            |

| Водоток    | Ознака објекта у | Назив објекта                                                              | Меродавни проток за пројектовање |               | Талас великих вода у мају 2014. |                                                                                    | Максимални проток који може да прихвати без изливања | Нивелета објекта у односу на ниво при Q100 дефинисан у овој Студији Колубаре | Препоручени степен заштите |
|------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|            |                  |                                                                            | Повратни период (година)         | Проток (m³/s) | Максимални проток (m³/s)        | Стање одбрамбене линије                                                            | Проток (m³/s)                                        |                                                                              | Повратни период (година)   |
| Турија     | С.3.7.3.         | Леви насип уз Турију узводно од ушћа потока Баре                           | 100                              |               | ~250                            | Преливање насипа                                                                   | ~ 70                                                 | При меродавној великој води Q100 долази до преливања насипа.                 | 1000                       |
| Турија     | С.3.7.2.         | Леви насип уз Турију од ушћа у Колубару до ушћа потока Баре                | 100                              |               | ~605                            | Делимично преливање насипа                                                         | ~ 370                                                | При меродавној великој води Q100 долази до преливања насипа.                 | 1000                       |
| Турија     | С.3.6.1.         | Десни насип и регулисано корито Турије од ушћа у Колубару до ушћа Бељанице | 100                              |               | ~605                            | Делимично преливање насипа, пробој насипа на дужини од 30 m (km 0+870 до km 0+900) | ~ 370                                                | При меродавној великој води Q100 долази до преливања насипа.                 |                            |
| Поток Баре | С.3.7.2.         | Леви насип и регулисано корито потока Баре од ушћа                         | 100                              |               |                                 |                                                                                    |                                                      |                                                                              |                            |
| Бељаница   | С.3.7.5.         | Леви насип и регулисано корито Бељанице узводно од ушћа Сеоне              | 100                              | 164           | ~380                            | Делимично преливање насипа                                                         | ~200                                                 | При меродавној великој води Q100 долази до преливања насипа.                 | 100                        |
| Бељаница   | С.3.7.4.         | Леви насип и регулисано корито Бељанице од ушћа у Турију до ушћа Сеоне     | 100                              | 164           | ~380                            | Делимично преливање насипа                                                         | ~205                                                 | При меродавној великој води Q100 долази до преливања насипа.                 | 100                        |
| Бељаница   | С.3.7.6.         | Десни насип и регулисано корито Бељанице од ушћа Барајевске реке узводно   | 100                              | 164           | ~210                            | Делимично преливање насипа                                                         | ~200                                                 | При меродавној великој води Q100 не долази до преливања насипа.              | 100                        |

| Водоток         | Ознака објекта у | Назив објекта                                                                             | Меродавни проток за пројектовање |                            | Талас великих вода у мају 2014.       |                            | Максимални проток који може да прихвати без изливања | Нивелета објекта у односу на ниво при Q100 дефинисан у овој Студији Колубаре | Препоручени степен заштите |
|-----------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                 |                  |                                                                                           | Повратни период (година)         | Проток (m <sup>3</sup> /s) | Максимални проток (m <sup>3</sup> /s) | Стање одбрамбене линије    | Проток (m <sup>3</sup> /s)                           |                                                                              | Повратни период (година)   |
| Бељаница        | С.3.6.3.         | Десни насип и регулисано корито Бељанице од ушћа Опарне до ушћа Барајевске реке           | 100                              | 164                        | ~280                                  | Делимично преливање насипа | ~190                                                 | При меродавној великој води Q100 долази до преливања насипа.                 | 100                        |
| Бељаница        | С.3.6.2.         | Десни насип и регулисано корито Бељанице од ушћа у Турију до ушћа Опарне                  | 100                              | 164                        | ~380                                  | Делимично преливање насипа | ~205                                                 | При меродавној великој води Q100 долази до преливања насипа.                 | 100                        |
| Барајевска река | С.3.7.7.         | Леви насип и регулисано корито Барајевске реке од ушћа у Бељаницу                         | 50                               | 85                         | ~75                                   | Делимично преливање насипа | ~75                                                  | При Q100 долази до преливања насипа.                                         |                            |
| Барајевска река | С.3.6.5.         | Десни насип и регулисано корито Барајевске реке од ушћа Баћевачке узводно                 | 50                               | 70                         | ~60                                   | Делимично преливање насипа | ~60                                                  | При Q100 долази до преливања насипа.                                         | 100                        |
| Барајевска река | С.3.6.4.         | Десни насип и регулисано корито Барајевске реке од ушћа у Бељаницу до ушћа Баћевачке реке | 50                               | 85                         | ~75                                   | Делимично преливање насипа | ~75                                                  | При Q100 долази до преливања насипа.                                         |                            |
| Дубоки поток    | С.3.7.8.         | Регулисано корито Дубоког потока од ушћа у Барајевску реку                                |                                  |                            |                                       |                            |                                                      |                                                                              |                            |
| Баћевачка река  | С.3.6.5.         | Леви насип Баћевачке реке од ушћа                                                         | 50                               | 34,8                       | ~40                                   |                            | ~40                                                  | При Q100 долази до преливања насипа.                                         |                            |

| Водоток        | Ознака објекта у | Назив објекта                                                                 | Меродавни проток за пројектовање |               | Талас великих вода у мају 2014. |                         | Максимални проток који може да прихвати без изливања | Нивелета објекта у односу на ниво при Q100 дефинисан у овој Студији Колубаре | Препоручени степен заштите |
|----------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                |                  |                                                                               | Повратни период (година)         | Проток (m³/s) | Максимални проток (m³/s)        | Стање одбрамбене линије | Проток (m³/s)                                        |                                                                              | Повратни период (година)   |
| Баћевачка река | C.3.6.4.         | Десни насип и регулисано корито Баћевачке реке од ушћа                        | 50                               | 34,8          | ~40                             |                         | ~40                                                  | При Q100 долази до преливања насипа.                                         |                            |
| Кашин поток    | C.3.6.4.         | Обострани насипи и регулисано корито Кашиног потока                           | 50                               |               |                                 |                         |                                                      |                                                                              |                            |
| Опарна         | C.3.6.3.         | Леви насип и регулисано корито Опарне од ушћа у Бељаницу                      |                                  |               |                                 |                         |                                                      |                                                                              |                            |
| Опарна         | C.3.6.2.         | Десни насип и регулисано корито Опарне                                        |                                  |               |                                 |                         |                                                      |                                                                              |                            |
| Сеона          | C.3.7.5.         | Десни насип и регулисано корито Сеоне од ушћа                                 | 50                               |               |                                 |                         |                                                      |                                                                              |                            |
| Сеона          | C.3.7.4.         | Леви насип и регулисано корито Сеоне од ушћа                                  | 50                               |               |                                 |                         |                                                      |                                                                              |                            |
| Тамнава        | C.5.6.1.         | Леви насип уз Тамнаву у Доњем Црниљеву                                        | 50                               |               |                                 |                         |                                                      |                                                                              |                            |
| Тамнава        | C.5.5.1.         | Обострани насипи и регулисано корито Тамнаве кроз Коцељеву                    | 50                               |               | 180                             | Преливање насипа        | 90-120                                               | При Q100 долази до преливања насипа.                                         | 100                        |
| Тамнава        | C.5.4.7.         | Обострано надвишење обала очишћеног корита Тамнаве узводно од моста за Таково |                                  |               | 165                             | Преливање насипа        | 50-60                                                | Долази до преливања надвишења при Q100.                                      |                            |

| Водоток | Ознака објекта у | Назив објекта                                                                  | Меродавни проток за пројектовање |                            | Талас великих вода у мају 2014.       |                                      | Максимални проток који може да прихвати без изливања | Нивелета објекта у односу на ниво при Q100 дефинисан у овој Студији Колубаре                                                                                                                                                                       | Препоручени степен заштите |
|---------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|         |                  |                                                                                | Повратни период (година)         | Проток (m <sup>3</sup> /s) | Максимални проток (m <sup>3</sup> /s) | Стање одбрамбене линије              | Проток (m <sup>3</sup> /s)                           |                                                                                                                                                                                                                                                    | Повратни период (година)   |
| Тамнава | C.5.4.6.         | Десни насип уз регулисано корито Тамнаве од Ћемановог моста до моста за Таково | 50                               |                            | 165                                   | Делимично преливање насипа           | 120-140                                              | При Q100 не долази до преливања насипа. Заштитна висина насипа при Q100 износи 0,3-0,5 m.                                                                                                                                                          | 100                        |
| Тамнава | C.5.4.5.         | Леви насип уз регулисано корито Тамнаве од Ћемановог моста до моста за Таково  | 50                               |                            | 165                                   | Делимично преливање насипа           | 120-140                                              | При Q100 не долази до преливања насипа. Заштитна висина насипа при Q100 износи 0,3-0,4 m.                                                                                                                                                          | 100                        |
| Тамнава | C.5.4.4.         | Десни насип уз Тамнаву од ушћа Уба узводно до Ћемановог моста                  | 100                              |                            | 145                                   | Делимично преливање и пробој насипа  | 160                                                  | Кота круне насипа је изнад меродавне велике воде Q100, не долази до преливања. Заштитна висина насипа при Q100 износи 0,6 m до 1,1 m.                                                                                                              | 100                        |
| Тамнава | C.5.4.1.         | Десни насип уз Тамнаву од ушћа у Колубару до ушћа Уба                          | 100                              |                            | 270                                   | Делимично преливање и пробој насипа  | 350                                                  | Кота круне насипа је изнад меродавне велике воде Q100, не долази до преливања. Заштитна висина насипа при Q100 износи 0,6 m до 1,1 m.                                                                                                              | 100                        |
| Тамнава | C.3.5.3.         | Леви насип уз Тамнаву од ушћа у Колубару до Ћемановог моста                    | 100                              |                            | 270                                   | Делимично преливање и пробој насипа  | 160-350                                              | Кота круне насипа је изнад меродавне велике воде Q100, не долази до преливања. На потезу од ушћа Колубаре до железничког моста се остварује заштитна висина од 0,1 m до 1,5 m, а на деоници од железничког моста до Ћемановог моста 0,4 m - 1,4 m. | 1000                       |
| Грачица | C.5.4.6.         | Уређено корито Грачице                                                         |                                  |                            |                                       | Изливање целим током                 |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                    | 100 (кроз УБ)              |
| УБ      | C.5.4.11.        | Регулисано корито Уба узводно од моста у Гуњевцу                               |                                  |                            | 190                                   | Преливање, паралелно течење у залеђу | 50-60                                                | При Q100 долази до изливања воде из регулисаног корита.                                                                                                                                                                                            |                            |

| Водоток                   | Ознака објекта у | Назив објекта                                                           | Меродавни проток за пројектовање |                            | Талас великих вода у мају 2014.       |                                   | Максимални проток који може да прихвати без изливања | Нивелета објекта у односу на ниво при Q100 дефинисан у овој Студији Колубаре                                                  | Препоручени степен заштите |
|---------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                           |                  |                                                                         | Повратни период (година)         | Проток (m <sup>3</sup> /s) | Максимални проток (m <sup>3</sup> /s) | Стање одбрамбене линије           | Проток (m <sup>3</sup> /s)                           |                                                                                                                               | Повратни период (година)   |
| Уб                        | C.5.4.9.         | Регулисано корито Уба кроз насеље Уб                                    | 100                              |                            | 205                                   | Преливање                         | 200                                                  | При меродавној великој води Q100 не долази до изливања воде из регулисаног корита.                                            | 100                        |
| Уб                        | C.5.4.8.         | Регулисано корито Уба од Шарбана узводно до моста у ул.Дринске дивизије | 25                               |                            | 205                                   | Преливање                         | 100-140                                              | При Q100 долази до изливања низводно до моста у ул.Дринске дивизије на речној стационожи km 7+500 и у зони моста на km 6+450. | 100                        |
| Уб                        | C.5.4.3.         | Леви насип уз Уб од ушћа у Тамнаву до Шарбана                           | 25                               |                            | 225                                   | Преливање                         | 100-120                                              | При Q100 долази до преливања насипа. Висина преливања је од 0,1 m до 0,5 m.                                                   | 100                        |
| Уб                        | C.5.4.2.         | Десни насип уз Уб од ушћа у Тамнаву до Шарбана                          | 25                               |                            | 225                                   | Преливање                         | 100-120                                              | При Q100 долази до преливања насипа. Висина преливања је од 0,1 m до 0,6 m.                                                   | 100                        |
| Трстеница                 | C.3.5.3.         | Обострани насипи и регулисано корито Трстенице од ушћа                  | 100                              |                            |                                       | Пробој оба насипа                 |                                                      |                                                                                                                               |                            |
| Стара Колубара (Кладница) | C.5.4.1.         | Леви насип уз Стару Колубару                                            | 100                              |                            |                                       |                                   |                                                      |                                                                                                                               |                            |
| Чиковац                   | C.3.5.2.         | Леви насип и регулисано корито потока Чиковац                           |                                  |                            |                                       | Пробој насипа услед изливане воде |                                                      |                                                                                                                               |                            |

### 4.3.2 Противерозиони радови и контрола бујица

Према Водопривредној основи из 1977, геолошки састав на знатном делу слива Колубаре погодује стварању ерозионих процеса, тако да су на 4,9 % слива реке Колубаре постојали процеси изразито јаке ерозије I категорије, на 11,5 % сливног подручја владала је јака ерозија II категорије, осредња и слаба ерозија III и IV категорије је била заступљена на 63,5 % слива, док се 21,1 % површине налазило под утицајем незнатне ерозије. Потом су за неке делове подручја рађене накнадне студије стања ерозије и бујичности токова.

На подручју Колубаре су од 60-их до 90-их година XX века 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 кроз ово подручје.

За биолошке и биотехничке радове треба рећи да су они у прошлости били веома заступљени на овом подручју, а да сада корисници тих површина и не знају који су све радови урађени. Када се спомену биолошки радови, одомаћило се схватање да је у питању само пошумљавање, 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. Ради се о мери конверзије деградираних њива на стрмим теренима у малињаке и купинаке, за интензиван узгој ових култура. Та мера је донела, осим ефикасне противерозионе заштите, и велики економски просперитет раније сиромашних подручја.

Ово подручје је било покривено свим врстама противерозионих 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 на подручју слива реке Колубаре, након извршавања наведених радова и спровођења мера, је знатно побољшано, али не у потребној мери. Заступљеност изразито јаке ерозије (I категорије) у сливу реке Колубаре износи 0,34 %, јака ерозија (II категорија) заузима 3,39 %, процеси слабе ерозије (IV категорија) обухватају 49,69 % и веома слаба ерозија (V категорија) је присутна на 8,53 % слива реке Колубаре.

Узимајући у обзир чињеницу да се катастри бујичних токова за ово подручје не воде већ тридесет година, нема ни прецизних и систематизованих података о овим радовима. Наиме, деценијама су радови извођени парцијално и многи објекти су одавно ван функције и немају више никакав утицај на промену стања бујичности.

### 4.3.3 Акумулације

На сливу реке Колубаре данас постоји 11 акумулација, укључујући и нову акумулацију Стубо-Ровни, чији је пробни рад почео 2018. године. У табели 1.3 наведене су акумулације и дати основни подаци о овим објектима.

Табела 1.3. Списак акумулација са основним подацима о објектима

| Акумулација                       | Година завршетка изградње | Водоток                    | Тип бране      | Висина бране (m) | Запремина акумулације (m <sup>3</sup> ) | Намена               | Укључена у систем заштите од поплава |
|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|------------------|-----------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Аранђеловац 1                     | 1952                      | Дубоки поток               | земљана брана  | 24,0             | 425.000                                 | водоснабдевање       | не                                   |
| Букуља                            | 1964                      | Велика Букуља              | земљана брана  | 33,0             | 1.370.000                               | водоснабдевање       | не                                   |
| Гараши                            | 1976                      | Букуља                     | земљана брана  | 34,0             | 6.270.000                               | водоснабдевање       | не                                   |
| Паљуви Виш                        | 1983                      | Кладница                   | земљана брана  | 15,5             | 8.800.000                               | заштита од поплава   | не                                   |
| Кладница                          | 2005                      | Кладница                   | земљана брана  | 9,0              | 5.150.000                               | заштита од поплава   | не                                   |
| Дубоки поток                      | 1992                      | Дубоки поток               | земљана брана  | 15,0             | 350.000                                 | заштита од поплава   | да                                   |
| Каменица                          | 1983                      | Каменица                   | земљана брана  | 12,0             | 270.000                                 | наводњавање          | да                                   |
| Поцибрава                         | 1989                      | Поцибрава                  | камена брана   | 12,0             | 84.000                                  | туризам и рекреација | да                                   |
| Градац                            | 1975                      | Градац                     | бетонска брана | 4,0              | 10.000                                  | туризам и рекреација | да                                   |
| Систем ретензија на Дубоком Потку | 2006, 2014                | Дубоки Поток у Малом Борку | земљане бране  | 8-10             | 470.000                                 | заштита од поплава   | не                                   |
| Стубо-Ровни                       | 2018                      | Јабланица                  | земљана брана  | 75,0             | 50.000.000                              | водоснабдевање       | не                                   |

Осим акумулација које су у систему заштите од поплава, и остале акумулације имају одређену улогу у прихвату великих вода. Тако је у мају 2014. процењено да је брана у изградњи „Стубо-Ровни“ прихватила, према различитим информацијама, између 2,5 и 5 милиона кубних метара воде, док је на бранама „Гараши“, „Аранђеловац 1“ и „Паљуви Виш“ вода преливала преко прелива. Брана „Кладница“ је током поплаве разрушена на северном делу, а вода из ове ретензије је отекла у површински коп „Тамнава - Западно поље“.

Све наведене акумулације морају бити укључене у систем за унапређење заштита од вода у сливу реке Колубаре, који је предложен овом Студијом.

## 4.4 Реконструкција поплаве из маја 2014. године и анализа функционисања одбрамбеног система током тог догађаја

Катастрофална поплава у мају 2014. године појавила се као последица продора хладног ваздуха преко Алпа у област Средоземља, када је дошло до формирања просторног циклona, развијеног по свим висинама, који се преко Јадрана премештао на Балкан. Циклон се 13. маја премештао из области Јадрана ка западним и централним деловима Балкана, а од 14. до 16. маја појачао (продубио) се по свим висинама, а уједно и стационирао (био је слабо покретан). Центар циклona у приземљу кретао се од Ђеновског залива преко Апенина, јужног Јадрана, југа Републике Србије, Бугарске и Румуније, а затим је правио путању у облику елипсасте „петље“ изнад југоисточних делова Панонске низије (подручје северне Србије, источне и југоисточне Мађарске и

северозападне Румуније). Том приликом циклон је одступио од најчешће путање коју имају ђеновски циклони, то је правац Црног мора, где се коначно гаси.

Главна облачна и кишна зона формирала се изнад већег дела Србије, пре свега западне Србије, Републике Српске и Славоније, била је слабо покретна, као и сам циклон, и на истом подручју је у периоду од 14. до 18. маја 2014. године условила, према подацима РХМЗ Србије, екстремну количину падавина, у већини места преко 200 l/m<sup>2</sup>, локално и преко 300 l/m<sup>2</sup>. Највећа количина падавина је регистрована у периоду од 14. до 16. маја 2014. године, када је у Лозници измерено 213,2 mm. Највећа тродневна сума падавина евидентирана је у западној и делу централне Србије (преко 100 mm) што је више од просечних вредности за месец мај.

Реконструкција поплавног таласа из маја 2014. године извршена је применом хидролошких модела ИЈЧ-ГФ и НЕС-НМС и хидрауличког модела НЕС-RAS. Треба имати у виду да је реконструкција рађена за специфичне услове, па је било неопходно извршити реструктурирање разрађених модела, како би се симулирали процеси који су се за време поплаве дешавали у сливу (трансформација поплавног таласа у постојећим акумулацијама/ретензијама, пробоји насипа и формирање паралелних-бочних токова, изливање воде у површинске рудне копове, плављење насељених места и градова).

При реконструкцији коришћени су подаци о падавинама у сливу реке Колубаре и то: дневне суме падавина на кишомерним станицама, часовне вредности падавина на главним метеоролошким и аутоматско-извештајним станицама у сливу и непосредној околини слива Колубаре.

Катастрофалним поплавама у сливу Колубаре претходиле су кишне епизоде током априла и почетком маја месеца 2014. године, које су довеле до повећања влажности земљишта и до значајног смањења ретензионог капацитета слива. Тако су нове падавине средином месеца маја 2014. године директно трансформисане у површински отицај са свих делова слива као последица високог степена влаге у земљишту. Површински отицај са делова слива реке Колубаре брзо се трансформисао у поплавни талас коинцидирајући са низводним деловима слива. Велики отицај са падина је условио појаву таласа великих вода у коритима и левих и десних притока, које су се, практично, истовремено слиле у Колубару.

На сливу реке Колубаре постоји укупно 14 хидролошких станица на којима се дефинишу протоци на главном току и притокама: Бело Поље (река Обница), Седларе (река Јабланица), Ваљево (река Колубара), Дегурић (река Градац), Мионица (река Рибница), Словац (река Колубара), Боговођа (река Љиг), Бели Брод (река Колубара), Зеоке (река Пештан), Коцељева (река Тамнава), Ћеманов мост (река Тамнава), Уб (река Уб), Дражевац (река Колубара) и Обреновац (река Колубара).

Просторни распоред и број хидролошких станица упућује на то да се ради о хидролошки добро изученом сливном подручју. Међутим, поплава у 2014. години довела је до значајног нарушавања рада хидролошког осматрачког система.

Важно је напоменути да су лимниграфи на хидролошким станицама мерили само ниво воде на локацији станице. На многим местима дошло је до продора и пробоја насипа, до значајних плављења инундационих подручја и до формирања одвојених токова који су текли паралелно са главним током реке Колубаре. Стога се хидрограми добијени на основу кривих протока на профилима хидролошких станица морају узети са резервом, јер на неким станицама не представљају укупан проток који је дотекао са узводне површине слива, већ само проток који је прошао кроз профил хидролошке станице. Укупни хидрограми поплавног таласа за различите профиле одређени су реконструкцијом поплавног таласа применом хидролошких и хидрауличког модела.

У Књизи 2: Анализа стања заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 2.4: Хидролошко-хидрауличка реконструкција поплава из маја 2014. године и анализа функционисања одбрамбеног система током тог догађаја детаљно су описана поплављена подручја, услови који су довели до поплаве и предузете мере током поплавног таласа 2014. године. Овде је дат само кратак опис поплављених подручја:

- Неки приобални делови Ваљева поплављени су већ 14. маја услед изливања воде из регулисаног корита Колубаре када је превазиђен пројектовани степен заштите. У вечерњим часовима дана 14.05. Колубара се излила у насеље на левој обали код железничке станице, а у јутарњим часовима дана 15.05. и на десној обали у део насеља у близини фабрике вијука „Градац“. Низводно од железничке станице Колубара није регулисана па је дошло до изливања из природног корита. Даном 16.05. водостај Колубаре у Ваљеву почео је да опада, а вода је почела да се повлачи из поплављеног подручја.
- Од притока на подручју града Ваљева средином маја највеће проблеме направила је река Обница, на којој не постоје изграђени системи заштите. Обница се излила у ноћи 14–15. маја и поплавила насеље уз пут за Лозницу и објекат Казнено-поправног завода за малолетнике, оштетила магистрални пут М4 Ваљево-Лозница код КПЗ, срушила три моста и нанела огромне количине наноса.
- На реци Градац је, током априлског таласа велике воде, срушена преграда узводно од Новаковића воденице, а мост преко Градца је оштећен. Висок водостај забележен је и средином маја. На појединим деловима тока ове реке водостај је премашио висину мостова. Висок водостај је узроковао оштећења мостова узводно од бетонске бране, као и изливање реке код ФК „Крушик“. Поплаве и одрони довели су до оштећења пруге Београд-Бар на неколико деоница на левој обали Градца, као и између Лазаревца и Лајковца.
- Колубара се излила и на нерегулисаном делу тока између Ваљева и Лајковца, а на току кроз Лајковац је пробила левообални насип. Даном 17. маја покушано је испумпавање воде из поплављеног подручја у Лајковцу, али због високих нивоа корито Колубаре није могло да прими ту воду. Највише је била угрожена варош Лајковац, односно насеља испод пруге ка Колубари и део од надвожњака ка Ћелијама. У поплави су две особе изгубиле живот, а евакуисано је око 500 грађана.
- На регулисаном делу реке Рибнице, кроз град Мионица, није дошло до изливања, док је изливање наступило на низводној – небрањеној деоници, као и на узводној деоници од регулисаног дела корита. Одбрана од поплава на реци Топлици проглашена је 14. маја када је оштећено регулисано корито и вода се излила код Бање Врујци и на низводном нерегулисаном потезу.
- Даном 14. маја проглашена је ванредна одбрана на реци Љиг и притокама Годевац и Качер. Током проласка поплавног таласа дошло је до оштећења регулисаног корита. Акумулација „Гараши“ на реци Букуљи – притоци Качера, није укључена у систем заштите од поплава, а током мајске кишне епизоде била је пуна и преливала преко бране. Поплављене су велике површине на читавој територији општина посебно дуж нерегулисаног потеза.
- Током таласа великих вода који се јавио средином маја река Колубара је пробила своје деснообалне насипе на деоницама од ушћа Љига до ушћа Пештана. На деоници од пута Велики Црљени-Каленић до ушћа Турије на десној обали, река Колубара је пробила насип и делом допринела плављењу површинског копа „Велики Црљени“.

- Пештан се излио на узводном нерегулисаном потезу. Доминантан ток је био кроз десну инундацију где је вода поплавила неколико села и слила се дуж пута Лазаревац-Велики Црљени и из правца Вреоца поплавила површински коп „Велики Црљени“ са око 25 милиона кубних метара воде. На том подручју поплава је однела два људска живота.
- У зони ушћа реке Враничине на левој обали реке Колубаре дошло је до преливања одбрамбеног насипа. Река Колубара је променила свој ток тако што је просекла ново, поплавно корито кроз постојеће корито реке Враничине и тим правцем, кроз затворени коп „Тамнава-Источно поље“, улила се у активни површински коп „Тамнава-Западно поље“. Процењено је да је у површински коп „Тамнава-Западно поље“ ушло преко 185 милиона кубика воде. У кориту реке Колубаре, на потезу од бившег ушћа Враничине до зоне ушћа Лукавице у Колубару, дошло је до велике ерозије и оштећења одбрамбеног насипа.
- Поплавни талас на реци Тамнави код Коцељева појавио се дана 14. маја, када је на седници Општинског штаба за ванредне ситуације одлучено да се низводно од моста на магистралном путу изврши пресецање деснообалног насипа да би се вода пустила на пољопривредне површине. Дан 15. маја око 3 часа Штаб за ванредне ситуације издао је нову наредбу за пресецање магистралног пута који је тада Тамнава прелила и након тога ниво воде почео је да опада. Средином маја у општини Коцељева је поплављено и у већој или мањој мери оштећено 176 кућа, срушен мост на магистралном путу Ваљево- Шабац, 15 мањих мостова итд.
- На потезу Уба 14. маја проглашене су ванредне мере одбране од поплава. С превентивним мерама отпочело се још дан раније када је Штаб за ванредне ситуације општине Уб издао наредбу о пресецању левог, а затим и десног насипа на реци Уб. У 18 часова активирана је и ретензија у Богдановици где је према процени прихваћено око 500 000 m<sup>3</sup> воде. Такође је услед наилаaska таласа реке Уб извршено и делимично отварање клапни на ретензији Докмир чиме је прихваћено око 1.600.000 m<sup>3</sup> воде. Такође, извршено је пресецање путног правца Каленић-Лајковац на захтев ПД Колубара, РЈ „Тамнава-Западно поље“, да би се заштитила трафо-станица од површинских вода.
- На левој обали Тамнаве од Ћемановог моста до ушћа у Колубару, као и на реци Трстеници, насипи су били пробијени на више места. Био је оштећен и насип железничке пруге Обреновац-Велики Црљени на левој обали Трстене. Вода је затим потекла инундацијом ка нижим деловима слива, где се придружила води која је прелила левообални насип Колубаре.
- На реци Кладници изграђене су брана и акумулација „Паљуви Виш“ (1985), ретензија „Кладница“ (2004) и систем за превођење вода из ретензије „Кладница“ (црпна станица, цевовод, везни и ободни канал) у корито реке Кладница северно од границе површинског копа „Тамнава-Западно поље“. За време мајске поплаве вода је прелила преко прелива бране Паљуви Виш у висини преливног млаза у максимуму око 1.0 m. Услед великог дотицаја са међуслива и прилива из бране „Паљуви Виш“ брана „Кладница“ је у мају 2014. године била разрушена на северном делу, а вода Кладнице отекла је у површински коп „Тамнава-Западно поље“.
- Пошто јој се придружила и највећа притока – Тамнава, Колубара је прелила левообални насип код Великог Поља. Плављењу овог подручја допринеле су и воде које су дотекле инундацијом са узводног дела слива, након пробоја насипа Трстена. Вода се на овом подручју задржала и сакупљала док није достигла притисак да пробије левообални насип потока Чиковац, који се сматра другом одбрамбеном линијом града Обреновца, на два места. Изливена вода на левој

обали Колубаре практично је текла кроз долину „Старе“ Тамнаве која је некада текла кроз Обреновац и уливала се у реку Саву. Вода која се са брањеног подручја слила са слива реке Колубаре пробила је деснообални насип Саве код Забрешја на два места дана 17. маја око 2:30. Пошто је у том тренутку водостај Саве био нижи, вода је тада истицала са обреновачког подручја.

Применом развијених хидролошких модела ИЈЧ-ГФ и НЕС-HMS извршена је реконструкција поплавног таласа из маја 2014. године. Основни параметри реконструисаних хидрограма великих вода: максимална ордината хидрограма ( $Q_{\max}$ ), укупне падавине ( $P$ ), запремина поплавног таласа ( $V$ ) и коефицијент отицаја ( $\varphi$ ) приказани су у наредним табелама (Табела 1.4 и Табела 1.5).

Табела 1.4. Резултати реконструкције поплаве 2014. године применом модела ИЈЧ-ГФ, период од дана 11.5. у 8:00 h до дана 18.5. у 7:00 h

| Река      | Профил       | A<br>(km <sup>2</sup> ) | P<br>(mm) | P<br>(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) | $Q_{\max}$<br>(m <sup>3</sup> /s) | V<br>(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) | $\varphi$ |
|-----------|--------------|-------------------------|-----------|----------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|-----------|
| Обница    | Бело Поље    | 185                     | 263,3     | 48,71                                  | 260,8                             | 43,57                                  | 0,894     |
| Јабланица | Седларе      | 140                     | 249,8     | 34,97                                  | 118,5                             | 31,19                                  | 0,892     |
| Колубара  | Ваљево       | 340                     | 253,4     | 86,15                                  | 385,0                             | 76,87                                  | 0,892     |
| Градац    | Дегурић      | 159                     | 209,4     | 33,29                                  | 166,2                             | 27,49                                  | 0,826     |
| Рибница   | Мионица      | 108                     | 265,0     | 28,62                                  | 149,0                             | 15,88                                  | 0,555     |
| Колубара  | Словац       | 995                     | 231,6     | 230,39                                 | 996,8                             | 161,01                                 | 0,699     |
| Љиг       | Боговађа     | 679                     | 206,0     | 139,88                                 | 576,8                             | 108,58                                 | 0,776     |
| Колубара  | Бели Брод    | 1896                    | 215,5     | 408,66                                 | 1559,2                            | 282,31                                 | 0,691     |
| Пештан    | Зеоке        | 125                     | 232,9     | 29,11                                  | 165,6                             | 24,42                                  | 0,839     |
| Тамнава   | Коцељева     | 208                     | 186,9     | 38,87                                  | 184,6                             | 32,22                                  | 0,829     |
| Тамнава   | Ћеманов мост | 386                     | 215,9     | 83,33                                  | 163,2                             | 35,83                                  | 0,430     |
| Уб        | Уб           | 214                     | 201,0     | 43,01                                  | 146,7                             | 27,31                                  | 0,635     |
| Колубара  | Дражевац     | 3588                    | 223,7     | 802,53                                 | 1243,9                            | 281,36                                 | 0,351     |

Табела 1.5. Резултати реконструкције поплаве 2014. године моделом НЕС-HMS, период од дана 11.5. у 8:00 h до дана 20.5. у 24:00 h

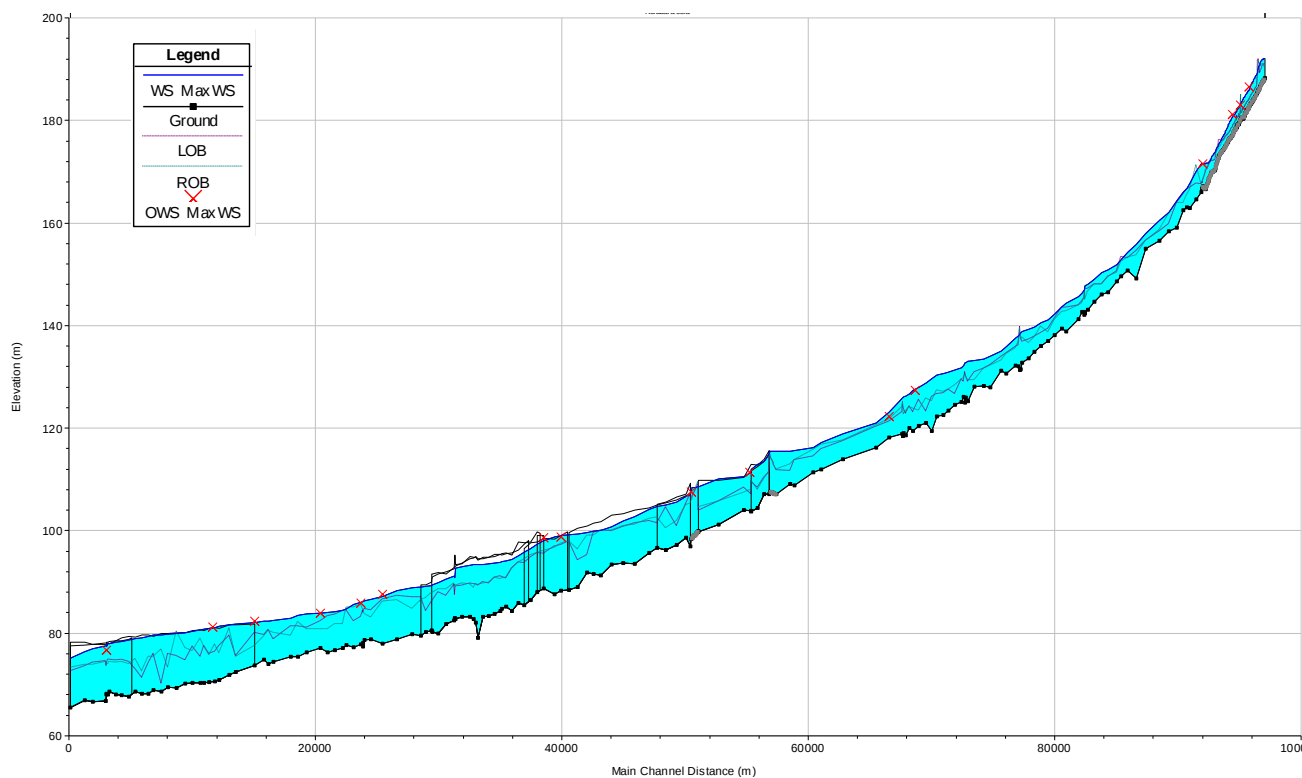
| Река                              | Профил       | A<br>(km <sup>2</sup> ) | A*<br>(km <sup>2</sup> ) | P<br>(mm) | P<br>(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) | $Q_{\max}$<br>(m <sup>3</sup> /s) | V<br>(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) | $\varphi$ |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------|--------------------------|-----------|----------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|-----------|
| Обница                            | Бело Поље    | 185                     | 181                      | 293,9     | 53,2                                   | 288,6                             | 42,0                                   | 0,789     |
| Јабланица                         | Седларе      | 140                     | 135                      | 249,0     | 33,7                                   | 110,3                             | 25,3                                   | 0,751     |
| Колубара                          | Ваљево       | 340                     | 328                      | 272,1     | 89,1                                   | 397,1                             | 69,2                                   | 0,776     |
| Градац                            | Дегурић      | 159                     | 146                      | 212,2     | 31,1                                   | 155,4                             | 24,9                                   | 0,802     |
| Рибница                           | Мионица      | 108                     | 98                       | 261,6     | 25,6                                   | 166,4                             | 20,5                                   | 0,800     |
| Колубара                          | Словац       | 995                     | 981                      | 238,3     | 233,8                                  | 1116,9                            | 181,5                                  | 0,776     |
| Љиг                               | Боговађа     | 679                     | 674                      | 206,5     | 139,2                                  | 593,3                             | 100,0                                  | 0,718     |
| Колубара                          | Бели Брод    | 1896                    | 1817                     | 226,4     | 411,4                                  | 1457,8                            | 297,8                                  | 0,724     |
| Пештан                            | Зеоке        | 125                     | 134                      | 258,8     | 34,7                                   | 193,3                             | 24,2                                   | 0,698     |
| Тамнава                           | Коцељева     | 208                     | 224                      | 182,7     | 40,9                                   | 186,2                             | 28,0                                   | 0,684     |
| Тамнава                           | Ћеманов мост | 386                     | 417                      | 194,1     | 80,9                                   | 166,1                             | 55,3                                   | 0,683     |
| Уб                                | Уб           | 214                     | 219                      | 227,6     | 49,7                                   | 213,9                             | 31,6                                   | 0,635     |
| Колубара                          | Дражевац     | 3588                    | 3426                     | 230,9     | 791,1                                  | 1165,9                            | 314,4                                  | 0,397     |
| Колубара без<br>изливања у копове | Дражевац*    |                         |                          |           |                                        | 2766,9                            | 528,2                                  | 0,668     |

где су: A – површина слива – званични податак РХМЗ Србије; A\* – површина слива добијена на основу ГИС обраде; (Дражевац\*) – вредности се односе на услове да су површински копови били потпуно заштићени од плавлена.

Прорачуном су обухваћене сви водотокови према Пројектном задатку, осим реке Кладнице која нема своје корито за велике воде (низводно од копа Тамнава Западно поље основно корито се налази у долини Колубаре). За дефинисане мофолошке

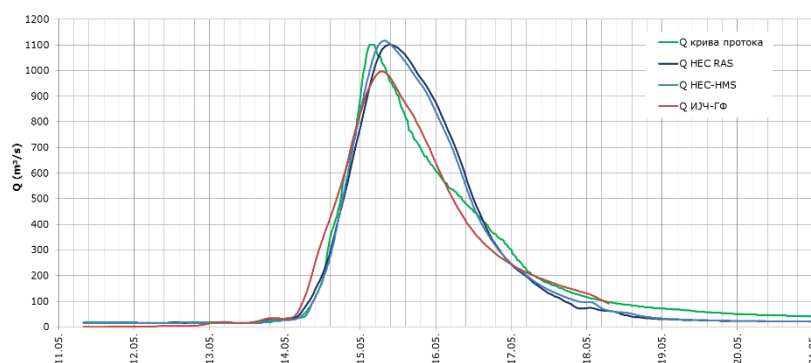
подлоге и декомпозицију модела извршени су прорачуни за услове који одговарају догађају из маја 2014. године.

Контролни подаци за тарирање модела за реконструкцију таласа из маја 2014. године били су подаци добијени од РХМЗ-а (часовни и дневни протоци и нивои на профилима хидролошких станица) и снимљени трагови великих вода. На наредној слици (Слика 1.11) дат је подужни профил реке Колубаре са приказом рачунског максималног нивоа и трагова великих вода.

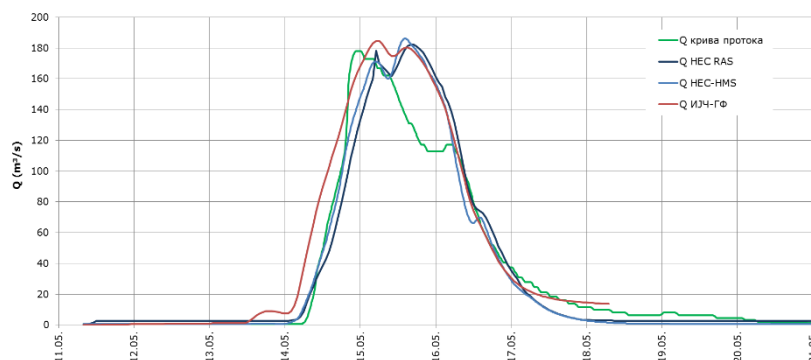


Слика 1.11. Подужни профил реке Колубаре, 15. мај 2014. године

У Свесци 2.4 дат је упоредни графички приказ хидрограма добијених применом хидролошких модела (ИЈЧ-ГРФ и НЕС-НМС), хидрауличког модела НЕС-RAS и протока добијених са кривих протока на 12 хидролошких станица у сливу Колубаре. Овде је дат само пример за хидролошке станице Словац на Колубари и Коцељева на Тамнави (Слика 1.12 и Слика 1.13).



Слика 1.12. Упоредни приказ хидрограма Колубаре – хидролошка станица Словац



Слика 1.13. Упоредни приказ хидрограма Тамнаве – хидролошка станица Коцељева

За хидрауличку реконструкцију поплава коришћени су резултати хидролошког модела HEC-HMS, који је омогућио симулацију пропагације таласа дуж хидрографске мреже у одабараним профилима речне мреже. Моделирање пропагације хидрограма кроз хидрографску мрежу, које за резултат има нивое воде у водотоцима као и дефинисање плавних зона, представља резултат хидрауличког модела HEC-RAS.

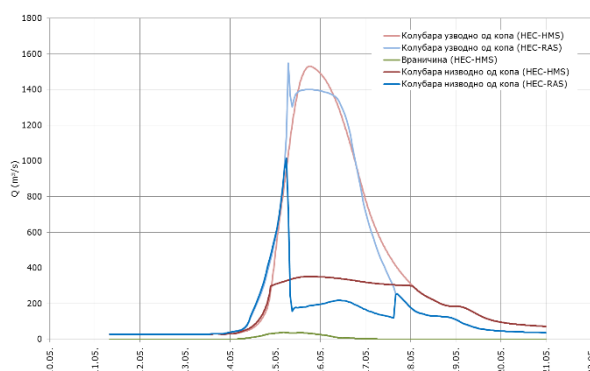
Као резултат примене разрађеног хидролошко-хидрауличког модела срачунати су хидрограми и нивограми поплавног таласа из маја 2014. године на хидролошким станицама РХМЗ-а Србије.

Применом хидролошких модела ИЈЧ-ГФ и HEC-HMS и хидрауличког модела HEC-RAS извршена је процена запремине воде која се излила у копове и приказана у наредној табели (Табела 1.6).

Табела 1.6. Запремине воде које су прихватили копови

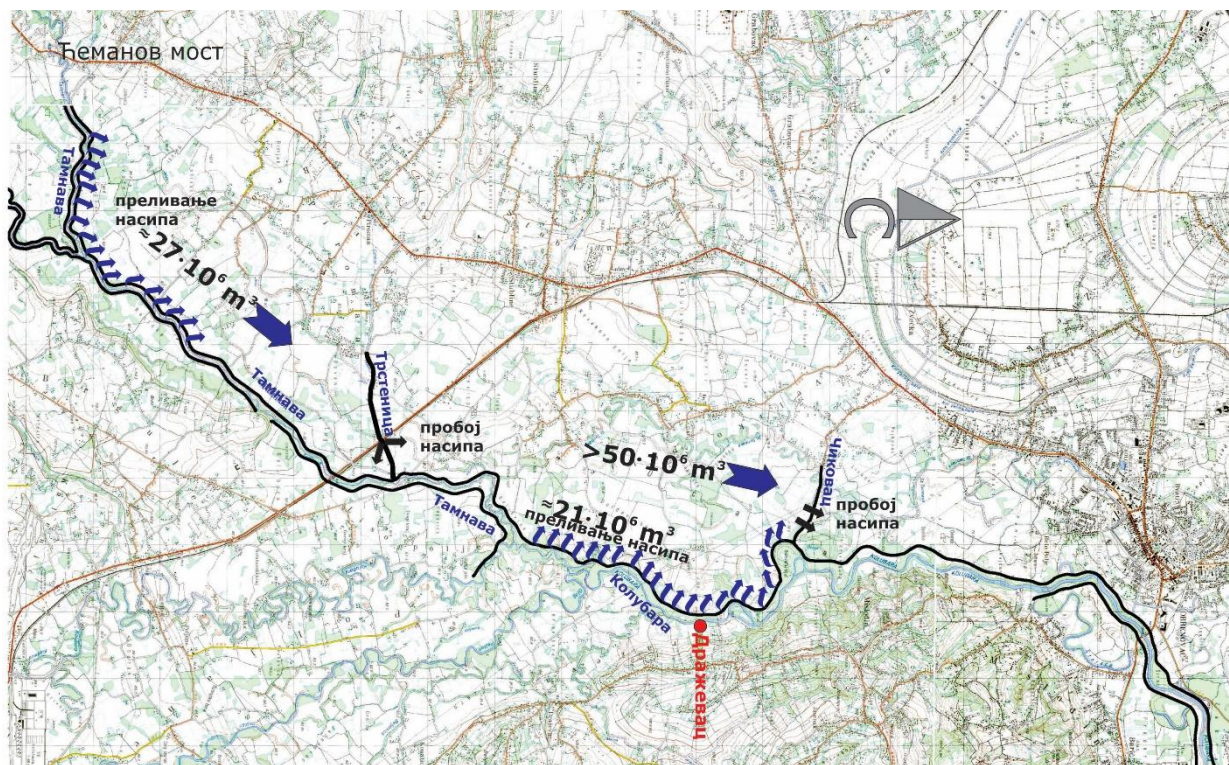
| ЛОКАЦИЈА      | ЗАПРЕМИНА ПРИХВАЋЕНОГ ОТИЦАЈА [ $10^6 \text{ m}^3$ ] |         |         |
|---------------|------------------------------------------------------|---------|---------|
|               | ИЈЧ-ГФ                                               | HEC-HMS | HEC-RAS |
| Западно поље  | 165,6                                                |         |         |
| Источно поље  | 22,9                                                 | 172,5   | 188,5   |
| Велики Црљени | 16,8                                                 | 14,7    |         |
| УКУПНО        | 205,3                                                | 187,2   |         |

На основу података добијених применом хидрауличког модела HEC-RAS извршена је и оцењена динамика пуњења отвореног копа Тамнава - Западно поље (Слика 1.14). Максимални дотицај у копове је 15. маја износио око  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Од укупних  $188,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  воде акумулиране у копу,  $10\text{-}15 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  потиче из Кладнице, а  $175\text{-}180 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  из Колубаре.



Слика 1.14. Рачунски хидрограми и динамика пуњења рудног копа Тамнава - Западно поље

Такође, на основу резултата хидруличког модела оцењено је преливање преко левообалних насипа дуж Тамнаве низводно од Ђемановог моста и Колубаре низводно од ушћа Тамнаве. Укупна количина изливене воде из Колубаре оцењена је на  $20\text{--}22 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , а из Тамнаве на  $27 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , што значи да је у касету Обреновац доспело око  $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  воде (Слика 1.15).



Слика 1.15. Преливање преко левообалног тамнавског и колубарског насипа

На основу дефинисане мешовите кумулативне функције расподеле максималних годишњих протока и запремина поплавних таласа на разматраним хидролошким станицама, одређен је статистички ранг катастрофалне поплаве из маја 2014. године у сливу реке Колубаре. Напомиње се да је статистички ранг одређен за услов да није било изливања у копове. Рачунске вредности добијене су хидролошким моделом HEC-HMS. Запремина таласа одређена је за период од 7 дана, од дана 11.05.2014. у 8:00 до дана 18.05.2014. у 7:00.

Табела 1.7. Оцењени повратни периоди рачунских вредности максималних протока и запремина поплавног таласа из маја 2014. година добијени моделом HEC-HMS

| Река:    | Хидролошка станица: | Протоци и запремине поплавног таласа из маја 2014. године |                 |                                     |                 |
|----------|---------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------|
|          |                     | Q (m <sup>3</sup> /s)                                     | Повратни период | W (m <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup> ) | Повратни период |
| Колубара | Ваљево              | 397,1                                                     | 120             | 69,2                                | 350             |
| Колубара | Словац              | 1116,9                                                    | 480             | 181,5                               | 450             |
| Колубара | Бели Брод           | 1457,8                                                    | 520             | 297,8                               | 360             |
| Колубара | Дражевац            | 2766,9                                                    | 650             | 528,2                               | 360             |
| Јасеница | Седларе             | 110,3                                                     | 20              | 25,3                                | 100             |
| Обница   | Бело Поље           | 288,6                                                     | 210             | 42,0                                | 430             |
| Градац   | Дегурић             | 155,4                                                     | 70              | 24,9                                | 100             |
| Рибница  | Мионица             | 166,4                                                     | 20              | 20,5                                | 50              |
| Љиг      | Боговађа            | 593,3                                                     | 280             | 100,0                               | 330             |
| Пештан   | Зеоке               | 193,3                                                     | 110             | 24,2                                | 220             |
| Тамнава  | Коцељева            | 186,2                                                     | 160             | 28,0                                | 340             |
| Тамнава  | Ђеманов Мост        | 166,1                                                     | 420             | 55,3                                | 200             |
| Уб       | Уб                  | 213,9                                                     | 1200            | 31,6                                | 380             |

## 4.5 Хидролошки параметри и критеријуми за процену угрожености од плављења и димензионисање објеката за заштиту од поплава

Највећи део територије Србије, па и слив Колубаре, припада клими умереног појаса за коју је карактеристично постојање двоструког максимума падавина са честим и обилним кишама у летњој половини године, секундарним максимумом у јесен и прилично сувом зимом.

У Књизи 2: Анализа стања заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 2.5: Хидролошки параметри и критеријуми за процену угрожености од плављења и димензионисање објеката за заштиту од поплава приказане су детаљне анализе климатских карактеристика слива Колубаре које су од значаја за режим великих вода (падавине, температуре и влажност ваздуха).

Средња годишња сума падавина у сливу реке Колубаре износи око 770 mm. У вишим деловима слива сума падавина износи 700-800 mm, а у нижим 600-700 mm. Највеће месечне суме падавина јављају се у мају, јуну и јулу, док су најмање вредности у јануару и фебруару. Рачунске вредности максималних годишњих вредности су приказане у табели 1.8.

Табела 1.8. Рачунске вредности годишњих сума падавина (mm) за карактеристичне вероватноће појаве (%)

| ГМС          | Вероватноћа појаве p (%) |      |      |      |      |     |     |     |     |
|--------------|--------------------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
|              | 0,1                      | 1    | 2    | 5    | 10   | 50  | 90  | 95  | 99  |
| Београд      | 1205                     | 1061 | 1012 | 941  | 881  | 688 | 522 | 480 | 407 |
| Лозница      | 1302                     | 1180 | 1137 | 1074 | 1020 | 835 | 663 | 617 | 532 |
| Ваљево       | 1399                     | 1209 | 1147 | 1060 | 988  | 773 | 616 | 581 | 525 |
| С. Митровица | 1047                     | 934  | 895  | 837  | 787  | 620 | 466 | 425 | 351 |

У мају 2014. године појавила се катастрофална поплава у току које су превазиђени скоро сви регистровани екстремни протоци, па и максималне запремине поплавних таласа на хидролошким станицама. Стога су урађени нови прорачуни рачунских вредности максималних годишњих протока и запремина поплавних таласа, водећи рачуна о статистичким изузецима. Прорачуни су рађени за период 1952-2014. година. Добијени подаци за 2014. годину кориговани су на основу вредности добијених реконструкцијом поплавног таласа из 2014. године, урађеном у оквиру ове Студије. Теоријске вредности максималних годишњих протока и максималних годишњих запремина поплавног таласа, приказане су нумерички, за карактеристичне вероватноће појаве, у наредним табелама (Табела 1.9 и Табела 1.10).

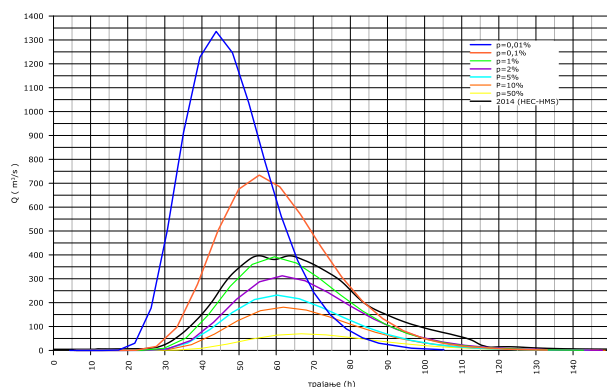
Табела 1.9. Рачунске вредности максималних годишњих протока  $Q$  ( $m^3/s$ ) за изабране мешовите функције расподеле

| Река      | Хидролошка станица | Мешовита расподела | Вероватноћа појаве p (%) |      |      |      |      |     |     |     |     |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
|           |                    |                    | 0,1                      | 0,2  | 0,5  | 1    | 2    | 2,5 | 5   | 10  | 20  |
| Колубара  | Ваљево             | LP3                | 739                      | 611  | 468  | 379  | 303  | 281 | 219 | 167 | 121 |
| Колубара  | Словац             | P3                 | 1309                     | 1123 | 893  | 733  | 586  | 541 | 414 | 304 | 215 |
| Колубара  | Бели Брод          | GEV                | 1690                     | 1452 | 1178 | 997  | 837  | 789 | 651 | 525 | 410 |
| Колубара  | Дражевац           | LP3                | 2887                     | 2281 | 1660 | 1299 | 1009 | 929 | 713 | 538 | 396 |
| Јабланица | Седларе            | LP3                | 458                      | 369  | 272  | 214  | 165  | 151 | 113 | 82  | 56  |
| Обница    | Бело Поље          | LP3                | 424                      | 360  | 286  | 237  | 194  | 182 | 145 | 113 | 84  |
| Градац    | Дегурић            | LP3                | 311                      | 265  | 212  | 177  | 145  | 136 | 109 | 85  | 63  |
| Рибница   | Мионица            | P3                 | 323                      | 285  | 236  | 200  | 164  | 153 | 118 | 85  | 54  |
| Љиг       | Боговађа           | LP3                | 867                      | 716  | 551  | 447  | 359  | 334 | 263 | 202 | 149 |
| Пештан    | Зеоке              | P3                 | 239                      | 220  | 195  | 175  | 155  | 149 | 128 | 106 | 82  |
| Тамнава   | Коцељева           | LP3                | 309                      | 257  | 199  | 162  | 130  | 121 | 95  | 72  | 53  |
| Тамнава   | Ћеманов Мост       | LP3                | 211                      | 172  | 130  | 105  | 83   | 77  | 60  | 45  | 33  |
| УБ        | УБ                 | LP3                | 211                      | 183  | 149  | 126  | 106  | 100 | 82  | 66  | 51  |

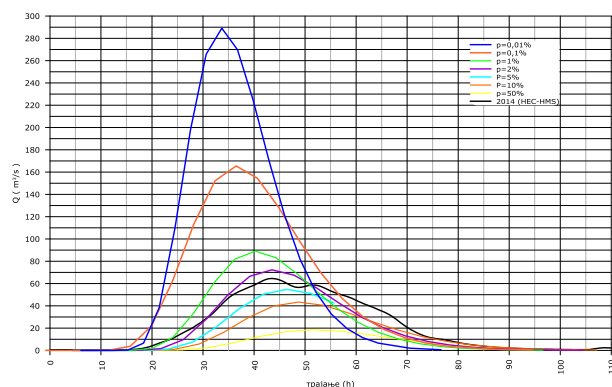
Табела 1.10. Рачунске вредности максималних годишњих запремина поплавног таласа ( $10^6 m^3$ ) за изабране мешовите функције расподеле

| Хидролошка станица | Хидролошка станица | Мешовита расподела | Вероватноћа појаве p (%) |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    |                    |                    | 0,1                      | 0,2   | 0,5   | 1     | 2     | 2,5   | 5     | 10    | 20    |
| Колубара           | Ваљево             | GEV                | 90.3                     | 76.7  | 61.2  | 51.0  | 42.1  | 39.4  | 31.7  | 24.9  | 18.6  |
| Колубара           | Словац             | GEV                | 221.2                    | 187.1 | 148.6 | 123.8 | 102.0 | 95.6  | 77.2  | 60.9  | 46.3  |
| Колубара           | Бели Брод          | GEV                | 379.1                    | 325.8 | 264.1 | 223.1 | 186.5 | 175.5 | 143.7 | 114.9 | 88.3  |
| Колубара           | Дражевац           | GEV                | 695.0                    | 588.6 | 467.2 | 387.9 | 317.9 | 297.1 | 237.4 | 184.1 | 135.5 |
| Јабланица          | Седларе            | P3                 | 42.8                     | 37.5  | 30.7  | 25.8  | 21.1  | 19.7  | 15.3  | 11.3  | 7.6   |
| Обница             | Бело Поље          | GEV                | 52.1                     | 44.1  | 35.1  | 29.2  | 24.0  | 22.5  | 18.1  | 14.2  | 10.7  |
| Градац             | Дегурић            | P3                 | 37.4                     | 33.6  | 28.7  | 25.1  | 21.5  | 20.3  | 16.9  | 13.4  | 10.1  |
| Рибница            | Мионица            | GEV                | 27.8                     | 24.6  | 20.6  | 17.6  | 14.7  | 13.8  | 11.1  | 8.5   | 6.1   |
| Љиг                | Боговађа           | P3                 | 130.1                    | 113.7 | 93.0  | 78.2  | 64.1  | 59.8  | 46.9  | 35.1  | 24.5  |
| Пештан             | Зеоке              | P3                 | 30.4                     | 26.7  | 22.1  | 18.7  | 15.4  | 14.4  | 11.3  | 8.5   | 5.8   |
| Тамнава            | Коцељева           | GEV                | 36.5                     | 31.1  | 24.9  | 20.8  | 17.2  | 16.1  | 13.0  | 10.2  | 7.6   |
| Тамнава            | Ћеманов Мост       | P3                 | 65.3                     | 56.3  | 45.0  | 37.0  | 29.5  | 27.2  | 20.6  | 14.7  | 9.6   |
| Уб                 | Уб                 | GEV                | 40.9                     | 34.4  | 27.2  | 22.4  | 18.3  | 17.1  | 13.6  | 10.6  | 7.8   |

Хидрограми великих вода на профилима хидролошких станица, брана (ретензија) и ушћа значајних притока дефинисани су методом „граничног интензитета отицаја“. Пример резултата прорачуна теоријских хидрограма великих вода различитих вероватноћа појаве дати су за хидролошку станицу Ваљево на Колубари (Слика 1.16) и за реку Обницу на профилу ретензије Златарић (Слика 1.17). На сликама су приказани и хидрограми реконструисаног поплавног таласа из маја 2014. године.



Слика 1.16. Рачунски хидрограми поплавног таласа Колубаре на х.с. Ваљево



Слика 1.17. Рачунски хидрограми поплавног таласа Обнице на профилу ретензије Златарић

У Књизи 2: Анализа стања заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 2.5: Хидролошки параметри и критеријуми за процену угрожености од плављења и димензионисање објеката за заштиту од поплава дата је и оцена угрожености приобаља Колубаре и притока од поплава, на потезима који су означени као значајна поплавна подручја. Ова анализа заснивала се на изради карата угрожености.

Карте угрожености од поплава су приказане у прилозима Књиге 2 и садрже податке о границама поплавног подручја за поплаве различитих повратних периода:

1. поплаве мале вероватноће појаве (вероватноћа догађаја 0,1% односно повратни период 1000 година),
2. поплаве средње вероватноће појаве (вероватноћа догађаја 1%, односно повратни период 100 година) и
3. поплави догађај из маја 2014. године.

На картама угрожености од поплава приказане су границе поплавног подручја, главно корито, постојећи објекти за заштиту од поплава и положај попречних профила и мостова.

У случају да на подручју постоје објекти за заштиту од спољних вода, линије дефинишу границе потенцијално поплавног подручја. Границе потенцијално поплавног подручја дефинисане су тако што је ниво воде у водотоку за одређени сценарио пројектован на терен до пресека са високим тереном.

Степен заштите од поплава спољним водама зависи од техничко-економских, еколошких, социјалних и других критеријума, услова и ограничења. Дефинише се за сваки систем или касету (брањени простор), на основу броја становника и висине потенцијалних штета од поплава.

Степен заштите који обезбеђују грађевински објекти једнак је повратном периоду велике воде која је меродавна за димензионисање објекта. Међутим, у условима климатских промена и антропогених утицаја мењају се и услови настанка и карактеристике великих вода, па меродавни проток више није непроменљива категорија. Стога су за обезбеђење одговарајућег степена заштите потребне и допунске мере и радови (мобилни системи у градовима, реконструкција објеката).

У Стратегији управљања водама на територији Републике Србије (2016. год.) дате су препоруке за степен заштите од поплава који треба да обезбеде нови системи, као и постојећи системи који се дограђују или реконструишу (Слика 1.18).

|                                                                         | Повратни период (година) |    |     |     |      |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----|-----|-----|------|
|                                                                         | 20                       | 50 | 100 | 500 | 1000 |
| Градови преко 50000 становника                                          |                          |    |     |     |      |
| Градови од 20000 до 50000 становника и значајне индустријске зоне       |                          |    |     |     |      |
| Градови од 5000 до 20000 становника и средње значајне индустријске зоне |                          |    |     |     |      |
| Расута насеља, путеви и пољопривредно земљиште                          |                          |    |     |     |      |
| Пољопривредне површине са интензивном производњом                       |                          |    |     |     |      |
| Пољопривредне површине са екстензивном производњом                      |                          |    |     |     |      |
| Природно стање водотока, без ризика од поплава                          |                          |    |     |     |      |

Заштита које обезбеђују грађевински објекти

Допунска заштита

Без заштите - дозвољене штете

Слика 1.18. Препоручени степен заштите од поплава

Препоруке из Стратегије су усвојене у овој Студији, као основ за планирање унапређења система заштите од поплава у сливу Колубаре:

- Градови преко 20.000 становника и значајне индустријске зоне штите се сталним објектима до нивоа 100-годишње велике воде, али да се допунским мерама које треба предузети у планском периоду (реконструкцијом објеката или мобилним системима) повећава степен заштите до нивоа 500-годишње или 1000-годишње воде (за велике градове).
- Степен заштите мањих насеља и квалитетних пољопривредних површина треба такође постепено повећавати, све до нивоа 100-годишње велике воде.
- Пољопривредне површине са екстензивном производњом се могу обезбедити само од мањих поплавних таласа, а што веће просторе треба оставити у природном стању да би могли да прихвате део великих вода.

---

## 5 УНАПРЕЂЕЊЕ ЗАШТИТЕ ОД ВЕЛИКИХ ВОДА У СЛИВУ КОЛУБАРЕ

---

### 5.1 Потенцијалне штете од поплава

У оквиру Књиге 3: Унапређење заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 3.1: Потенцијалне штете од поплава дата је процена потенцијалних штета од поплава (за поплаву из маја 2014.године) за дефинисане рецепторе ризика (насеља, индустрија и рударство, инфраструктура, пољопривреда итд.) и то:

- у садашњим условима, изграђеност инфраструктуре на садашњем нивоу (пресек 2015. година) и
- на крају планског периода (2035. година): (а) стање инфраструктуре предвиђено планском документацијом и (б) сви предвиђени објекти за унапређење заштите од вода изграђени.

Поређење штета од поплаве на крају планског периода за неизграђен и изграђен систем заштита од поплава је један од начина оцене ефеката система за унапређење заштите од поплава у сливу реке Колубаре.

Свеска 3.1 садржи приказ и оцену коришћених подлога, приказ методологије процене штета и процену броја становника угрожених поплавама, приказ деоница водотокова слива реке Колубаре на којима се анализирају штете пре изградње и по изградњи објеката заштите, анализу коришћења земљишта у садашњем стању и у будућности, процену броја становника угрожених поплавама (у садашњем стању и будућности).

У табелама у наставку даје се приказ подсливова и деоница на којима је извршена процена штета, табела са процењеним штетама за постојеће стање изграђености слива реке Колубаре, процењене штете за стање изграђености објеката и инфраструктуре у сливу реке Колубаре на крају планског периода у складу са планском документацијом без изграђених објеката за унапређење заштите од вода и са изграђеним објектима за унапређење заштите од вода.

Табела 1.11. Приказ подсливова и деоница на сливу реке Колубаре за процену штета

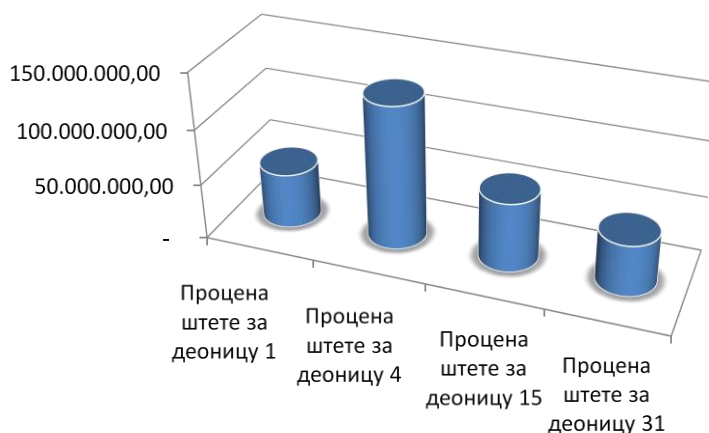
| Река     | Дужина (km) | Р бр. | Деоница                                              | Садашњи систем заштите од поплава                             |                                          |                                                                    |                         |
|----------|-------------|-------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|          |             |       |                                                      | Садржај поплавног подручја                                    | Тип објекта                              | Обезбеђује степен заштите (по техн. док)                           | Потребан степен заштите |
| Колубара | 96,5        | 1     | Спој Обнице и Јабланице -ушће Љубостиње              | Уже градско језгро Ваљева                                     | регулација корита за велику воду         | 100<br>(306/450 m³/s)                                              | 1000                    |
|          |             | 2     | Ушће Љубостиње – х.с. Словац (узв. од ушћа топлнице) | расута насеља, путеви и пољ. земљиште<br>Пруга БГД-Бар (2014) | незаштићено                              | -                                                                  |                         |
|          |             | 3     | Словац – ушће Враничине                              | расута насеља, путеви и пољ. земљиште                         | углавном заштићено насипима              | 100<br>(445 m³/s д.н. узв. од Лукавице и низводно до ушћа Пештана) | 100                     |
|          |             | 4     | Враничина - Турија                                   | површински копови                                             | заштићено насипима                       | ?                                                                  | 1000                    |
|          |             | 5     | Турија - Тамнава                                     | расута насеља, путеви и пољ. земљиште                         | незаштићено                              | -                                                                  |                         |
|          |             | 6     | Тамнава - ушће                                       | општина Обреновац                                             | насипи                                   | 100                                                                | 1000 (л.н)              |
| Тамнава  | 62,5        | 7     | Каменица - Коцељева                                  | расута насеља, путеви и пољ. земљиште                         | незаштићено                              | -                                                                  |                         |
|          |             | 7*    | Коцељева                                             |                                                               |                                          | 50                                                                 | 100                     |
|          |             | 8     | Коцељева – пут за Таково                             | расута насеља, путеви и пољ. земљиште                         | незаштићено                              | -                                                                  |                         |
|          |             | 9     | Пут за Таково – Ћеманов мост                         | расута насеља, путеви и пољ. земљиште                         | насипи                                   | 50                                                                 | 100                     |
|          |             | 10    | Ћеманов мост - ушће у Колубару                       | расута насеља, путеви и пољ. земљиште                         | насипи                                   | 100                                                                | 1000 (л.н)              |
| Уб       | 30,1        | 11    | од Памбуковице до пута за Коцељево                   | расута насеља, путеви и пољ. земљиште                         | незаштићено                              | -                                                                  |                         |
|          |             | 11*   | Уб                                                   |                                                               | регулисано корито за велику воду         | 100                                                                | 100                     |
|          |             | 12    | низводно од Уба до ушћа у Тамнаву                    | расута насеља, путеви и пољ. земљиште                         | регулисано корито са обостраним насипима | 25                                                                 | 100                     |
| Грачица  | 17,2        | 13    |                                                      | расута насеља, путеви и пољ. земљиште                         | незаштићено                              | -                                                                  |                         |
|          |             | 13*   | Уб                                                   |                                                               | незаштићено                              |                                                                    | 100                     |
| Турија   | 26,8        | 14    | Венчани – Јунковац                                   | расута насеља, путеви и пољ. земљиште                         | незаштићено                              |                                                                    |                         |
|          |             | 15    | Јунковац – ушће у Колубару                           | ТЕ Колубара                                                   | насипи                                   | 100                                                                | 1000                    |

| Река            | Дужина<br>(km) | Р бр. | Деоница                                 | Садашњи систем заштите од поплава                       |                                             |                                             |                            |
|-----------------|----------------|-------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|
|                 |                |       |                                         | Садржај поплавног подручја                              | Тип објекта                                 | Обезбеђује степен<br>заштите (по техн. док) | Потребан степен<br>заштите |
| Бељаница        | 11,5           | 16    | од ушћа до Бељине                       | расута насеља, путеви и пољ.<br>земљиште пруга БГД-Бар  | регулисано корито са<br>обостраним насипима | 100                                         | 100                        |
| Барајевска река | 9,9            | 17    | од ушћа до ушћа Дубоког потока          | расута насеља, путеви и пољ.<br>земљиште, пруга БГД-Бар | регулисано корито са<br>обостраним насипима | 50<br>(кроз Барајево<br>69.2 m³/s)          | 100                        |
| Баћевачка река  | 4,2            | 18    | од ушћа до Гунцата                      | расута насеља, путеви и пољ.<br>земљиште                |                                             | 50<br>(34.8 m³/s)                           |                            |
| Враничина       | 7,4            | 19    | од ушћа до Јабучја                      | копови                                                  |                                             | 50                                          | 1000                       |
| Лукавица        | 9,0            | 20    | кроз Лазаревац                          |                                                         | регулисано корито са<br>обостраним насипима | 100                                         | 500                        |
|                 |                | 21    | низводно од Лазаревца                   | пољопривредно земљиште                                  | регулисано корито са<br>обостраним насипима | <100                                        | 100                        |
| Љиг             | 34,8           | 22    | од ушћа до ушћа Качера                  | аутопут целом дужином                                   |                                             |                                             | 100                        |
|                 |                | 23    | кроз Љиг                                | насељено место                                          | регулисано корито са<br>насипима            | 100                                         | 100                        |
| Топлица         | 21,4           | 24    | од ушћа до Доње Топлице                 | пољопривредно земљиште                                  |                                             |                                             |                            |
|                 |                | 25    | од Доње Топлице до насеља Врујци        | расута насеља, путеви и пољ.<br>земљиште                |                                             | 20                                          |                            |
|                 |                | 26    | Бања Врујци                             |                                                         |                                             | 50                                          |                            |
| Рибница         | 10,0           | 27    | од ушћа до Мионице                      | расута насеља, путеви и пољ.<br>земљиште                | незаштићено                                 | -                                           |                            |
|                 |                | 27*   | Мионица                                 |                                                         | регулисано корито са<br>обостраним насипима | 100                                         | 100                        |
|                 |                | 28    | од Мионице до Паштића                   | расута насеља, путеви и пољ.<br>земљиште                | незаштићено                                 | -                                           |                            |
| Љубостиња       | 9,0            | 29    | од ушћа до Рађевог села                 | насеље Ваљево                                           | регулисано корито                           | 100/1000                                    | 1000                       |
| Кладница        | 23,0           | 30    | од ушћа у Тамнаву до копа               | површински копови                                       |                                             |                                             |                            |
| Пештан          | 18,2           | 31    | од ушћа до моста у Рудовцу              | површински копови, пруга,<br>магистрала                 | регулисано корито са<br>обостраним насипима | 100                                         | 1000                       |
| Лепеница        | 12,0           | 32    |                                         | расута насеља, путеви и пољ.<br>земљиште                |                                             |                                             |                            |
| Јабланица       | 13,5           | 33    | од састава са Обницом до бране<br>Ровни | расута насеља, путеви и пољ.<br>земљиште                |                                             |                                             |                            |
| Обница          | 2,0            | 34    |                                         | затвор                                                  |                                             |                                             |                            |

Табела 1.12. Процена укупне потенцијалне директне материјалне штете (ПДМШ) за 2015. годину (у ЕУР)

| Деонице | ПДМШ за стамбене објекте | ПДМШ за индустријске објекте | ПДМШ за надземне инфраструктурне објекте | ПДМШ за пољопривредно земљиште | ПДМШ за површинске копове угља | Укупно         |
|---------|--------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|
| Укупно  | 178,597,237.50           | 87,300,000.00                | 111,835,256.46                           | 36,983,407.35                  | 110,300,000.00                 | 525,015,901.31 |
| %       | 34                       | 17                           | 21                                       | 7                              | 21                             | 100            |

Највећа процењена потенцијална материјална штета у 2015. години је за рецептор ризика насеља (34%), површинске копове угља (21%) и инфраструктурне системе (21%). Најугроженије су деонице 1, 4, 15 и 31. На деоници 1. преовлађује штета у насељима, на деоницама 4 – штета на површинским коповима угља, а на деоницама 15. и 31. – штета на индустријским објектима (Слика 1.19).

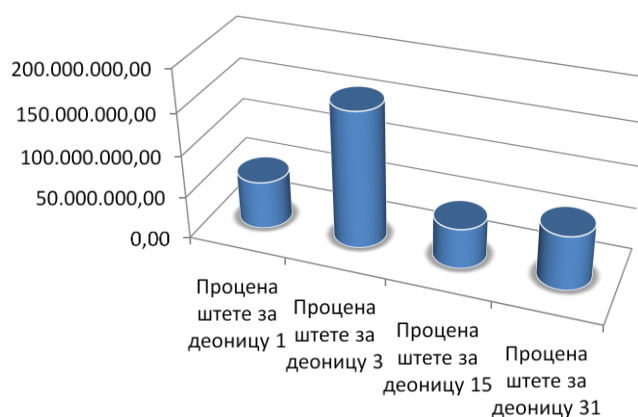


Слика 1.19. Процењена потенцијална материјална штета у 2015. години за најугроженије деонице

Табела 1.13. Процена укупне потенцијалне директне материјалне штете (ПДМШ) по деоницама угроженог подручја за 2035. годину за опцију „систем заштите без промена“ (у ЕУР)

| Деонице | ПДМШ за стамбене објекте | ПДМШ за индустријске објекте | ПДМШ за надземне инфраструктурне објекте | ПДМШ за пољопривредно земљиште | ПДМШ за површинске копове угља | Укупно         |
|---------|--------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|
| Укупно  | 205,583,103.00           | 193,000,000.00               | 184,074,680.25                           | 36,983,407.35                  | 173,377,200.00                 | 793,018,390.07 |
| %       | 26                       | 24                           | 23                                       | 5                              | 22                             | 100            |

Највећа процењена потенцијална материјална штета у 2035. години за опцију „систем заштите без промена“ (Слика 1.20) је за рецепторе ризика насеља (26%), индустрија (24%), инфраструктурни системи (23%) и површински копови угља (22%). Најугроженије су деонице 1, 3, 4, 15, 30 и 31. На деоници 1. преовлађују штете у насељима, на деоницама 3. и 15 у индустрији, а на деоницама 4, 30 и 31 на површинским коповима угља (са термоелектранама).



Слика 1.20. Процењена потенцијална материјална штета у 2035. години за најугроженије деонице

Табела 1.14. Процена укупне потенцијалне директне материјалне штете (ПДМШ) по деоницама угроженог подручја за 2035. годину за опцију „унапређен систем заштите“

| Део-нице | ПДМШ за стамбене објекте | ПДМШ за индустријске објекте | ПДМШ за надземне инфраструктурне објекте | ПДМШ за пољопривредно земљиште | ПМШ за површинске копове угља | Укупно        |
|----------|--------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------|
| Укупно   | 16,779,520.00            | 5,182,000.00                 | 49,649,210.00                            | 20,420,930.00                  | 0.00                          | 92,031,660.00 |

Табела 1.15. Ефекат реализације мера за унапређење система заштите од поплава на смањење процењених укупних материјалних штета (ПМШ) у 2035. години (ЕУР)

| Део-нице | Укупно ПМШ 2035.                    |                                   | Ефекат 2035.   |
|----------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------|
|          | опција „систем заштите без промена“ | Опција „унапређен систем заштите“ |                |
| 1        | 2                                   | 3                                 | 2-3            |
| Укупно   | 785,449,017.00                      | 92,031,660.00                     | 693,417,357.00 |

Евидентно је да би унапређење система заштите од поплава имало значајне ефекте, јер се процењује да би допринело смањењу штета од поплава за ~88%.

## 5.2 Започети и планирани објекти за унапређење заштите од великих вода у сливу реке Колубаре

У оквиру Књиге 3: Унапређење заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 3.2 Започети и планирани објекти за унапређење заштите од великих вода у сливу реке Колубаре дати су у табеларној форми:

1. Преглед постојеће планске и техничке документације релевантне за изградњу и реконструкцију објеката за одбрану од поплава у сливу Колубаре. У прегледу је за сваки плански документ наведена врста и назив планске документације, на који део слива се односи, име наручиоца, плански хоризонт за планску документацију и ко је обрађивач.
2. Приказ планираних објеката и радова и за изградњу и реконструкцију објеката за одбрану од поплава у сливу Колубаре, за објекте чији су инвеститори ЈВП и локалне самоуправе, РБ Колубара или путна привреда.

## 5.3 Разматрање и предлог система објеката и мера за постизање пројектованог степена заштите од поплава у сливу Колубаре

У оквиру Књиге 3: Унапређење заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 3.3: Предлог система објеката и мера за постизање пројектованог степена заштите од

поплава у сливу Колубаре разматрани су радови којима се може постићи смањење угрожености од поплава у сливу Колубаре. Дефинисани су:

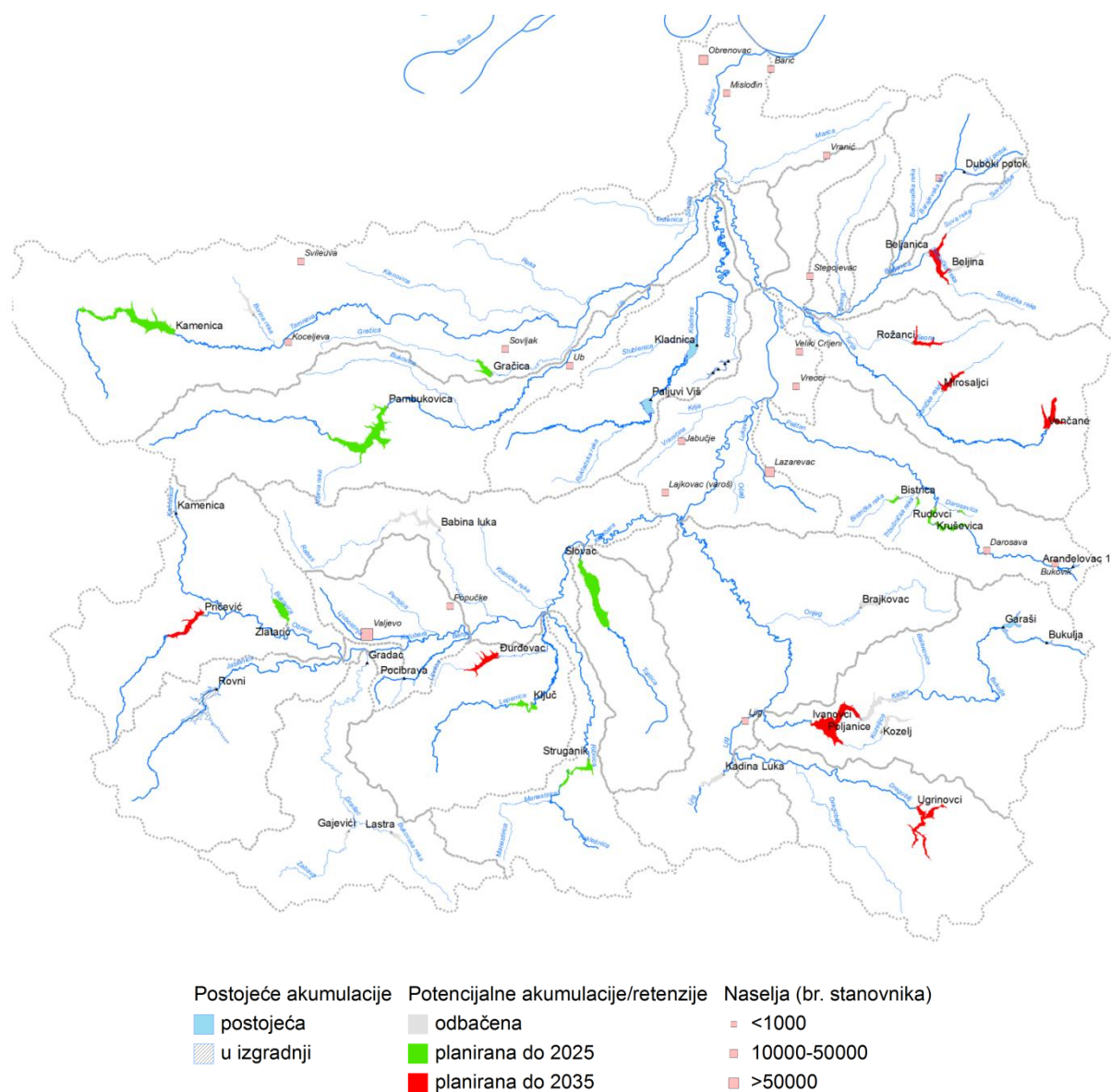
1. Објекти за прихват и редукцију поплавних таласа. У ту сврху испитане су могућности изградње чеоних ретензија у вршним деловима слива притока Колубаре и низијских/бочних ретензија на Колубари и Љигу;
2. Противерозионе мере и мере за природно ретензирање воде у сливу;
3. Насипи које треба реконструисати ради подизања степена заштите најважнијих подручја.

### 5.3.1 Изградња чеоних ретензија

Поплава 2014. године је указала да би у наредном периоду првенствено требало радити на стварању ретензионих капацитета у сливу Колубаре. У овој Студији су истражене могућности изградње чеоних ретензија на различитим водотоцима у брдским пределима слива Колубаре (са уским долинама), ради регулисања режима великих вода водотока односно смањења максималног протока у водотоку на низводном сектору.

Чеоне ретензије чине бране са акумулационим простором, изграђене у горњим деловима слива и намењене заштити од поплава. Запремина акумулационог простора и висина бране чеоне ретензије зависе од величине и карактеристика слива, запремине поплавног таласа усвојене (меродавне) вероватноће појаве воде, као и карактеристика евакуатора и начина контроле истицања.

У табели 1.16 су приказане разматране чеоне ретензије, чија је намена да прихватају таласе великих вода са дела слива кога контролишу и тиме регулишу доток на део слива који се налази низводно од ових објеката. Положај 29 чеоних ретензија приказан је на слици 1.21.



Слика 1.21. Слив Колубаре са разматраним ретензијама

Табела 1.16. Приказ водотокова и анализираних ретензионих профила

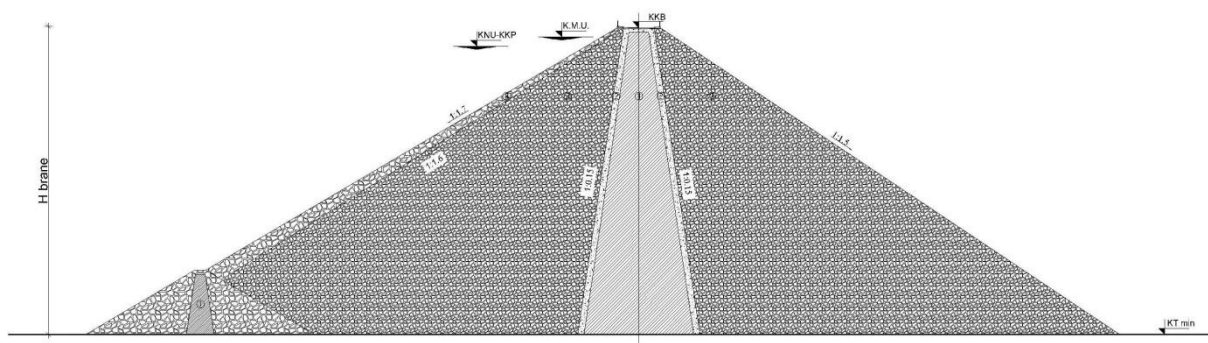
| Бр | Водоток          | Притока         | Име профила |
|----|------------------|-----------------|-------------|
| 1  | Тамнава          | Колубаре        | Каменица    |
| 2  | Борина           | Тамнаве         | Мали Бошњак |
| 3  | Уб               | Тамнаве         | Памбуковица |
| 4  | Рабас            | Колубаре        | Бабина Лука |
| 5  | Обница           | Колубаре        | Причевић    |
| 6  | Буковица         | Обница          | Златарић    |
| 7  | Забава           | Градца          | Гајевићи    |
| 8  | Буковска река    | Градца          | Ластра      |
| 9  | Лепеница         | Рибнице         | Кључ        |
| 10 | Липница          | Лепенице        | Ђурђевац    |
| 11 | Рибница          | Колубаре        | Струганик   |
| 12 | Топлица          | Колубаре        | Словац      |
| 13 | Љиг              | Колубаре        | Кадина Лука |
| 14 | Драгобиљ         | Љига            | Угриновци   |
| 15 | Качер            | Љиг             | Ивановци    |
| 16 | Качер            | Љиг             | Пољанице    |
| 17 | Козељица         | Качера          | Козељ       |
| 18 | Оњег             | Љиг             | Брајковац   |
| 19 | Пештан           | Колубаре        | Рудовци     |
| 20 | Пештан           | Колубаре        | Крушевица   |
| 21 | Бистрица         | Пештана         | Бистрица    |
| 22 | Трбушница        | Бистрица        | Трбушница   |
| 23 | Даросавица       | Пештана         | Даросавица  |
| 24 | Турија           | Колубаре        | Венчане     |
| 25 | Сибничка река    | Турије          | Миросалџи   |
| 26 | Сеона            | Бељанице        | Рожанци     |
| 27 | Губеревачка река | Стојничке реке  | Бељина      |
| 28 | Бељаница         | Барајевске реке | Бељаница    |
| 29 | Грачица          | Тамнаве         | Грачица     |

У принципу је могуће да се трансформација поплавних таласа у ретензијама врши или слободним истицањем/преливањем великих вода или контролисано (уколико су на евакуаторима уграђени затварачи). На ретензијама у сливу Колубаре предвиђено је слободно истицање трансформисаног таласа великих вода. Ови објекти функционишу без посаде.

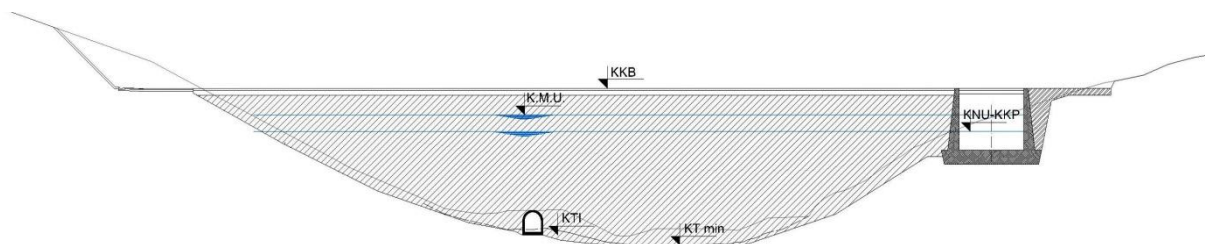
Ретенциони простори су димензионисани да прихвате талас 100-годишње велике воде са слива који контролишу, трансформишу га и затим евакуишу кроз стално отворени темељни испуст за 10-15 дана. Максимални ниво у ретензији при наиласку стогодишњих великих вода представља и коту круне прелива.

Све преградне конструкције су насуте бране од каменог набачаја са централним глиненим језгром. Овај тип бране је предложен на основу досадашњег искуства на истим и сличним објектима (ретензионим и акумулационим бранама) и на сличном и истом терену. У наредној фази израде техничке документације за сваку брану је неопходно урадити истражне радове на основу којих ће се дефинисати тип бране (врло вероватно насута брана) и дефинисати карактеристични попречни профил – у зависности од близине расположивих позајмишта квалитетног грађевинског материјала за изградњу бране (глине, камена и др.).

Преградне бране спадају у категорију високих брана, због грађевинске висине објекта или због запремине ретензионог простора (већи од 1.000.000 m<sup>3</sup>). Како су то насуте бране, преливи су димензионисани да евакуишу 10.000-годишње воде са слива који контролишу и то у случају када 10.000-годишња вода наилази на пун ретенциони простор односно ниво воде на коти круне прелива. Дужина прелива је одређена тако да максимални ниво на преливу при наиласку 10.000-годишње воде буде од 2,0–3,0 m. Круна бране је 1,50 m виша од максималног нивоа воде на преливу.



Слика 1.22. Карактеристични попречни профил ретензионе бране



Слика 1.23. Карактеристични подужни профил ретензионе бране

Уз брану су предвиђени и прибрански објекти. Прибрански објекти су пратећи објекти у саставу бране или уз брану који имају функцију да обезбеде поуздану евакуацију поплавних вода, отицање воде у току градње и обезбеде сигурност објекта. Према експлоатационим захтевима, облици и димензије објеката одређене су на основу меродавних хидролошких величина и хидрауличких прорачуна. Од прибранских објеката на бранама предвиђени су: прелив са брзотоком и слапиштем, оптични тунел и темељни испуст.

Евакуациони објекат служи за безбедно превозиће катастрофално великих вода преко бране и састоји се од прелива, сабирног канала, прелазне деонице, брзотока и слапишта. С обзиром да се ради о насutoј брани, преливни објекти су димензионисани на трансформисани поплавни талас десетохиљадугодишњег повратног периода  $Q_{0,01\%}$  који наилази на пун ретензиони простор – ниво воде на коти круне прелива.

Прелив је масиван бетонски објекат чије су димензије одређене према величинама трансформисаног таласа кроз акумулацију уз услов да ниво воде на брани буде 2,0 – 3,0 m. Прелазна деоница и брзоток су правоугаоног облика константне ширине. Брзоток се завршава слапиштем. Слапиште се састоји од бетонске плоче и вертикалних зидова.

Након анализе ефеката на редукцију великих вода (приказана у Свесци 3.4: Ефекти предложеног решења на режим великих вода и смањење ризика од поплава), заузетости простора и инвестиционе вредности изградње, из коначног предлога су изостављене ретензије: „Мали Бошњак“ на Борини, „Бабина Лука“ на реци Рабас, „Гајевићи“ на реци Забави, „Ластра“ на Буковској реци, „Кадина Лука“ на реци Љиг, „Пољанице“ на Качеру, „Козељ“ на Козељци, „Брајковац“ на Оњегу и „Бељина“ на Губеревачкој реци.

Инвестициона вредност изградње ретензионих брана, сложена процедура издавања грађевинске дозволе, време потребно за истражне радове, израду планске и техничке документације, решавање имовинско-правних односа на широком простору (експропријација великих површина на простору ретензије и ретензионе бране), измештање инфраструктурних објеката и измештање домаћинства условило је да се

предвиди фазна изградња. Предвиђено је да се ретензије граде у две фазе и то прва фаза од 2016. до 2025. године и друга фаза од 2025. до 2035. године.

У првој фази би се радиле ретензије које су у табели 1.17 означене бројевима 1-12, а у другој фази преостале.

Табела 1.17. Планиране чеоне ретензије, 1. и 2. фаза

| Фаза                      | Редни број | Профил      | Водоток       | Притока         | Површина слива<br>(km <sup>2</sup> ) | Запремина ретензије<br>(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) | Ø темељног испуста<br>(m) | Висина бране<br>(m) |
|---------------------------|------------|-------------|---------------|-----------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|
| 1. фаза (до 2025. године) | 1          | Каменица    | Тамнава       | Колубаре        | 132,6                                | 11,2                                                     | 1,4                       | 15,7                |
|                           | 2          | Памбуковица | УБ            | Тамнаве         | 113,1                                | 10,8                                                     | 1,3                       | 19,0                |
|                           | 3          | Златарић    | Буковица      | Обница          | 40,1                                 | 5,2                                                      | 1,4                       | 18,1                |
|                           | 4          | Кључ        | Лепеница      | Колубаре        | 80,8                                 | 13,4                                                     | 1,0                       | 43,2                |
|                           | 5          | Струганик   | Рибница       | Колубаре        | 97,6                                 | 13,2                                                     | 1,4                       | 38,5                |
|                           | 6          | Словац      | Топлица       | Колубаре        | 86,8                                 | 17,4                                                     | 1,6                       | 19,6                |
|                           | 7          | Рудовци     | Пештан        | Колубаре        | 60,9                                 | 1,8                                                      | 1                         | 13,6                |
|                           | 8          | Крушевица   | Пештан        | Колубаре        | 49,6                                 | 8,0                                                      | 0,8                       | 26,8                |
|                           | 9          | Бистрица    | Бистрица      | Пештана         | 16,9                                 | 2,7                                                      | 0,6                       | 26,6                |
|                           | 10         | Трбушница   | Трбушница     | Бистрица        | 7,3                                  | 1,3                                                      | 0,5                       | 16,8                |
|                           | 11         | Даросавица  | Даросавица    | Пештана         | 3,9                                  | 0,6                                                      | 0,35                      | 19,0                |
|                           | 12         | Грачица     | Грачица       | Тамнаве         | 23,1                                 | 3,8                                                      | 0,5                       | 9,5                 |
| 2. фаза (до 2035. године) | 13         | Причевић    | Обница        | Колубаре        | 68,4                                 | 11,4                                                     | 1,2                       | 35,7                |
|                           | 14         | Ђурђевац    | Липница       | Лепенице        | 14,8                                 | 2,0                                                      | 0,8                       | 13,0                |
|                           | 15         | Угриновци   | Драгобиљ      | Љига            | 76,6                                 | 8,8                                                      | 1,0                       | 22,4                |
|                           | 16         | Ивановци    | Качер         | Љига            | 208,4                                | 21,2                                                     | 1,8                       | 20,8                |
|                           | 17         | Венчане     | Турија        | Колубаре        | 31,6                                 | 4,9                                                      | 1,0                       | 15,3                |
|                           | 18         | Миросалци   | Сибничка река | Турије          | 18,6                                 | 2,8                                                      | 0,8                       | 13,8                |
|                           | 19         | Рожанци     | Сеона         | Бељанице        | 19,2                                 | 2,6                                                      | 0,8                       | 13,4                |
|                           | 20         | Бељаница    | Бељаница      | Барајевске реке | 36,3                                 | 13,6                                                     | 1,4                       | 18,7                |

Процењене инвестиције у изградњу објеката су дате у оквиру Књиге 3: Унапређење заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 3.3: Предлог система објеката и мера за постизање пројектованог степена заштите од поплава у сливу Колубаре и Књиге 5: Резиме.

### 5.3.2 Бочне ретензије

Бочне (низијске) ретензије се могу формирати на равничарским деловима тока, изградњом обухватних насипа, са или без упусних и испусних органа.

Увидом у морфологију и степен заузетости долине реке Колубаре и притока, констатовано је да у сливу реке Колубаре постоје велика ограничења за формирање бочних ретензија односно касета у којима би се прихватио поплазни талас. У горњем и средњем току реке Колубаре и притока долине су изразито уске, тако да не постоји већи простор за пријем поплава. Стога резервација простора за ретензирање не би значајно утицала на редукцију поплавног таласа. У доњем току реке Колубаре и већине значајнијих притока (Тамнаве, Пештана, Уба, Љига, Турије...) долине се шире, постоји потенцијални ретензиони простор, али ограничења за формирање касета за пријем поплавних таласа престављају пре свега инфраструктурни објекти нискоположених траса (пруга Београд – Бар, Ибарска магистрала, аутопут Београд – Јужни Јадран, мрежа локалних путева), а постоје значајни индустријски објекти (рудници и инфраструктура рударског басена Колубаре). Такође, речне долине су густо насељене (скоро сва већа насељена места леже у долинама реке Колубаре и притока), са комплексима пољопривредног земљишта. Изразите депресије у сливу реке Колубаре, које би потенцијално могле да приме поплавне таласе, не постоје. Изузетак су

отворени копови угља, који су били поплавлени током мајских поплава 2014. године, што је довело до великих штета.

Респектујући претходно наведено, детектоване су само неке зоне у које могу да представљају ретенциони простор за пријем поплавних вода и које су детаљније анализирале: (1) бочна ретензија на Колубари (уз десну обалу реке Колубаре на потезу од села Словац узводно до будућег аутопута Београд-Јужни Јадран низводно, територија општине Лајковац); (2) бочна ретензија на Љигу (на територији општине Љиг, између села Чибутковица и Дудовица) и (3) бочне ретензије на Колубари на простору узводно од граница будућег копа ПК „Тамнава Јужно Поље“, које формирају постојећи насипи на левој и десној инундацији Колубаре.

Услед бројних ограничења и мале корисне запремине сматра се да би бочне ретензије на Колубари и Љигу имале мали ефекат на режим великих вода, али и захтевале несразмерно велика улагања у насипе и друге објекте. Због тога ови објекти нису укључени у планирани систем за унапређење заштите од вода у сливу Колубаре.

### 5.3.3 Противерозиони радови, контрола бујица и друге мере за побољшање ретензионог капацитета слива

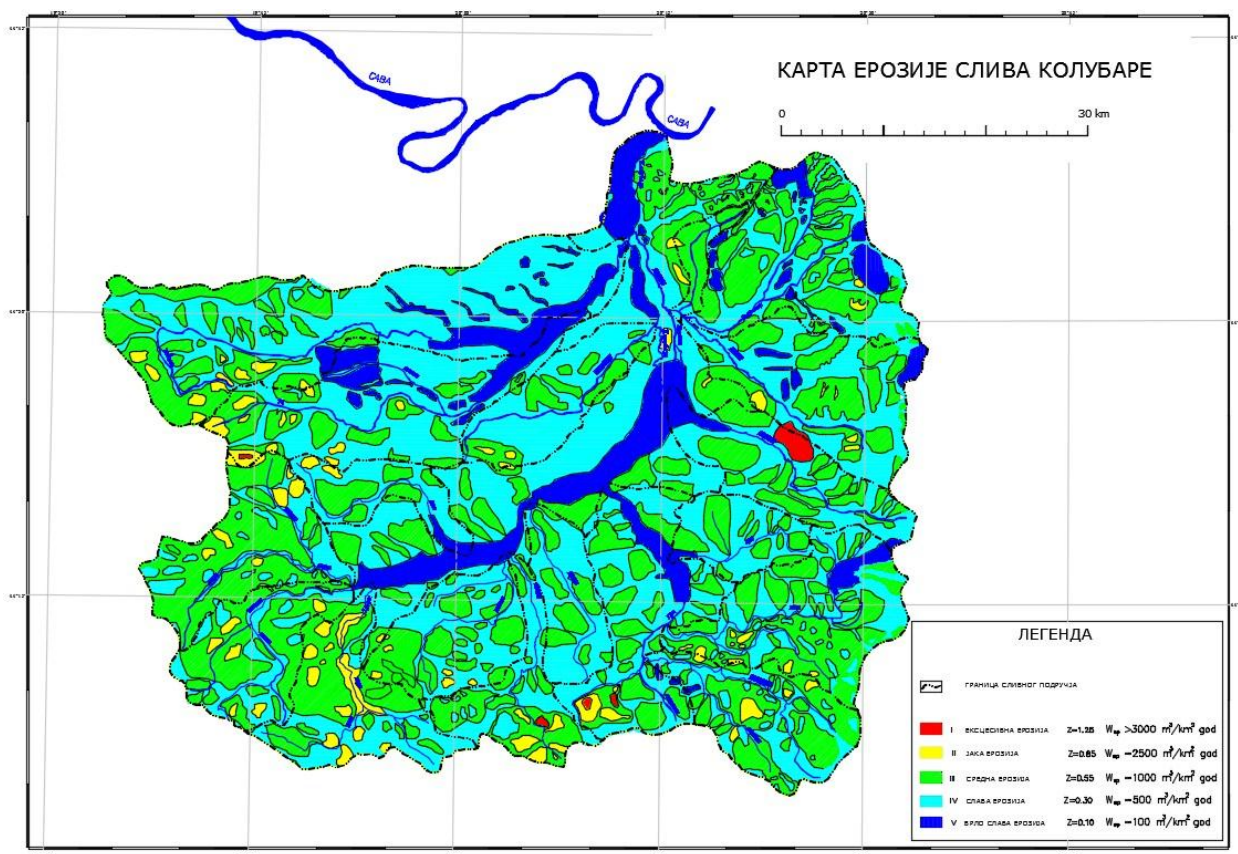
У оквиру комплекса радова и мера за унапређење заштите од поплава у сливу Колубаре неопходни су и радови на уређењу слива, у циљу побољшања ретензионог капацитета слива и заштите од ерозије и бујица.

Ради идентификације ерозионих процеса у сливу Колубаре, уређена је карта ерозије приказана на слици 1.24, док су нумерички показатељи дати у табели 1.18.

Табела 1.18. Категорије ерозије и коефицијент ерозије (Z) за подручје слива реке Колубаре

| Слив реке<br>Колубаре   | КАТЕГОРИЈА ЕРОЗИЈЕ |      |                 |      |                 |       |                 |       |                 |      | Укупна<br>површина |
|-------------------------|--------------------|------|-----------------|------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|------|--------------------|
|                         | I                  |      | II              |      | III             |       | IV              |       | V               |      |                    |
|                         | km <sup>2</sup>    | %    | km <sup>2</sup> | %    | km <sup>2</sup> | %     | km <sup>2</sup> | %     | km <sup>2</sup> | %    | km <sup>2</sup>    |
|                         | 12.32              | 0.34 | 122.83          | 3.39 | 1,379.19        | 38.05 | 1800.84         | 49.69 | 309.22          | 8.53 | 3624.42            |
| КОЕФИЦИЈЕНТ ЕРОЗИЈЕ (Z) |                    |      |                 |      |                 |       |                 |       |                 |      | 0.40               |

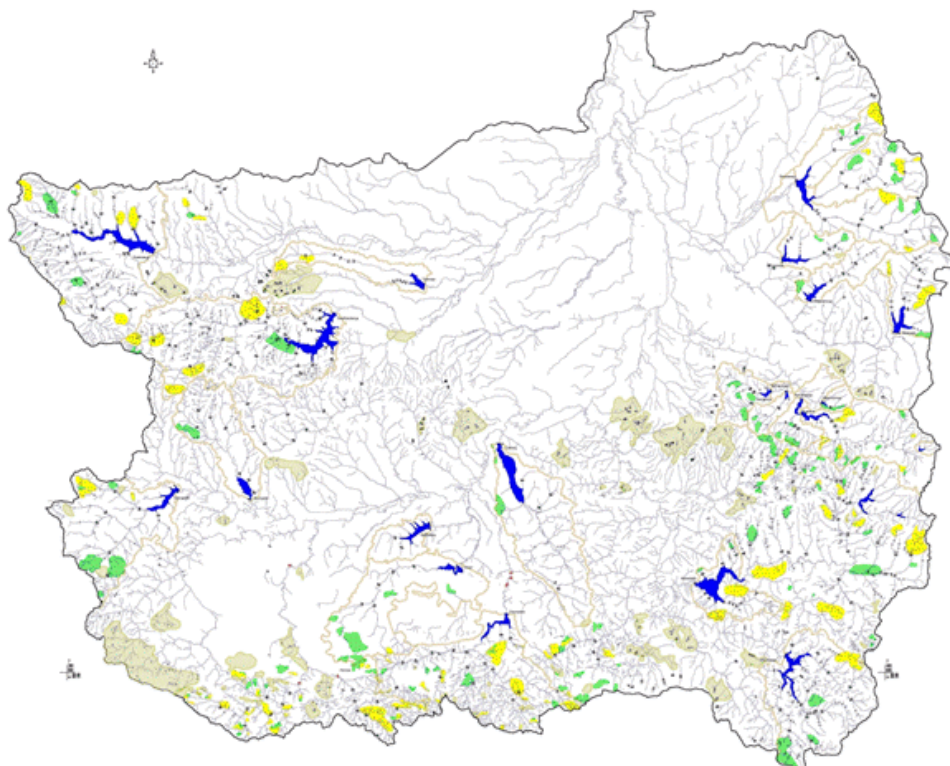
Заступљеност ексцесивне (I) и јаке (II) категорије ерозије је мала, мада је има на стрмијим деловима слива, док су најзаступљеније површине захваћене процесима средње (III), слабе (IV) и врло слабе (V) категорије ерозије. Констатовано стање ерозије је условљено и чињеницом да се знатан део подручја Колубаре налази на карсту.



Слика 1.24. Карта ерозије подручја Колубаре

На сликовима са већим падовима постоји потенцијал за развој ерозије земљишта, и ту треба применити адекватне мере уређења. За примену противерозионих мера је надлежна локална самоуправа. С друге стране, у равничарским деловима слива, који се доминантно користе за пољопривреду, мере уређења земљишта би требало да спроводе власници земљишта.

У Студији је предложена изградња 195 бујичних преграда, од чега у сликовима ретензија 142 и на другим водотоцима 53. Такође, предложено је извођење 83 консолидациона појаса (у сликовима ретензија 59 и ван њих 24) и 10.160 m плетера (у сликовима ретензија 3.190 m и ван њих 6.970 m). Врло важне мере уређења слива представљају и пошумљавање, које је планирано на 3.624 ha (у сликовима ретензија 2.497 ha и ван њих 1.127 ha), мелиорације деградираних и проређених шума на укупно 14.207 ha (у сликовима ретензија 3.780 ha и ван њих 10.427 ha) и затрављивање и мелиорације пашњака и ливада на 777 ha (у сликовима ретензија 377 ha и ван њих 400 ha). Планирани противерозиони радови приказани су на слици 1.25.



Слика 1.25. Планирани противерозиони радови на сливу Колубаре

Процењене инвестиције у изградњу објеката протиерозионе заштите су дате у оквиру Књиге 3: Унапређење заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 3.3: Предлог система објеката и мера за постизање пројектованог степена заштите од поплава у сливу Колубаре и Књиге 5: Резиме.

У Студији су поменуте и друге мере за смањење површинског отицаја, које се могу применити **на пољопривредним површинама** (ливаде и пашњаци, пољозащитни појасеви, успостављање плодореда, контурна обрада земљишта и лејаста сетва, конзервацијска обрада земљишта, зелени покривач у воћњацима, рана сетва, ограничена употреба механизације, ограничавање броја грла стоке која се могу пуштати на одређене површине и малчирање), **при уређењу водотока** (одржање приобалних шумских појасева, адекватно пројектовање путева и прелаза преко водотока, управљање поплавним подручјима, поновно успостављање меандара речног корита, примена природних материјала за стабилизацију обала, обнављање природне инфилтрације у подземне воде) и **у урбаним срединама** (водопрпусне површине, плитки ровови, канали и поточићи, травнате филтер траке, упојни шахтови, упојни ровови обложени каменом, базени за задржавање воде, ретенциона језера, инфилтрациони базени).

#### 5.3.4 Реконструкција насипа

Иако постоје могућности и већ је разматрана изградња нових насипа на незаштићеним деоницама Колубаре и притока, ова мера може имати неповољне хидрауличке ефекте, како на узводним, тако и на низводним потезима водотока. Стога у овој Студији нису планирани нови насипи, већ су само дефинисани параметри за реконструкцију постојећих насипа.

У мају 2014. године су објекти дуж Колубаре и Тамнаве су порушени или озбиљно оштећени услед преливања, што је резултирало плављењем већег дела касете „Обреновац“. После поплаве је извршена санација насипа, односно објекти су враћени у претходно стање.

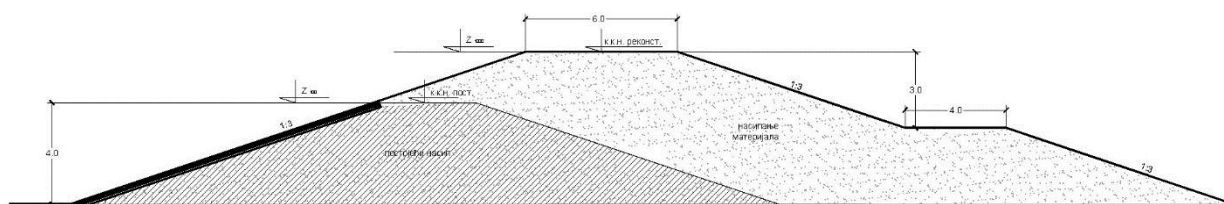
Према извршеним хидролошким и хидрауличким прорачунима, актуелно стање насипа у зони Обреновца (који су геодетски снимљени у оквиру ове Студије) је лоше, јер насипи не обезбеђују заштиту ни од стогодишње велике воде.

Анализама ефеката система ретензија и мера уређења слива, приказаним у свесци 3.4 Студије, показано да би се њиховом изградњом битно подигао степен заштите свих подручја у сливу Колубаре, али да заштита подручја Обреновца не би била обезбеђена у потребној мери. Стога је предложена хитна реконструкција насипа на доњим токовима Колубаре и Тамнаве, који штите подручје Обреновца од поплава.



Слика 1.26. Насипи дуж Колубаре и Тамнаве који штите подручје Обреновца

Према усвојеним критеријумима, подручје Обреновца треба заштитити од хиљадугодишњих вода Колубаре и Тамнаве. На основу анализе приказане у Свесци 3.4, усвојен је као меродаван за реконструкцију проток Колубаре од  $2300 \text{ m}^3/\text{s}$  и проток Тамнаве  $420 \text{ m}^3/\text{s}$  (добијен под претпоставком коинциденције великих вода Уба и Тамнаве). Предложени типски профил насипа приказан је на слици 1.27.



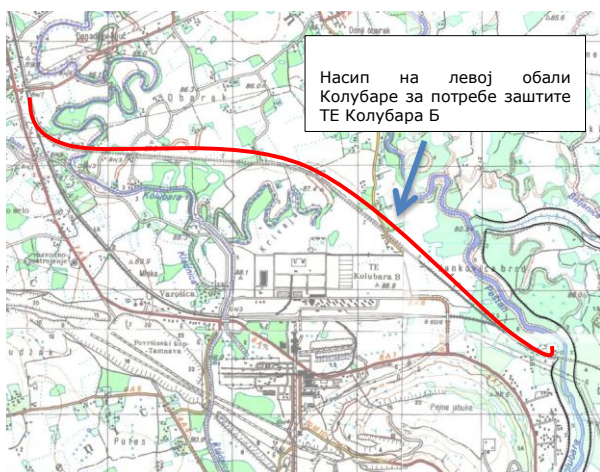
Слика 1.27. Попречни профил реконструисаног насипа

Посебно треба истаћи да постојећи мост на путу Београд-Обреновац нема довољну висину, тако да је потребна изградња новог моста. Такође, мост на аутопуту, који је у изградњи, нема довољну висину.

Процењене инвестиције у реконструкцију насипа су дате у оквиру Књиге 3: Унапређење заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 3.3: Предлог система

објекта и мера за постизање пројектованог степена заштите од поплава у сливу Колубаре и Књиге 5: Резиме.

За заштиту платоа термоелектране Колубара Б у Каленићу и осталих индустријских објеката предвиђених у оквиру комплекса термоелектране, у оквиру ове Студије предвиђен је нови насип на левој обали реке Колубаре у зони овог објекта. Укупна дужина насипа је 4,4 km. Траса насипа би се пружала уз потенцијални коридор локалне железничке пруге (слика 1.28).



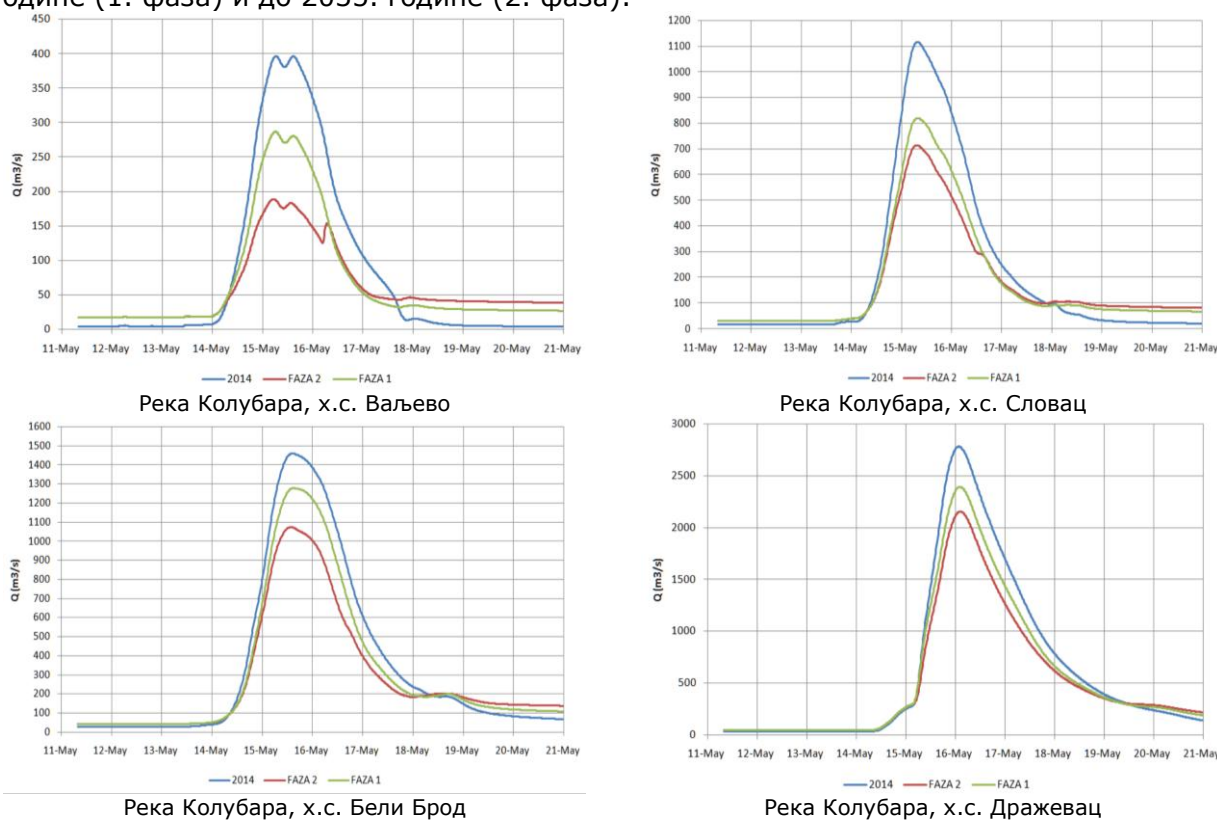
Слика 1.28. Ситуациони приказ насипа код ТЕ „Колубара Б“

## 5.4 Ефекти предложеног решења на режим великих вода и смањење ризика од поплава

У Књизи 3: Унапређење заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 3.4: Ефекти предложеног решења на режим великих вода и смањење ризика од поплава дате су анализе, применом хидролошких и хидрауличких модела развијених у оквиру ове Студије и то за: услове великих вода из маја 2014. године и услове појаве рачунских великих вода (вероватноће превазилажења 1% и 0,1%). Ефекти су испитани подслив по подслив, почевши од најузводнијих делова слива Колубаре.

Претходно дефинисани хидрограми за услове 2014. године или рачунски хидрограми великих вода за карактеристичне вероватноће појаве су претрпели трансформацију у планираним чеоним или бочним ретензијама. Хидрограми великих вода на профилима низводно од ретензија, профилима хидролошких станица и ушћима притока су затим коришћени за оцену ефеката различитих објеката и мера. Хидрауличким моделирањем су квантификоване промене нивоа воде у рекама, док су израдом карата угрожености за стање после изградње планираног система квантификоване просторне промене (досезање поплава) у поплавним подручјима. У овој свесци су такође оцењени ефекти предложених мера и радова на уређењу слива.

За анализу ефеката чеоних ретензија у условима великих вода из маја 2014. године коришћен је исти хидролошки модел као за хидролошко-хидрауличку реконструкцију овог догађаја. На следећој слици приказани су резултати хидролошке анализе ефеката система ретензија дуж Колубаре, и то за 2 разматране фазе изградње система: до 2015 године (1. фаза) и до 2035. године (2. фаза).

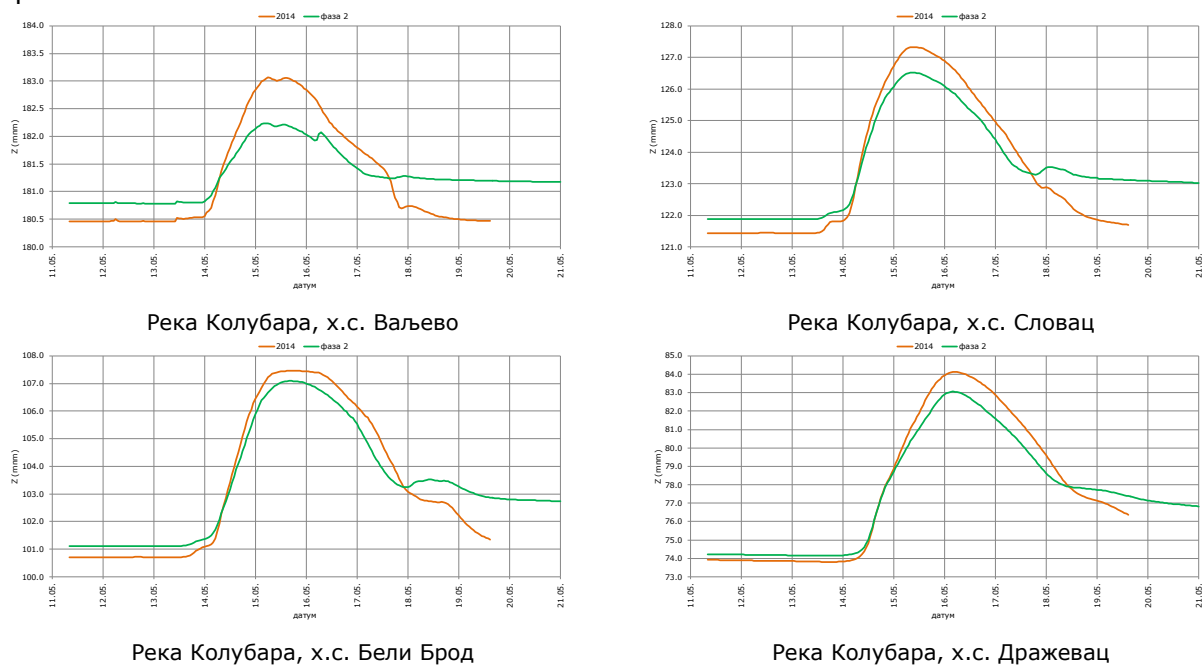


Слика 1.29. Реконструисани хидрограми велике воде из 2014. године дуж тока Колубаре са приказом ефеката ретензија 1. и 2. фазе

Посебно су анализирани услови под којима укључење акумулације Стубо-Ровни на реци Јабланици у систем заштите од поплава има ефекта на заштиту Ваљева. Наиме, уколико је кота успора у акумулацији висока у време наилаaska поплавног таласа,

запремина за прихват таласа велике воде је недовољна и врло брзо се укључује шахтни прелив чији је капацитет око  $450 \text{ m}^3/\text{s}$ . Стога се предлаже да се ниво воде у акумулацији у случају најаве екстремних великих вода спусти на коту 345 мпм, што обезбеђује запремину за прихват и трансформацију поплавног таласа од око 30 милиона  $\text{m}^3$ . Тиме се у свим условима, па и у случају наиласка 1000-годишњих великих вода Јабланице и Обнице, проток воде кроз Ваљево ограничава на  $400 \text{ m}^3/\text{s}$ , што обезбеђује адекватну заштиту града. Хидрауличка анализа ефеката ретензија урађена је применом модела који је иницијално коришћен за реконструкцију поплаве 2014. године, али без изливања у приобаље. Како су испитивани ефекти који би се достигли 2035. године, изградњом комплетног система ретензија, у модел су унете и друге планиране измене. То су: изграђен аутопут Е-763 и измештена корита Колубаре и Пештана, у оквиру следеће фазе развоја површинских копова Колубарског басена. Резултати прорачуна су приказани у виду нивограма на профилима хидролошких станица дуж Колубаре (Слика 1.30).

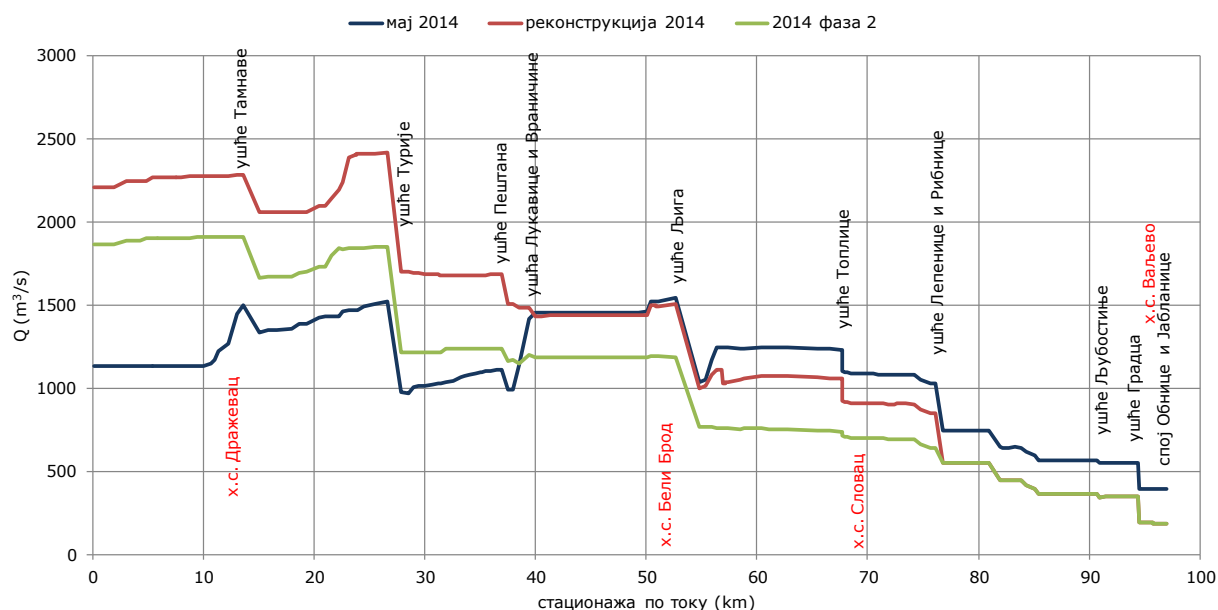
Ефекти ретензирања на примеру великих вода 2014. године су приказани и на картама угрожености за сва значајна поплавна подручја у сливу Колубаре, које су дате на прилозима Књиге 3.



Слика 1.30. Рачунски нивограми великих вода 2014. године са приказом ефекта планираних ретензија

На слици 1.31 приказан је подужни профил промене протока дуж тока Колубаре, за 3 стања: (1) мај 2014, када је дошло до значајних изливања у приобаље Колубаре (пре свега у површинске копове и подручје Обреновца); (2) реконструисане услове из маја 2014, који су добијени уз претпоставку да није било изливања у приобаље и (3) понављање услова из маја 2014. године на сливу Колубаре, али уз претпоставку да су изграђени све планиране ретензије.

Констатује се да би изградња система ретензија битно побољшала услове заштите од великих вода дуж тока Колубаре у односу на стање 2014. На најнизводнијем потезу реке Колубаре би проток био редукован на око  $1900 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Слика 1.31. Приказ ефекта система ретензија дуж тока Колубаре – услови из маја 2014.

У истом делу Студије дата је оцена ефекта предложеног комплекса мера за уређење слива на режим великих вода. Тим мерама се ради на измени антропогених утицаја (начина коришћења земљишта у сливу и вегетационог покривача), док се на остале факторе који утичу на хидролошке процесе у речном сливу (геоморфолошки, геолошки, педолошки, хидрографски и метеоролошки) не може утицати никаквим мерама.

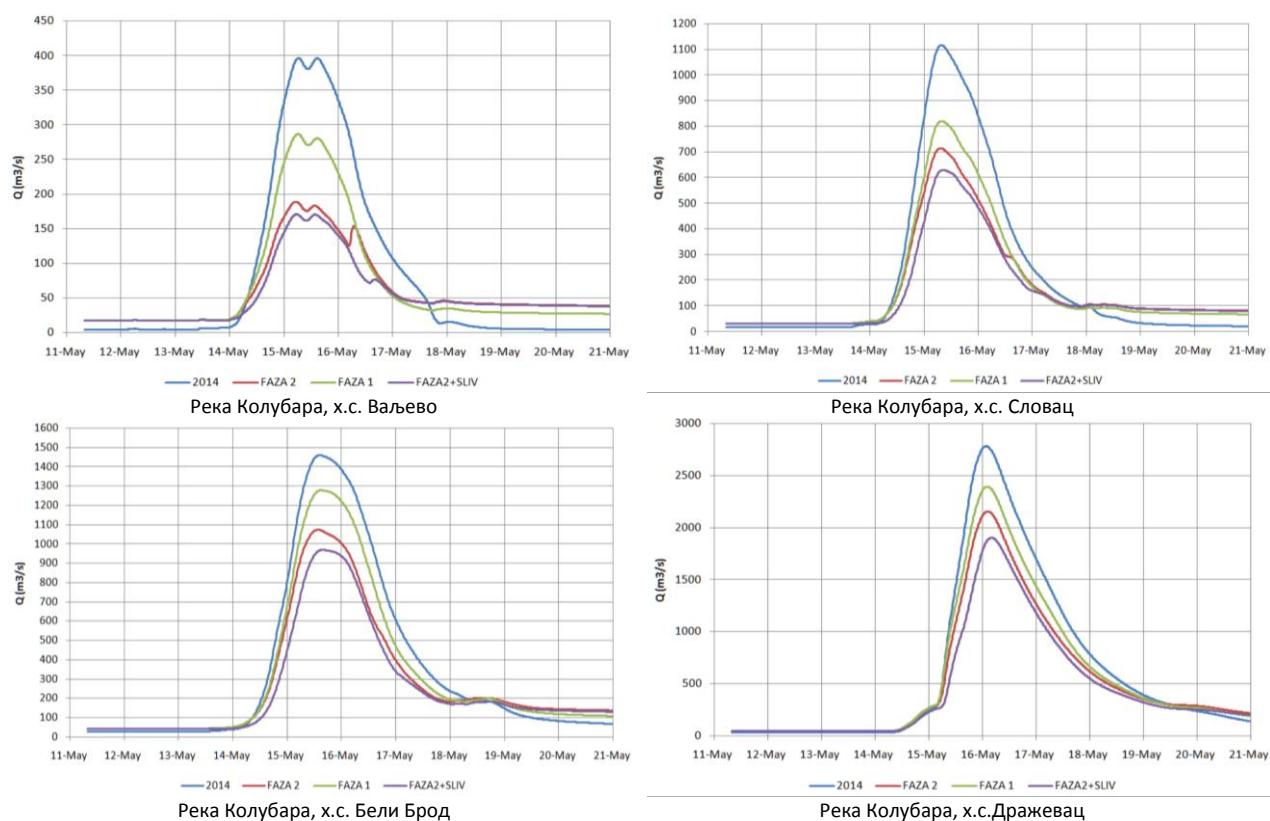
Притом треба имати у виду да је обрадиво земљиште доминантно у сливу Колубаре. Највећи проценат заступљености имају комплекси култивираних парцела (37%), затим претежно обрадива земљишта с већим подручјима природне вегетације (26%). Пољопривредна земљишта и листопадне шуме (које заузимају 24% слива) покривају укупно 87% површине слива. Мање заступљене категорије су ненаводњавано обрадиво земљиште (5%) и пашњаци (3%).

Према резултатима експерименталних истраживања у САД, техничким, биотехничким и биолошким мерама и радовима се може обезбедити одређена редукција отицаја, што је приказано у табели 1.19.

Табела 1.19. Редукција отицаја услед техничких, биотехничких и биолошких мера и радова

| Категорија                              | Редукција отицаја ( % ) |
|-----------------------------------------|-------------------------|
| Шумско земљиште                         | 40 - 80                 |
| Травњаци и травни водопутеви            | 20 - 40                 |
| Конзервисано природно мочварно земљиште | 10 - 20                 |
| Вештачки ветланди                       | 20 - 40                 |
| Противерозионе агротехничке мере        | 50 - 75                 |
| Микроретензије (локве)                  | 10 - 20                 |

У Студији се оцена хидролошког ефекта уређења слива заснивала се на стандардној методи детерминисања коефицијента отицаја по методи SCS, са параметром CN. Извршена је хидролошка анализа, чији су резултати приказани на неколико репрезентативних профила у сливу Колубаре. На слици 1.32. приказани су хидрограми великих вода дуж Колубаре за садашње стање, стање после изградње 1. фазе система ретензија (до 2025. године), као и 2. фазе система ретензија, без и са имплементације мера на уређењу сливова (до 2035. године).



Слика 1.32. Реконструисани хидрограми великих вода 2014. године дуж Колубаре са приказом ефекта планираних ретензија и уређења слива

На основу приказаних хидрограма се може констатовати да је хидролошки ефекат уређења слива Колубаре значајан, јер се пик поплавног таласа из 2014. године може смањити 10-15 %. Степен смањења зависи од структуре коришћења земљишта – тамо где је веће учешће шума и пољопривредног земљишта са предвиђеним радовима на уређењу добијају се значајнији ефекти на редукцији  $Q_{max}$ . Посебно треба истаћи редукцију пика поплавног таласа на крајњем низводном профилу Колубаре (в.ст. Дражевац), за 12 %.

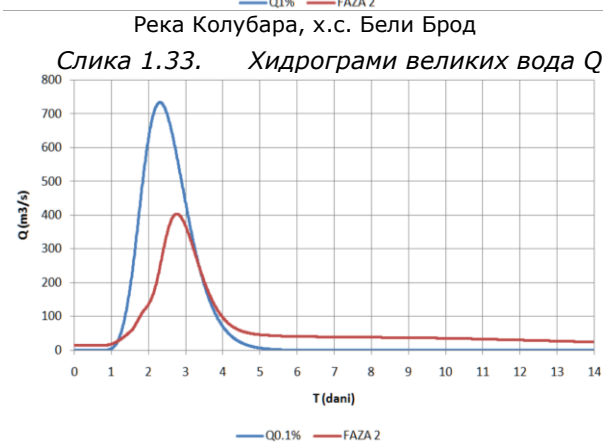
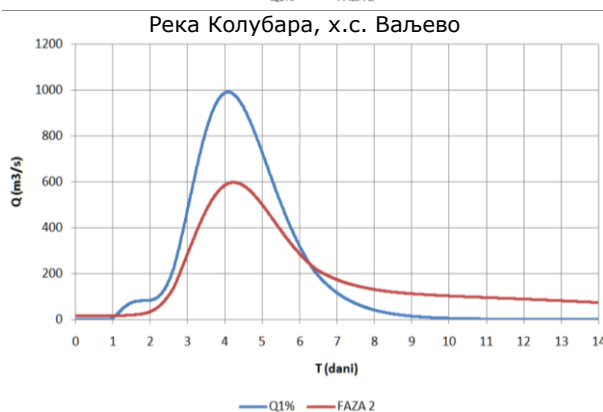
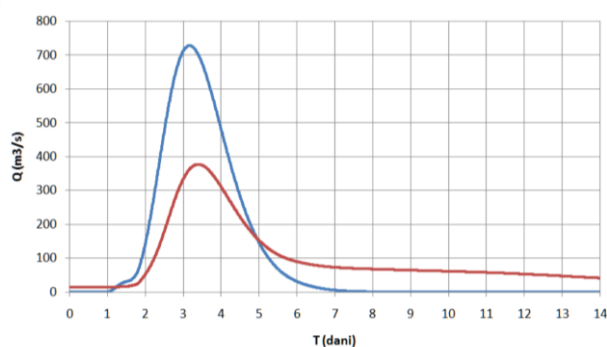
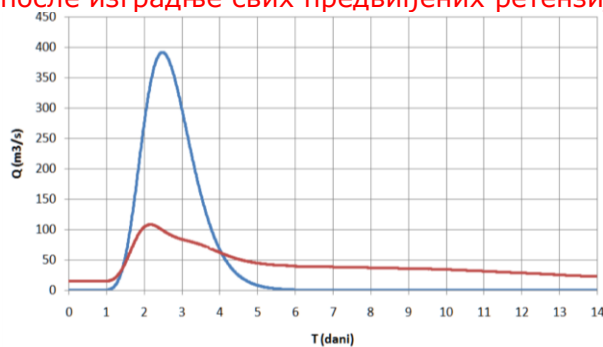
У овом делу Студије је размотрено и засипање планираних ретензија у сливу Колубаре. Закључено је да се специфично доспевање наноса из гравитирајућих сливова налази у распону од 337–1235  $m^3/km^2god$ . Међутим, с обзиром на мале сливне површине ретензија (5-133  $km^2$ ), укупни годишњи улаз наноса би био у дијапазону од 1850–112600  $m^3/god$ , што чини врло мали проценат запремине ретензије (0,1–2,1 %). Констатује се да је проблем засипања наносом будућих ретензија минималан, јер су наносне насlage у ретензијама су неупоредиво мање од запремине ретензионог простора.

Улаз наноса би, у случају појаве екстремно великих вода, када је знатно појачана ерозиона продукција наноса, био значајнији. На пример, у једном таласу 100-годишње велике воде, улаз наноса заузимао и преко 40 % запремине акумулације. Међутим, у дугорочном периоду засипање ретензија наносом не би проузроковало веће проблеме, јер се због специфичног режима пражњења, у њима се не би задржавао сав нанос који доспева из слива, већ само део (приближно око 50 %).

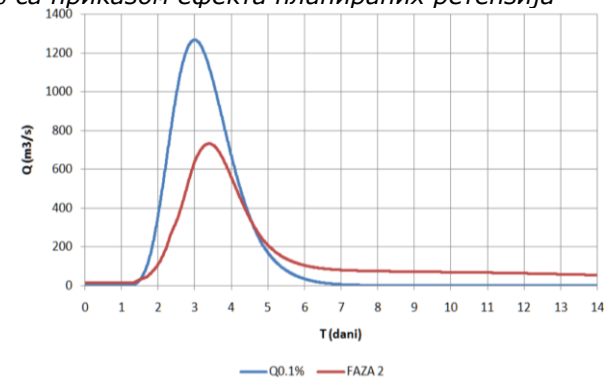
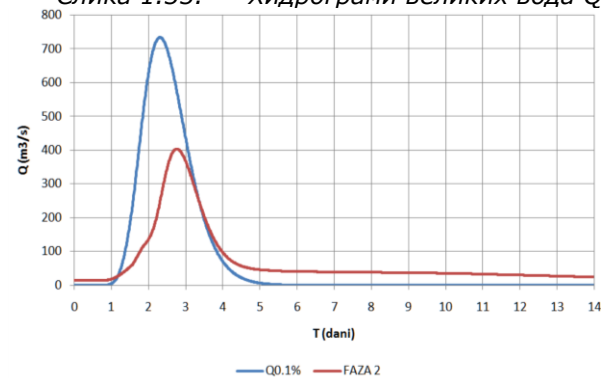
Комплекс мера за уређење слива би утицао на интензитет ерозионих процеса у сливу Колубаре, што би се одразило на улаз наноса у будуће ретензије. Овај утицај би се манифестовао на два начина: преко смањења отицаја у сливу и преко редукције ерозионе продукције наноса. Ако би се проценило да се ефекат комплекса мера за

уређење слива на редукцију отицаја налази у распону од 10-15 %, онда би ефекат на смањење засипања акумулација био у распону од 20-30 %.

Сумарни ефекти предложених радова и мера на сливу Колубаре су проверени и за услове завршене 2. фазе, хидролошким прорачунима чији су резултати за 100-годишњу и 1000-годишњу поплавну ситуацију приказани на сликама 1.33 и 1.34. На сликама су приказани теоријски хидрограми наведених повратних периода природном стању, као и после изградње свих предвиђених ретензија.

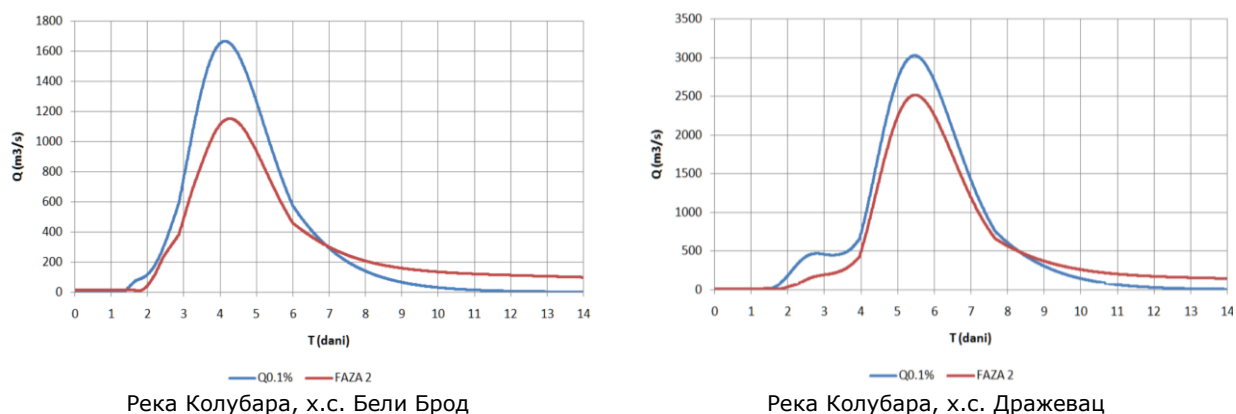


Слика 1.33. Хидрограми великих вода  $Q_{1\%}$  са приказом ефекта планираних ретензија



Река Колубара, х.с. Ваљево

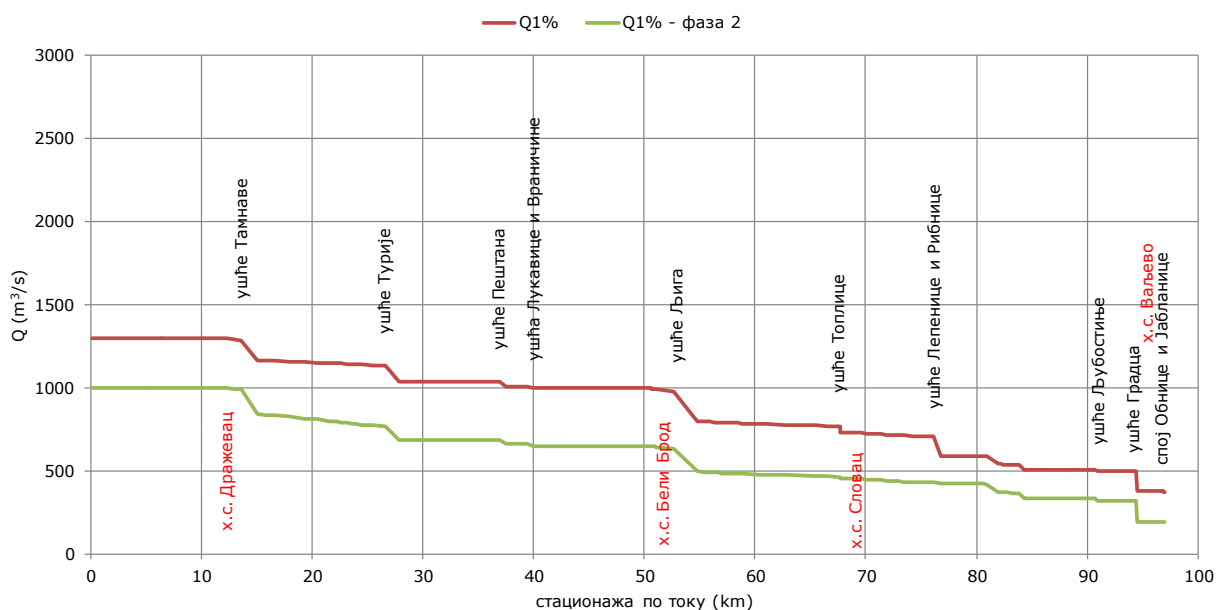
Река Колубара, х.с. Словац:



Слика 1.34. Хидрограми великих вода  $Q_{0,1\%}$  са приказом ефекта планираних ретензија

Хидрауличка анализа ефекта ретензија на нивое 100-годишње велике воде урађена је применом модела који је иницијално коришћен за реконструкцију поплаве 2014. године. Међутим, како су испитивани ефекти који би се достигли 2035. године, у модел су унете и друге планиране измене: изграђен аутопут Е-763 и измештена корита Колубаре и Пештана (у оквиру 3. фазе развоја површинских копова Колубарског басена).

На слици 1.35. приказан је подужни профил промене протока дуж тока Колубаре, за 2 сценарија: (1) појава 100-годишње велике воде у садашњем стању слива и (2) појава 100-годишње велике воде, али уз претпоставку да су изграђене све планиране ретензије. Констатује се да се да би дуж целог тока Колубаре били битно побољшани услови заштите од поплава при појави 100-годишње велике воде. Низводно од ушћа Љига проток би био редукован са  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$  на око  $650 \text{ m}^3/\text{s}$ , а низводно од ушћа Тамнаве са  $1300 \text{ m}^3/\text{s}$  на  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Слика 1.35. Приказ ефекта система ретензија дуж тока Колубаре – сценарио 100-годишње поплаве

У Свесци 3.4 је посебна пажња посвећена одређивању меродавног протока за реконструкцију насипа на најнизовдној деоници Колубаре. Постојећи насип не обезбеђује заштиту од 100-годишње велике воде, која према хидролошкој анализи извршеној у овој Студији (на основу низа који укључује и реконструисан пик таласа из

2014. године) износи  $1300 \text{ m}^3/\text{s}$ . Према новим стратешким опредељењима, потребан степен заштите подручја Обреновца је  $1/1000$ .

Максимални проток у таласу 1000-годишње воде је сличан оном из 2014. године (да није било изливања у површинске копове) и износи око  $2900 \text{ m}^3/\text{s}$ . Услед изливања воде у узводно, природно плавно подручје, пик би се смањιο на око  $2300 \text{ m}^3/\text{s}$ . Природне плавне површине између ушћа Турије и ушћа Тамнаве треба очувати у садашњем стању, уз евентуалну локалну заштиту насеља.

Изградњом система ретензија у сливу Колубаре максимални проток у таласу 1000-годишње воде би се редуковао на  $2515 \text{ m}^3/\text{s}$ , док би се мерама уређења слива редуковао за још око 10 %, на приближно  $2250 \text{ m}^3/\text{s}$ .

На основу наведеног, предложено је да се насипи у доњем току Колубаре реконструишу на меродавни проток од  $2300 \text{ m}^3/\text{s}$ , који наилази на коту 77,60 мпм на ушћу у Саву. Тиме би се у почетку обезбедила заштита Обреновца од приближно 500-годишње велике воде, а уз реализацију свих планираних мера у сливу и од 1000-годишње велике воде.

У Свесци 3.4 је анализирана и интеракција аутопута Е-763 Београд-Јужни Јадран са водотоковима на сливу реке Колубаре. Аутопут се на траси од Обреновца (Барича) до Љига укршта се на више места са мањим и већим водотоковима који припадају сливу реке Колубаре. Аутопут прелази реку Колубару на два места (код Обреновца и код Лајковца), затим Тамнаву низводно од Уба и реку Љиг на четири места. Већим делом траса аутопута иде долином наведених река или се налази у њиховим потенцијално плавним зонама.

## 5.5 Економско вредновање предложеног решења

У Књизи 3: Унапређење заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 3.5 Економско вредновање предложеног решења приказане су економске анализе које су овој Студији урађене да би се утврдило да ли је предметни пројекат економски оправдан и финансијски изводљив и одржив.

Економске и финансијске анализе, као и анализе осетљивости и ризика, рађене су у складу са актуелним и савременим приступом у спровођењу економско-финансијских анализа, које се иначе користе и у земљама ЕУ<sup>1</sup>.

Примењени приступ је изабран због своје свеобухватности и усклађености са: 1) регулативом Европске комисије за одобравање средстава из донаторских и приступних фондова и 2) критеријумима међународних финансијских институција, које имају посебне кредитне линије за финансирање инфраструктурних пројеката локалне самоуправе.

Одлуке о улагањима у капиталне инфраструктурне инвестиционе пројекте, представљају важне одлуке, које доноси државна управа. Ове одлуке су обично везане за велика улагања финансијских средстава у садашњости, док се користи остварују у дугом низу година у будућности. Услед тога је одлучивање о дугорочном улагању јавних средстава у инвестиционе пројекте повезано са високом неизвесношћу (ризиком) остваривања очекиваних друштвено-економских резултата улагања. Ниво неизвесности може да смањи способност стручњака да добро процењују потребан ниво

<sup>1</sup> „Guide to cost-benefit analysis of investment projects, prepared for Evaluation Unit DG Regional Policy European Commission, 2008”.

улагања, користи и економске ефекте инфраструктурних инвестиционих улагања, кретање цена на тржишту и ризике реализације пројекта.

Резултати спроведене СВА анализе недвосмислено указују да сви релевантни параметри СВА анализе имају задовољавајуће вредности у складу са критеријумима оцене ефективности пројекта.

Резултати спроведене анализе осетљивости за промену улазних параметара како је дато у претходном приказу показују значајну резистентност на њихове задате промене. Наиме при свим променама параметри СВА анализе и даље остају изнад граничних вредности.

Како се класична анализа осетљивости ограничава на варирање појединих параметара, док остали параметри остају непроменљиви, ти недостаци су превазиђени спроведеном анализом ризика и профила ризика Пројекта. Сагледавањем профила ризика пројекта, уочава се да не постоји ризик остварења негативних вредности.

Све ово указује да ће Пројекат уколико се остваре пројектоване вредности уз њихову дистрибуцију вероватноће остварења допринети бољитку заједнице.

## **5.6 Утицај предложеног решења на социјалне чиниоце**

У Књизи 3: Унапређење заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 3.6 Утицај предложеног решења на социјалне чиниоце дат је приказ методологије и критеријума за оцену утицаја, процена утицаја предложеног решења у социјалној сфери, основни резултати анкетног истраживања рађеног за потребе израде Студије, предлог програма континуираног праћења утицаја планираних решења на социјалне чиниоце, предлог подстицајних мера за ублажавање неповољних утицаја Студије на социјалне чиниоце.

За потребе израде овог дела студије, направљена је анкета – упитник, који је подељен представницима локалне самоуправе. Групе су биле контактиране од стране локалних повереника, који су добили детаљна упутства о расподели упитника којим су прикупљани подаци. Осим упитника, као методе избора коришћени су и остали начини прикупљања података (расположиви званични статистички подаци Републичког завода за статистику, сродне стручне студије и научна истраживања, посматрање, карте, орто-фото снимци, важећа урбанистичко-планерска документација и сви други расположиви подаци државних органа локалних самоуправа, који су релевантни за обраду теме).

Критеријуми за оцену утицаја предложеног решења на социјалне чиниоце дати су у наредним табелама.

Табела 1.20. Критеријуми за оцењивање величине утицаја

| Величина утицаја | Ознака | Опис                                                           |
|------------------|--------|----------------------------------------------------------------|
| Већи             | - 2    | У већој мери утиче на социјалне чиниоце                        |
| Мањи             | - 1    | У мањој мери утиче на социјалне чиниоце                        |
| Нема утицаја     | 0      | Нема директног утицаја на социјалне чиниоце/или нејасан утицај |
| Позитиван        | +1     | Мањи позитивни утицаји на социјалне чиниоце                    |
| Повољан          | +2     | Повољни утицаји на социјалне чиниоце                           |

Табела 1.21. Критеријуми за вредновање просторних размера утицаја

| Значај утицаја | Ознака | Опис                                   |
|----------------|--------|----------------------------------------|
| Регионални     | Р      | Могућ утицај на нивоу региона          |
| Општински      | О      | Могућ утицај на нивоу општине          |
| Локални        | Л      | Могућ утицај на микролокацијском нивоу |

Табела 1.22. Скала за процену вероватноће утицаја

| Вероватноћа | Ознака | Опис             |
|-------------|--------|------------------|
| 100%        | С      | Утицај извесан   |
| више од 50% | В      | Утицај вероватан |
| мање од 50% | М      | Утицај могућ     |

У наредној табели за сваки предвиђени објект дата је процена утицаја на социјалне чиниоце.

Табела 1.23. Процена величине утицаја на социјалне чиниоце

| Планирана решења                                                           | Значај утицаја планираних решења студије на социјалне чиниоце |                   |             |         |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|---------|
|                                                                            | величина                                                      | просторне размере | вероватноћа | трајање |
| ИЗГРАДЊА АКУМУЛАЦИЈА / Ретензиони базени                                   |                                                               |                   |             |         |
| Стубо-Ровни (аккумуляција и брана)                                         | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Каменица (ретензиона брана)                                                | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Памбуковица (ретензиона брана)                                             | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Причевић (ретензиона брана)                                                | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Златарић (ретензиона брана)                                                | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Кључ (ретензиона брана)                                                    | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Ђурђевац (ретензиона брана)                                                | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Струганик (ретензиона брана)                                               | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Словац (ретензиона брана)                                                  | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Угриновци (ретензиона брана)                                               | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Ивановци (ретензиона брана)                                                | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Рудовци (ретензиона брана)                                                 | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Крушевица (ретензиона брана)                                               | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Бистрица (ретензиона брана)                                                | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Трбушница (ретензиона брана)                                               | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Даросавица (ретензиона брана)                                              | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Венчане (ретензиона брана)                                                 | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Миросављци (ретензиона брана)                                              | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Рожанци (ретензиона брана)                                                 | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Бељаница (ретензиона брана)                                                | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Грачица (ретензиона брана)                                                 | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| ИЗГРАДЊА И ОЈАЧАЊЕ НАСИПА                                                  |                                                               |                   |             |         |
| Ојачање насипа и изградња обалоутврда на Колубари низводно од Ваљева ППРС  | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Реконструкција насипа Колубаре (Обреновац)                                 | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Одбрамбени насипи за заштиту тамнавских копова (изградња и реконструкција) | +2                                                            | Л                 | С           | Д       |
| ПРОТИВЕРОЗИОНИ РАДОВИ                                                      |                                                               |                   |             |         |
| Заштита слива Колубаре и сливова мањих водотокова                          | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Противерозиони радови у сливу акумулације Стубо-Ровни                      | +2                                                            | Р                 | С           | Д       |
| Противерозиони радови на другим подручјима                                 | +1                                                            | Л                 | С           | Д       |

Проценом утицаја је констатовано да планирана решења остварују низ позитивних ефеката. Идентификовани негативни утицаји доминантно се односе на одређене радове и активности ради реализације планираних решења реализације Студије.

У свесци 3.6. дат је преглед планираних решења која су укључена у процену утицаја студије на социјалне чиниоце, затим могући негативни утицаји, као и основне мере за ублажавање неповољних утицаја, са посебним освртом на опште мере на нивоу Републике и градова, као и институција које ће бити задужене/одговорне за спровођење подстицајних мера за ублажавање негативних утицаја.

У овом делу Студије предвиђене су и подстицајне мере за ублажавање неповољних утицаја на социјалне чиниоце у току имплементације Студије.

Надлежне институције (државне и локалне) потребно је да буду организоване на начин да експертски могу да оцењују и процењују ефекте предвиђених подстицајних мера у току имплементације пројекта. За спровођење програма евалуације на државном нивоу била би надлежна републичка министарства, док би на нивоу градова и општина били одговорни градски/општински секретаријати за друштвене делатности и социјалну заштиту, као и секретаријати за пољопривреду, водопривреду, шумарство/екологију и сл.

Програм евалуације би се спроводио континуирано, а интервал праћења би се задржао на редовним годишњим извештавањима.

## 5.7 Утицај предложеног решења на животну средину

У оквиру Књиге 3: Унапређење заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 3.7: Утицај предложеног решења на животну средину дат је приказ простора на коме предвиђени радови и мере имају утицај на животну средину, приказ методологија и критеријума за оцену утицаја на животну средину, процена утицаја на животну средину (на режим и квалитет површинских и подземних вода, земљиште, екосистеме, биодиверзитет, амбијенталне вредности итд.), опис мера за спречавање и смањење штетних утицаја и програм праћења утицаја на животну средину.

Утицај на животну средину обухвата квалитативни и квантитативни приказ могућих промена у животној средини за време извођења пројекта, редовног рада, и за случај удеса, као и процену да ли су промене привременог или трајног карактера, а нарочито у погледу: режима и квалитета површинских и подземних вода, ваздух, екосистема, биодиверзитета, амбијенталних вредности итд; земљишта, намене и коришћења површина (изграђене и неизграђене површине, употреба пољопривредног, шумског и водног земљишта и сл.); природних добара посебне вредности и непокретних културних добара, њихове околине и сл. и пејзажних карактеристика подручја и сл.

Везано за утицај предложеног решења на режим и квалитет површинских и подземних вода, констатује се да предвиђен начин рада ретензија – стално отворени темељни испусти и време пражњења ретензионог простора у трајању од 10 – 15 дана позитивно утиче на режим површинских вода пошто редукује поплаве, не утиче на режим средњих и малих вода. Утицај на подземне воде је краткотрајан и изразито локалан (у зони ретензионог простора и у кратком периоду док је ретензија пуна).

Што се утицаја изграђених објеката на екосистем, биодиверзитет и амбијенталне вредности, закључено је да је он позитиван, пошто се предвиђеним објектима побољшавају услови заштите од поплава и тиме уједно штити екосистем, биодиверзитет и амбијенталне вредности.

Утицај предвиђених објеката на саобраћајнице, инфраструктурне објекте и становништво је такође позитиван, као и на културно историјска добра. О овом утицају се водило рачуна приликом избора ретензионих простора.

Појаву клизишта у ретензионим просторима потребно је картирати у наредним фазама израде пројектне документације.

Једина могућа акцидентна ситуација током експлоатације објеката је пролом бране. Све пројектоване бране су високе (или грађевинска висина веће од 15 m или ретенциони простор већи од 1.000.000 m<sup>3</sup>), па је потребно у наредним фазама израде пројектне документације урадити прорачун пропагације таласа услед пролома брана. Овај прорачун би послужио за дефинисање плавних зона и пројектовање система за осматрање, обавештавање и узбуњивање.

Што се мера за спречавање и смањење штетних утицаја, у овом делу студије дефинисане су мере за спречавање и смањење штетних утицаја у току градње, програм пресељења становништва, као и мере очувања станишта и биолошке разноврсности.

На крају овог дела студије дат је програм праћења утицаја на животну средину. Потребно је на водотоковима где су предвиђене ретензије извршити мониторинг статуса воде, два пута годишње, при чему је потребно пратити фитобентос и водене макробескичмењаке, као индикативне биолошке елементе квалитета за дати тип водотока. Предлог је да се праћење статуса врши једном годишње у периоду извођења радова, као и две године након завршетка радова, а минимум једном у четири године у периоду који следи, како би се могло прецизно анализирати стање биолошке разноврсности подручја, утврдити утицај измена животне средине, као и да би се благовремено предвиделе одговарајуће мере за смањење негативних утицаја.

## 5.8 Смернице за смањење ризика од поплава у сливу Колубаре

Ризик од поплава на сливу Колубаре не може се у потпуности елиминисати, већ се само може смањити на друштвено и економски прихватљиву меру, полазећи од принципа управљања ризиком од поплава који се примењују широм света.

Комплекс инвестиционих и неинвестиционих мера којима се може смањити ризик од поплава у сливу Колубаре детаљно је описан у Књизи 3: Унапређење заштите од великих вода у сливу Колубаре, Свеска 3.8: Смернице за смањење ризика од поплава у сливу Колубаре.

Ризик од поплава је функција угрожености, изложености и рањивости<sup>2</sup>:

- Угроженост је могућност појаве поплавног догађаја (природно изазваног или услед деловања људи) који би могао изазвати штетне последице по здравље људи, укључујући повреде и губитак живота, имовину, инфраструктуру, егзистенцију, услуге и природне ресурсе. У том смислу, угроженост представља само потенцијал за штету и губитке. Јавља се тамо где постоји опасност од плављења и расте са дубином воде, брзином тока и трајањем плављења. Угроженост од поплава, као „природна“ компонента ризика од поплава, ће се погоршати у условима климатских промена.
- Изложеност поплави се односи на присуство људи, природних ресурса, инфраструктуре или привредних, друштвених или културних добара на местима која би могла бити погођена поплавом.
- Стварне последице поплава зависе од тога колико су људи и добра рањиви у погледу опасности и штете. Ово обухвата свест о ризицима од поплава, њихову спремност, знање шта треба чинити током поплаве, приступ службама надлежним за ванредне ситуације и подршку после поплаве.

---

<sup>2</sup> Kron, 2005; IPCC, 2012

Ова дефиниција ризика од поплава је веома значајна за планирање управљања поплавама, јер се ради редукције сваког од 3 поменута аспекта ризика примењују различити типови мера.

Планиране **мере за смањење угрожености од поплава** у сливу Колубаре су инвестиционе:

1. Изградња објеката за прихват и редукцију поплавних таласа - чеоних ретензија у вршним деловима слива притока Колубаре;
2. Извођење противерозионих мера и мера за природно ретензирање воде у сливу;
3. Реконструкција насипа ради подизања степена заштите најважнијих подручја.

Инвестициона вредност објекта и активности на припреми потребне планске и техничке документације су дате у Књизи 5 ове Студије.

Међутим, у групу мера за смањење угрожености се сврставају и следеће неинвестиционе мере, које су детаљније описане у Свесци 3.8 ове Студије:

1. Праћење, контрола и редовно одржавање водних објеката
2. Стварање основа за организовану и ефикасну одбрану од поплава:
  - Припрема Општег и Оперативног плана за одбрану од поплава;
  - Дефинисање и преиспитивање критеријума за проглашење фаза одбране од поплава;
  - Ажурирање/припрема правилника за управљање режимом коришћења акумулација. Од 11 брана са акумулацијама на сливу Колубаре данас су само 3 акумулације укључене у систем заштите од поплава, а само за једну постоји упутство за управљање. Све бране се морају укључити у будући систем за заштиту од поплава. Да би се акумулације могле користити у сврху управљања поплавама, потребно је да се за сваку од њих разради одговарајуће оперативно упутство за управљање, имајући у виду све намене, па и заштиту од поплава;
  - Ажурирање/израда техничке документације за водне објекте за заштиту од поплава, ерозије и бујица;
  - Ажурирање/израда катастра водних објеката, катастра ерозије и бујица и унос података у ВИСС;
  - Подизање капацитета стручњака и надлежних институција;
  - Подизање капацитета локалних самоуправа за учешће у одбрани од поплава.
3. Оперативне мере током великих вода.

Основ за **смањење изложености поплавама** је припрема и имплементација регулативних и институционалних мера, које чини скуп мера дефинисаних законима, прописима, уредбама или на други начин, а којима се остварује одређена политика у погледу управљања поплавом угрожених подручја.

Највећи ефекат у погледу смањења изложености (односно смањења потенцијалних штета од поплава на угроженим подручјима) може се постићи у фази планирања коришћења тих терена. У томе, у духу постојећег Закона о планирању и изградњи, кључну улогу морају имати просторни планови и урбанистички планови свих категорија.

Мере за смањење изложености поплавама, наведене у свесци 3.8 ове Студије су:

1. Припрема и примена подзаконских аката којима се уређује начин коришћења поплавних и ерозионих подручја;

2. Зонирање терена према степену ризика и унос у просторне планове;
3. Израда карата угрожености и карата ризика од поплава;
4. Разграничење реално и потенцијално поплавних подручја (границе и дубине);
5. Преиспитивање величине и степена заштите штићених подручја;
6. Издавање услова и дозвола за изградњу у поплавним подручјима;
7. Израда и измена планске документације за ограничења у коришћењу и уређењу водног земљишта;
8. Друге мере за смањење изложености поплавама (грађевински прописи, општи захтеви за противпоплавно обезбеђење објеката).

Посебно је значајно да се идентификују и из поплавног подручја уклоне извори могућег загађења у случају поплаве. То су, пре свега, постројења за производњу енергије, производњу и прераду метала, индустрија минерала, хемијска индустрија, управљање отпадом и сличне активности.

Речне долине су одувек биле примамљиве за развој и изградњу, а у последње време много објеката је изграђено без дозволе. Нелегално изграђене објекте који представљају препреку течењу и тиме повећавају ризик од поплава потребно је уклонити из плавних зона.

Стање инфраструктурних објеката у речним долинама је потребно проценити са аспекта угрожености и извршити реконструкцију оних објеката који су угрожени или својом конструкцијом угрожавају околно подручје. Пuteви и пруге често представљају препреку течењу, што може бити пожељно или штетно, у зависности од положаја насеља или објеката. Код оваквих путева је потребно предвидети пропусте за евакуацију поплавне воде. У наредном периоду нове мостове је неопходно пројектовати и изводити тако да не буду препрека течењу великих вода и потребно је извршити реконструкцију постојећих мостовских прелаза недовољних габарита.

Мере заштите од ерозије, као и мере за побољшање природног ретензирања воде треба унети у шумске и пољопривредне основе.

Поред мера које се прописују на националном нивоу, постоји велики број мера које власници објеката могу и сами предузети у оквиру својих могућности у циљу самозаштите. При томе се, пре свега, мисли на превентивне мере за адаптацију објеката у циљу ублажавања штетних последица у случају поплаве. Да би се подстакли да примењују ове мере, неопходно је прво све кориснике информисати о угрожености њихове имовине поплавама одређене вероватноће појаве. За ове потребе од посебног значаја је израда карата угрожености (са приказом граница досезања поплаве и дубинама воде) и карата ризика (на којима се приказује имовина која је угрожена) од поплава. Затим је потребно дати примере на које начине грађани могу додатно заштити своје објекте.

Ради ограничавања начина коришћења водног земљишта, могућа су два приступа:

1. Експропријација земљишта, односно, принудан прелазак права својине из приватне у државну. Тиме се омогућује употреба водног земљишта у јавне сврхе које ће бити у складу са ризицима од поплава.
2. Стицање права коришћења уз извесне рестрикције. Ова мера се предузима ради компензовања власника због ограничења која му се постављају у односу на начин коришћења сопственог земљишта.

У циљу адекватног спровођења регулативно-институционалних мера, потребно је повећати ефикасност водне инспекцијске службе. Водна инспекција обавља послове који се односе на вршење непосредног надзора и предузимање мера за обезбеђивање

извршења закона, других прописа и општих аката који се односе на изградњу нових и реконструкцију постојећих објеката и друге послове. Водна инспекција не располаже довољним бројем инспектора.

Најважнија **мера за смањење рањивости** која је предложена у Студији је развој система управљања ризиком од поплава на сливу реке Колубаре. Овај систем треба да испуни следеће циљеве:

- Обједињавање свих релевантних хидролошких, метеоролошких, хидрогеолошких и других релевантних података, као и стварање услова за њихову доступност широком кругу субјеката;
- Доношење најповољнијих оперативних управљачких одлука у циљу спречавања или умањења ефеката поплава на предметном сливу;
- Доношење најповољнијих одлука у планирању и реализацији предвиђених објеката за одбрану од поплава узимајући у обзир циљеве свих корисника простора;
- Подршка процесу усаглашавања интереса у оквиру управљања сливом, успостављањем и промовисањем система за координацију и сарадњу;
- Едукација стручног кадра, путем дистрибуције резултата развоја и примене система за подршку одлучивању у виду научних и стручних публикација и
- Остваривање обавештености, разумевања и учешћа јавности у процесу управљања ризиком од поплава и заштити водног окружења.

Достизање ових циљева ће омогућити предложени **систем управљања ризиком од поплава на сливу реке Колубаре**, односно технички систем који се састоји од већег броја међусобно повезаних компоненти хардвера, софтвера, мерних објеката и инструмената и корисника система. Овај систем треба да:

1. омогући правовремено прикупљање података,
2. омогући правовремено детектовање екстремне хидролошке ситуације,
3. омогући анализу хидролошке ситуације и израду хидролошких прогноза,
4. омогући ширење информација значајних за упозоравање појединаца, заједница и организација које могу бити угрожене како би се припремили и на време реаговали чиме се смањује вероватноћа настанка штете или губитака,
5. омогући узбуђивање - обавештавање о непосредно наступајућој или насталој опасности од поплава,
6. пружи подршку изради и спровођењу оперативних планова одбране од поплава, а на основу анализа и хидролошких прогноза,
7. пружи подршку у доношењу одлука у вези планирања и реализације предложених објеката за одбрану од поплава.

Битан корак је модернизација хидрометеоролошког мониторинг система у сливу реке Колубаре, како би се обезбедили квалитетни подаци за успешнију примену развијених хидролошких и хидрауличких модела за заштиту од поплава. Неопходно је да се постепено постојеће хидролошке и метеоролошке станице реконструишу како би постале аутоматско – извештајне и да се прогусту мрежа осматрачких станица, како би се обезбедили подаци за важне притоке у сливу (Турија, Бељаница, Качер, Драгобиљ, Лепеница и Кладница).

Систем управљања ризиком од поплава на сливу реке Колубаре би имао бројне кориснике: Јавно водопривредно предузеће „Србијаводе“; Републички хидрометеоролошки завод; Министарство унутрашњих послова – Сектор за ванредне ситуације - Управа за управљање ризиком; Министарство пољопривреде и заштите животне средине – Републичка дирекција за воде; ЈП ЕПС – РБ Колубара; Локалне самоуправе на сливу Колубаре: Обреновац, Барајево, Сопот, Лазаревац, Коцељева,

Владимирци, Шабац, Осечина, Уб, Лајковац, Мионица, Љиг, Аранђеловац, Горњи Милановац и Косјерић, град Ваљево.

На сливу Колубаре заступљени су водотоци са бујичним хидролошким режимом и бујични токови, који имају кратко време најаве, односно, на којима је расположиво време за предузимање мера одбране од поплаве веома кратко. Систем благовременог упозоравања становништва је стога од пресудног значаја. Због потребне брзине реаговања, све то треба да функционише на локалном нивоу. Узбуђивање се врши путем медија и помоћу сирена, које је потребно редовно одржавати и проверавати. Потребно је размотрити и додатне начине узбуђивања, попут коришћења савремених технологија (на пример фиксни и мобилни телефони, друштвене мреже).

У складу са Законом о ванредним ситуацијама („Службени гласник РС“, бр. 111/2009) започета је израда планова заштите и спасавања у ванредним ситуацијама, који обухватају превентивне и оперативне мере за спречавање и умањење последица елементарних непогода, техничко-технолошких несрећа - удеса и катастрофа, као и снаге и средства субјеката система заштите и спасавања, њихово организовано и координирано ангажовање и деловање у ванредним ситуацијама у циљу заштите и спасавања људи, материјалних и културних добара и обезбеђења основних услова за живот. План заштите и спасавања у ванредним ситуацијама израђује се на основу процене угрожености. У току је израда плана за општину Обреновац.

У складу са Законом о ванредним ситуацијама, за координацију и руковођење заштитом и спасавањем у ванредним ситуацијама, као оперативно-стручна тела образују се штабови за ванредне ситуације, и то на више нивоа – од нивоа Републике (Републички штаб) до нивоа општине (Општински штаб). Ови органи управљају, између осталог, евакуацијом становништва из поплавног подручја.

Друге мере за смањење осетљивости становништва на поплаве се организују током и после поплаве и обухватају све облике прве помоћи, самопомоћи и узајамне помоћи и збрињавање повређених и оболелих, асанацију терена, материјалну помоћ при уклањању последица итд.

По проласку поплаве потребно је снимити трагове досезања воде, анализирати примењене мере одбране од поплаве и настале штете. На основу искустава из поплаве потребно је преиспитати концепт управљања великим водама на захваћеним водотокима и дати предлог даљег развоја система заштите од поплава, у оквиру студија као што је ова.

Едукација и подизање свести становништва о опасности од поплава је важна компонента управљања ризиком. Карте угрожености и карте ризика од поплава су основ за упознавање угрожених са проблематиком поплава у свом окружењу и у многостручно доприносе планирању служби за ванредне ситуације. Карте се стављају на увид јавности путем Водопривредног информационог система и просторних планова, а надлежним службама их је потребно доставити на захтев.

Осигурање представља механизам за распрострањавање губитака у времену и на релативно велики број субјеката који су изложени ризику на сродан начин. Оно не умањује ризик, али обезбеђује финансијску надокнаду носиоцу полисе када дође до губитака. Овом Студијом је, између осталог, утврђен обим и изложеност површина на сливу Колубаре поплавном ризику, са картирањем плавне зоне по вероватноћи великих вода. Дата је такође и процена просечне штете од поплава у угроженим зонама. Иако тачност резултата ове студије зависи од квалитета расположивих подлога, у Студији се налазе елементи који ће омогућити јасније сагледавање могућности и начина пословања осигурања против поплава.

---

## 6 ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ПОДАТАКА И РЕЗУЛТАТА СТУДИЈЕ У ВОДОПРИВРЕДНИ ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ (ВИС) И ИНТЕРНЕТ ПОРТАЛ

---

Просторни подаци који су или коришћени као подлога за анализе и прорачуне у оквиру Студије, или представљају резултате Студије који су просторно или географски дефинисани смештени су у ГИС базу података Студије (Kolubara\_SUnOP). Један од задатака Студије је да се коришћени подаци и резултати имплементирају у Водни информациони систем Србије (ВИСС), који је у надлежности Министарства пољопривреде и заштите животне средине, Републичка дирекција за воде (МПЗЖС-РДВ), а за чије одржавање је надлежно ЈВП „Србијаводе“.

Подаци садржани у ГИС бази Студије потичу из различитих извора:

1. подаци из ВИСС: (хидрографска мрежа, објекти за одбрану од поплава, бране, дигитални елевациони модел...);
2. подаци које је Извршилац у претходним активностима генерисао и припремао за унос у ВИСС и други подаци из фонда Извршиоца (границе општина, границе сливова и подсливова Колубаре, подаци из просторних планова и др.);
3. подаци који су јавно доступни (подаци о коришћењу земљишта CorineLandCover);
4. подаци које је Координатор преузео од надлежних институција за потребе израде Студије (скенирана Основна геолошка карта, поплавлена подручја и др.).

ГИС база података Студије је формирана као ArcGIS Personal Geodatabase са просторним и алфанумеричким подацима, груписаним у сетове података према тематском садржају.

Преглед садржаја ГИС базе података дат је у Књизи 4 Имплементација података и резултата Студије у Водопривредни информациони систем (ВИС) и интернет портал.

**Интернет портал** Студије, је формиран и одржаван од стране ЈВП „Србијаводе“, док је Извршилац током израде Студије перманентно обезбеђивао извештаје, документе и податке у циљу њиховог презентирања на порталу.

## 7 ПРИОРИТЕТИ И ФАЗНОСТ ИЗГРАДЊЕ ОБЈЕКТА

На основу извршених анализа дефинисан је систем објекта за постизање пројектованог степена заштите од поплава у сливу Колубаре. Систем чине:

1. Постојеће акумулације,
2. Нова акумулација Стубо-Ровни, за коју је потребно дефинисати режим управљања при великим водама,
3. Нове ретензије на притокама Колубаре,
4. Постојећи насипи и регулације речних корита,
5. Реконструисани насипи у зони површинских копова и нови објекти за заштиту термоелектране Колубара Б,
6. Реконструисани насипи у зони Обреновца.

Бочне ретензије на Колубари и Љигу су разматране, али нису ушле у коначан предлог због малих ефеката на режим великих вода.

Нови објекти се граде у 2 фазе, до 2025. године и до 2035. године:

- До 2025. године је планирана реконструкција насипа у зони Обреновца, 10 ретензија у сливовима најзначајнијих притока Колубаре и примена мера на уређењу сливова.
- До 2035. године би се систем заштите од поплава у сливу Колубаре комплетирао изградњом још 8 ретензија.

Истичемо да је први приоритет реконструкција насипа за заштиту Обреновца, коју треба започети одмах. Изградњу насипа за заштиту термоелектране Колубара Б треба ускладити са динамиком изградње овог објекта.

У табелама у наставку дат је предмер и предрачун радова 1. и 2. фазе за изградњу система објекта којима би се унапредило садашње стање заштите од поплава у сливу Колубаре.

Табела 1.24. Инвестициона вредност изградње 1. фазе објекта за унапређење заштите од поплава у Сливу реке Колубаре

| Објекат                           | Непосредни слив | Инвестициона вредност (€) | Остали трошкови* (€) | Укупно (€)     |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------|----------------|
| Ретензија Каменица                | Тамнава         | 11 369 039,00             | 1 136 904,00         | 12 505 943,00  |
| Ретензија Памбуковица             | УВ              | 5 279 764,00              | 527 976,00           | 5 807 740,00   |
| Ретензија Грачица                 | УВ              | 2 200 000,00              | 220 000,00           | 2 420 000,00   |
| Ретензија Златарић                | Обница          | 5 308 016,00              | 530 802,00           | 5 838 818,00   |
| Ретензија Кључ                    | Лепеница        | 22 953 451,00             | 2 295 345,00         | 25 248 796,00  |
| Ретензија Струганик               | Рибница         | 16 866 732,00             | 1 686 673,00         | 18 553 405,00  |
| Ретензија Словац                  | Топлица         | 6 932 742,00              | 693 274,00           | 7 626 016,00   |
| Ретензија Рудовци                 | Пештан          | 7 202 500,00              | 720 250,00           | 7 922 750,00   |
| Ретензија Крушевица               | Пештан          | 9 179 150,00              | 917 915,00           | 10 097 065,00  |
| Ретензија Трбушница               | Трбушница       | 3 515 300,00              | 351 530,00           | 3 866 830,00   |
| Ретензија Бистрица                | Бистрица        | 5 635 000,00              | 563 500,00           | 6 198 500,00   |
| Ретензија Даросавица              | Даросавица      | 2 402 200,00              | 240 220,00           | 2 642 420,00   |
| Надвишење насипа у зони Обреновца | Колубара        | 17 000 000,00             | 1 700 000,00         | 18 700 000,00  |
| Део објекта противерозоне заштите |                 | 5 400 000,00              | 540 000,00           | 5 940 000,00   |
| Укупно:                           |                 | 121 243 894,00            | 12 124 389,00        | 133 368 283,00 |

Остали трошкови су трошкови израде пројектне и планске документације, истражних радова, трошкови прибављања потребних сагласности, грађевинске дозволе, стручног надзора, пројектантског надзора, комисије за технички преглед, техничког пријема и остали трошкови инвеститора и рачунају се као 10 % трошкова свих радова и опреме.

Табела 1.25. Инвестициона вредност изградње 2. фазе објеката за унапређење заштите од поплава у Сливу реке Колубаре

| Објекат                             | Непосредни слив | Инвестициона вредност (€) | Остали трошкови* (€) | Укупно (€)    |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------|---------------|
| Ретензија Ђурђевац                  | Лепеница        | 5 597 854,00              | 559 785,00           | 6 157 639,00  |
| Ретензија Причевић                  | Обница          | 11 953 223,00             | 1195 322,00          | 13 148 545,00 |
| Ретензија Ивановци                  | Качер           | 11 325 394,00             | 1132 539,00          | 12 457 933,00 |
| Ретензија Угриновци                 | Драгобиљца      | 7 582 985,00              | 758 299,00           | 8 341 284,00  |
| Ретензија Венчане                   | Турија          | 6 451 829,00              | 645 183,00           | 7 097 012,00  |
| Ретензија Миросалци                 | Сибничка река   | 5 573 515,00              | 557 352,00           | 6 130 867,00  |
| Ретензија Рожанци                   | Сеона           | 3 103 236,00              | 310 324,00           | 3 413 560,00  |
| Ретензија Бељаница                  | Бељаница        | 7 687 426,00              | 768 743,00           | 8 456 169,00  |
| Део објеката противерозионе заштите |                 | 5 000 000,00              | 500 000,00           | 5 500 000,00  |
|                                     |                 | 64 275 462,00             | 6 427 546,00         | 70 703 008,00 |

Инвестициона вредност изградње објеката за унапређење заштите од поплаве у сливу реке Колубаре износи – **204 071 292,00 евра**.

У оквиру Књиге 5 ове Студије дата је динамика добијања грађевинске дозволе за предвиђене објекте када се може почети са радовима.