



ИНСТИТУТ ЗА ВОДОПРИВРЕДУ
„ЈАРОСЛАВ ЧЕРНИ“

СТУДИЈА

ИЗБОР ПОТЕНЦИЈАЛНИХ ЛОКАЦИЈА ЗА ПОСТАВЉАЊЕ МЕРНО РЕГУЛАЦИОНИХ СТАНИЦА И КИШОМЕРА ЗА РАНУ ДОЈАВУ ПОПЛАВНОГ ТАЛАСА НА ПОДРУЧЈУ ГРАДА УЖИЦА



Наручилац:

Град Ужице, Градска управа за инфраструктуру и развој града Ужица

Димитрија Туцовића 52, Ужице



Београд, 2019. год.



ИНСТИТУТ ЗА ВОДОПРИВРЕДУ
„ЈАРОСЛАВ ЧЕРНИ“

СТУДИЈА

ИЗБОР ПОТЕНЦИЈАЛНИХ ЛОКАЦИЈА ЗА ПОСТАВЉАЊЕ МЕРНО РЕГУЛАЦИОНИХ СТАНИЦА И КИШОМЕРА ЗА РАНУ ДОЈАВУ ПОПЛАВНОГ ТАЛАСА НА ПОДРУЧЈУ ГРАДА УЖИЦА

РУКОВОДИЛАЦ ПРОЈЕКТА

ИЗВРШНИ ДИРЕКТОР

мр Милутин Стефановић, дипл. инж. шум.

др Марина Бабић Младеновић, дипл. инж. грађ.

ГЕНЕРАЛНИ ДИРЕКТОР

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

Београд, 2019. год.



ИНСТИТУТ ЗА ВОДОПРИВРЕДУ
„ЈАРОСЛАВ ЧЕРНИ“

СПИСАК УЧЕСНИКА

Руководилац израде Студије

мр Милутин Стефановић, дипл. инж. шум.

Стручни тим

Зоран Симић, дипл. инж. грађ.

Никола Златановић, дипл. инж. грађ.

Александра Орлић Момчиловић, дипл. инж. грађ.

Јелена Чотрић, дипл.инж.шум.

Милета Милојевић, дипл.инж.шум.

Младен Костић, дипл.инж.геод.

Александар Дишлијески, виши технички сарадник

Консултант

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

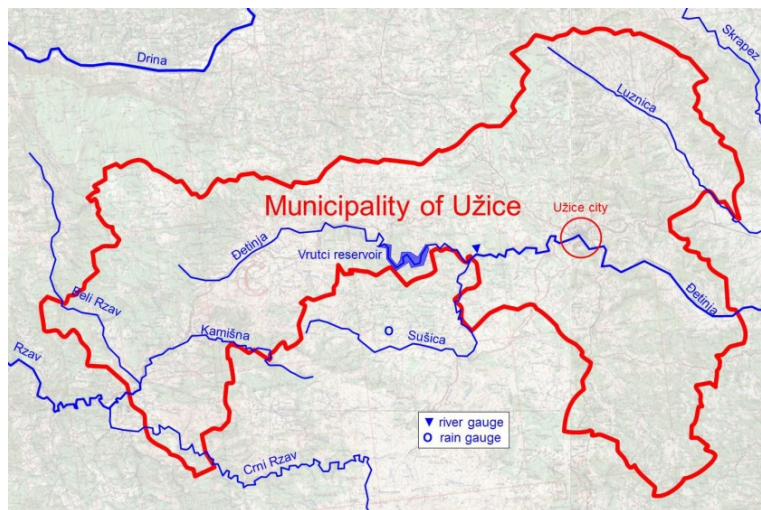
ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК

**ЗА ИЗРАДУ СТУДИЈЕ ЗА ИЗБОР ПОТЕНЦИЈАЛНИХ ЛОКАЦИЈА ЗА
ПОСТАВЉАЊЕ МЕРНО РЕГУЛАЦИОНИХ СТАНИЦА И КИШОМЕРА ЗА РАНУ
ДОЈАВУ ПОПЛАВНОГ ТАЛАСА НА ПОДРУЧЈУ ГРАДА УЖИЦЕ**

1. УВОД

На територији града Ужица, укупне површне од 667 км², према Одредбама Закона о водама („Сл. гласник РС“ бр 30/2010, 93/12 и 101/2016) извршена је подела површинских вода према значају које имају за управљање водама на воде I реда и воде II реда.

Водотокови I реда на територији града Ужица налазе се на два водна подручја и то: реке Ђетиња и Велики Рзав припадају водном подручју Морава, а реке Бели и Црни Рзав које се уливају у Рзав припадају водном подручју Сава. (слика 1). Остали водотоци су II реда.



Слика 1: Град Ужице са рекама Ђетиња, Сушица, Лужница, Бели и Црни Рзав и Kamišna

Главна опасност од поплава на територији града Ужица потиче од великих вода река Ђетиње, Белог и Црног Рзава и Лужнице, као и бројних водотока који се уливају у наведене реке. (Прилог 1)

Због планинског карактера подручја, водени токови имају бујични карактер. Поплаве обично долазе изненада, уз брзо повећање протицаја. Најважније сливно подручје је слив реке Ђетиње, која протиче кроз уже градско језгро Ужица.

Град Ужице очекује значајно смањење опасности од поплава, постављањем ефикасног система за рано упозоравање од поплава на читавој својој територији. Систем ране најаве од бујица је добар уколико даје пар сати за реаговање у случају бујица. У случају Ужица, суштински интерес је одбрана од бујица градског језгра, индустрије, главних саобраћајница путне и железничке инфраструктуре.

Са циљем да се дефинише локација за водомерне и метеоролошке станице за рано упозорење и заштиту ужег градског језгра Ужица, ЈП "Дирекција за изградњу" – град Ужице је инвестирао израду "Студија за постављање мерно-регулационих станица и кишомера у сливу реке Ћетиње и система раног упозорења" - Институт за водoprивреду "Јарослав Черни", Београд, 2014. У оквиру поменуте Студије на бази расположивих податка и хидролошко хидрауличких прорачуна одређена је једна локација за водомерну станицу на локацији Стапари као и локација за кишомерну станицу у сливу Ћетиње (на реци Сушици).

Да би се направила мрежа мерних станица и одредиле потенцијалне локације водомерних и метеоролошких станица на подручју града Ужица, потребно је урадити ову Студију за избор потенцијалних локација за постављање мерно регулационих станица и кишомера за рану дојаву поплавног таласа на подручју града Ужица. Студија ће се бити полазна основа и база за уградњу мерне опреме.

Студија се ради у оквиру „Пројекта смањења ризика од елементарних и других непогода у општинама у Србији, а набавку и инсталацију опреме ће на бази ове Студије финансирати Влада Швајцарке Конфедерације, Државни секретаријат за економске послове (SECO), у оквиру посебног Уговора.

2. ПОДЛОГЕ

2.1. Постојећа техничка документација и расположиви подаци

- Прикупити и анализирати постојеће пројекте и студије од значаја;
- Прикупити и анализирати расположиве метеоролошко-климатолошке и хидролошке податаке;
- Прикупити и анализирати потребне картографске подлоге (топографске, педолошке, геолошке) из одговарајућих фондова. На основу прикупљених података и анализа дати и утицаје на услове отицања воде са слива:
 - Земљишни покривач и коришћење земљишта,
 - Заступљеност типова земљишта,
 - Геолошки састав сливних подручја.
- Извршити анализу хидрографских карата предметних сливова и на бази тога одредити профиле за хидролошке анализе;

- Прикупити податке о постојећим мерним станицама на регионалном нивоу и дати приказ постојећих станица.

2.2. Теренски истражни радови

- Извршити детаљно рекогносцирање терена и мерење јачине сигнала мобилних мрежа за потребе избора најбољих локација за осматрачки систем, тј. за локације за постављање метеоролошких станица у сливу и локације на токовима за постављање ултразвучних или радарских сензора са пратећом комуникационом опремом.
- За изабране локације на токовима извршити и геодетско снимање за потребе хидролошких и хидрауличких анализа.

2.3 Хидролошко - климатолошке анализе и прорачуни

- Прорачуни великих вода за изабране профиле
Са циљем да се дефинишу карактеристике великих вода на изабраним профилима анализираних токова потребно срачунати максималне протицаје велике воде за вероватноће појаве од 1%, 2%, 5% и 10% (за повратне периоде од 100, 50, 20 и 10 година.)
- Анализа киша јаког интензитета
Анализирати падавине, као улазни параметар у моделу падавине-отицај, и користити их у облику зависности "максимална висина кише - трајање - вероватноћа појаве" (Н-Т-Р криве) за кише јаког интензитета, а кратког трајања. Срачунати губитке кише и ефективне кише.
По спроведеном поступку прорачуна приказати резултате максималних протицаја за вероватноће појаве $p=1\%$, $p=2\%$, $p=5\%$ и $p=10\%$ (повратни периоди од 100, 50, 20 и 10 година) и рачунске хидрограме таласа великих вода.
- Хидрауличке анализе у зонама локација изабраних осматрачких профила
Извршити неопходне хидрауличке анализе са циљем да се дефинишу нивои водостаја за различите протицаје. Прорачуне и анализе урадити за све потенцијалне хидрометријске профиле на којима ће да се осматрају водостаји.
- Прорачун критеријума за рану дојаву, бујичних киша и бујичних надолазака
На основу изведених прорачуна и анализа приказати вредности интензитета падавина и нивоа воде на осматрачким профилима које представљају граничне вредности за алармирање.

3. ЗАДАТАК

Задатак ове Студије је да се на бази постојећих податка, хидролошко хидрауличких анализа и прорачуна предложи локације за постављање мерно водомерних и кишомерних станица за рану дојаву поплавног таласа на територији града Ужица, као и да се дају критеријуми које треба да испуни мерна опрема.

Концепција система ране дојаве за подручје града Ужице треба да се заснива на распореду локација за осматрање, тако да се све осматрачке локације налазе узводно од главних штићених добара и тиме гарантују правовремену регистрацију бујичних киша и појаву бујичних таласа, што даје додатно време за реаговање. Процена је да би овакав распоред локација система ране најаве дао Ужицу бар 3-6 сати времена за реаговање, а за Севојно и Пожегу и даља низводна насеља до ушћа у Западну Мораву, још и више. Одредити локације за постављање мерних станица на основу дефинисаних зона ризика.

Систем мерних станица за ране дојаве за подручје града Ужица треба дефинисати тако да може бити интегрисан у регионални систем ране дојаве као и у одговарајуће системе на нивоу Републике (односно систем ране дојаве од поплава који одржава и контролише Републички Хидрометеоролошки Завод Србије (РХМЗ)). Метеоролошке станице треба да су у складу са стандардима станица које одржава Републички хидрометеоролошки завод Србије (РХМЗ) и које ће се укључити у осматрачку мрежу и тиме побољшати временску прогнозу за специфичан регион.

Да би се предложиле локације за нове мерне водомерне и метеоролошке станице потребно је да се узму у обзир сви постојећи мерни уређаји, као и већ дефинисана локација за слив реке Ћетиње, која до данас није инсталирана. При дефинисању локација за остале мерне станице узети у обзир да се оне поставе на токовима који су изразито опасни по становништво, насеља, инфраструктуру и привредне објекте. За изабране локације дати листу приоритета за набавку и уградњу опреме по утврђеним критеријумима.

Пројектант је у обавези да сарађује са РХМЗ. На основу предложених потенцијалних локација и врсте опреме за уградњу метеоролошких станица и водомерних станица из Студије, Наручилац ће у сарадњи са РХМЗ-ом усвојити и предложити локације за набавку и уградњу опреме. Једна од локација за уградњу опреме је дефинисана Студијом из 2014. Године (у сливу Ћетиње), па ову локацију треба укључити у даље анализе.

На основу изведених прорачуна приказати вредности интензитета падавина и нивоа воде на осматрачким профилима које представљају граничне вредности за алармирање.

Свакако, да одговорним људима у систему одбране од поплава и другим будућим корисницима, нису потребни сви подаци које региструју мерни уређаји, већ само они који указују на опасност за настанак бујичне поплаве.

На основу анализе узрока до сада забележених бујичних поплава и базе осматрених података треба дефинисати критеријуме у виду граничних вредности за алармирање система за рано упозорење на бујичне поплаве. Дефинисати критеријуме за алармирање на основу падавина и критеријуме на основу водостаја.

Критеријуми треба да имају три степена, за падавине као и за водостаје који ће условити поступање одговорних субјеката према утврђеној процедури.

Први степен треба да сугерише повећање будности и приправности за реаговање у одбрани од бујичних поплава, други степен треба члановима штаба за ванредне ситуације да сугерише на стицање услова за проглашење редовне одбране од поплава, док аларм трећег степена треба на могућу потребу увођења ванредне одбране од поплава (ванредне ситуације).

У оквиру Студије дати опис, карактеристике и остале критеријуме које мора да задовољи мерна опрема и којих се будући Извођач мора придржавати при набавци и инсталацији опреме. Неопходна опрема треба да се састоји од:

- Опреме за праћење свих метеоролошких појава на сливу, од значаја за појаву бујичних таласа (више сензора).

Предвидети Метео станицу са сензорима за мерење количине падавина, интензитета падавина, температуре ваздуха, влажности ваздуха, брзине ветра, смера ветра, соларног зрачења, ултравиолетног зрачења, даталогер са излазом за активацију аларма, грејач за топљење снега, уређај за пренос података са метео станице.

- Опреме на токовима за безконтактно праћење промена нивоа водостаја.

Ултрасоник сензор или радарски систем за безконтактно мерење нивоа воде, уређај за пренос података са метео станице са додатном јединицом за прикључење сензора за температуру тла и ниво воде.

- Комуникациони софтвер и опрема која обезбеђује даљински приступ подацима, њихово складиштење и пренос података између мерних сензора, сервера и клијента.

Предвидети Серверску апликацију која у позадини управља радом целог система, омогућава сва потребна програмирања рада мерних сензора, приступ сваком мерном сензору на терену у реалном времену, трансфер података на сервер, складиштење резултата мерења у бази података, слање аларма регистрованим клијентима у складу са задатим критеријумима и процедурама и везу са клијентском апликацијом.

Клијентска WEB апликација треба да омогућава интернет приступ систему у виду прегледа, штампања извештаја и преузимања података.

4. СТУЧНО МИШЉЕЊЕ НА СТУДИЈУ

Пројектант је у обавези да драфт верзију Студије достави Наручиоцу и РХМЗ, по један примерак, на преглед, евентуалне коментаре и сугестије као и да поступи по евентуалним примедбама и документацију усклади са захтевима Наручиоца и РХМЗ. Пројектант је у обавези да преда Наручиоцу финалну верзију Студије са позитивним Мишљењем РХМЗ-а.

Студија треба да представља техничку документацију на основу које ће се расписати тендерска документација за набавку и уградњу опреме. На основу члана 144. Закона о планирању и изградњи ("Сл. гласник РС", бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 – одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), за постављање ове врсте опреме није потребно прибављање грађевинске дозволе (Посебна врста објеката, односно радова за које није потребно прибављати акт надлежног органа за градњу, односно акт за извођење радова).

5. ДОСТАВА СТУДИЈЕ

Пројектант је у обавези да Студију уради у свему према законским и техничким нормама и правилима струке и у складу са захтевима Наручиоца и РХМЗ, са доставом комплетне документације у електронској форми на CD и у штампаној форми у 5 примерака.

Садржај Студије

1. УВОД.....	3
2. ПРИПРЕМНИ РАДОВИ	6
2.1 Теренски истражни радови.....	7
3. ПРИКАЗ РАСПОЛОЖИВИХ ПОДАТАКА.....	8
3.1 Хидролошки подаци (подаци су добијени од РХМЗ-да Србије).....	8
3.2 Метеоролошки подаци (подаци су добијени од РХМЗ-да Србије)	8
3.3 Метеоролошки подаци (подаци су преузети из Годишњака СХЗ Југославије и РХМЗ Србије)	9
4. ИЗБОР МЕРНИХ МЕСТА ЗА МЕТЕОРОЛОШКА И ХИДРОЛОШКА ОСМАТРАЊА.....	17
5. КАРАКТЕРИСТИКЕ АНАЛИЗИРАНИХ СЛИВОВА	23
5.1 Морфометријске карактеристике слива.....	26
5.2 Начин коришћења земљишта	29
5.3 Заступљеност типова земљишта.....	32
6. КЛИМАТОЛОШКЕ АНАЛИЗЕ И ПРОРАЧУНИ	36
7. ХИДРОЛОШКИ ПРОРАЧУНИ ВЕЛИКИХ ВОДА	47
7.1 SCS метода за ефективну кишу	47
7.2 SCS метода – одређивање броја CN	48
7.3 Метода синтетичког јединичног хидрограма	49
7.4 Резултати прорачуна великих вода на реци Волујац на профилу ХС Волујац	52
7.5 Резултати прорачуна великих вода на реци Лужници на профилу ХС Каран	53
7.6 Прорачуни великих вода на профилима ХС Горобиље-Шенгољ и ХС Стапари.....	54
7.7 Поставке прорачуна великих вода на профилу ХС Стапари узимањем у обзир ретензионе запремине акумулације „Врутци“	56
7.8 Резултати прорачуна великих вода на профилу ХС Стапари узимањем у обзир ретензионе запремине акумулације „Врутци“	57
7.9 Резултати прорачуна великих вода на профилу купалишта у Ужицу.....	59
8. ХИДРАУЛИЧКЕ АНАЛИЗЕ	61
8.1 Метод прорачуна	61
8.2 Резултати хидрауличких прорачуна	62

8.2.1	Резултати прорачуна на потоку Вољујац, профил ХС „Вољујац“	62
8.2.2	Резултати прорачуна на реци Лужници, профил ХС „Каран“	65
8.2.3	Резултати прорачуна на реци Ђетињи, профил ХС „Стапари“	67
8.2.4	Резултати прорачуна на реци Ђетињи, профил „Купалиште“	70
8.2.5	Резултати прорачуна на реци Ђетињи на снимљеној деоници од „Купалишта“ до профила „Стапари“	72
9.	КРИТЕРИЈУМ ЗА АЛАРМИРАЊЕ СИСТЕМА РАНЕ ДОЈАВЕ БУЈИЧНИХ ПОПЛАВА.....	79
9.1	Критеријуми за алармирање на систему падавинских станица.....	79
9.1.1	Анализе нивоа алармирања на сливу Вољујаца.....	79
9.1.2	Анализе нивоа алармирања на сливу Лужнице	80
9.1.3	Анализе нивоа алармирања на сливу Ђетиње.....	80
9.1.4	Усвојене вредности критеријума за алармирање на падавинским станицама на подручју града Ужица.....	81
9.1.5	Примери рада алармирања за расположиве историјске податке	86
9.2	Критеријуми за алармирање на систему хидролошких станица	88
9.2.1	Анализе нивоа алармирања на профилу ХС Вољујац (Вољујац)	89
9.2.2	Анализе нивоа алармирања на профилу ХС Каран (Лужница).....	89
9.2.3	Анализе нивоа алармирања на профилу ХС Стапари (Ђетиња)	90
9.2.4	Анализе нивоа алармирања на профилу купалишта у Ужицу (Ђетиња).....	90
10.	ПОСТАВКЕ ОСМАТРАЧКОГ СИСТЕМА – СПЕЦИФИКАЦИЈА ОПРЕМЕ	92
10.1	Мерна опрема - техничке карактеристике.....	93
10.1.1	Аутоматска метеоролошка станица са пратећом опремом.....	93
10.1.2	Аутоматска климатолошка станица са пратећом опремом.....	100
10.1.3	Аутоматска падавинска станица са пратећом опремом	107
10.1.4	Хидролошке станице	112
10.1.5	Водомерне летве	117
10.2	Клијентска WEB апликација	117
11.	ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ЗА ГРАЂЕВИНСКЕ РАДОВЕ И ИНСТАЛАЦИЈУ СТАНИЦА	119
12.	ОПИС ПРИОРИТЕТА РАДОВА.....	123
13.	ПРЕДМЕР И ПРЕДРАЧУН.....	125
14.	СУМАРНИ ПРИКАЗ СТУДИЈЕ И ЗАКЉУЧАК.....	131
15.	ЛИТЕРАТУРА	136

1. УВОД

Бујичне поплаве настају након кратких пљускова великог интензитета и муњевито се сјуре ка ушћу где нанесу велике штете, а често и људске жртве. Синхронизовано деловање је основа за успешну одбрану од поплава, функционише једино на великим рекама, јер је цео досадашњи осматрачки систем у који су укључена ЈВП Србијаводе и РХМЗ прилагођен тој намени и брзина реаговања је прилагођена природи поплава на великим рекама.

Зато се уобичајено правдање због изостанка најаве бујичне поплаве, своди на констатацију да „то није било могуће предвидети“. Уствари, таквом констатацијом се покрива чињеница да на територији Ужица не постоје станице за мерење интензитета падавина, па не могу обезбедити податке потребне за праћење настанка услова за бујичне поплаве и правовремено реаговање које је предуслов за успешну одбрану од бујичних поплава. Подаци мерења морају се у најкраћем року проследити системом за пренос података до места одређеног за прикупљање података.

Укупно време настанка и трајања бујичног таласа се креће у границама од једног до неколико часова. Протицај бујичног таласа може бити и преко хиљаду пута већи од просечног протицаја. У најбољем случају бујични поплавени талас поплави објекте и нанесе штету на опреми која се налази у зградама (подови, зидови, намештај, електрични апарати и друго). Када размере бујичног поплавног таласа достигну размере катастрофе, догађају се затрпавања и рушења објеката, одношење земљишта и трајно уништење обрадивих површина.

Последње поплаве које припадају групи бујичних и урбаних поплава које су претиле угрожавањем виталних система градског језгра Ужица, указале су на потребу да се изврши јасно прецизирање активности и расподела обавеза на одбрани од ове врсте поплава, које су изразито локалне и муњевите и никако их не треба мешати са организованом одбраном од поплава на великим рекама.

Доношење квалитетних одлука, које у случају бујичних поплава морају бити муњевите, захтева располагање великим фондом података о терену и променама на њему као и подацима о метеоролошким и хидролошким појавама.

Бујични токови се, најчешће означавају се као „хидролошки неизучени“. То, једноставније речено, значи да нису хидролошки осматрани. Хидролошка осматрања која су вођена на Ђетињи, на локацији Стапари су обустављена након изградње бране Врутци.

Потреба за увођењем ране најаве бујичних поплава на подручју града Ужице је ипак постала очигледна после катастрофалних поплава 2009. и 2014. године и изливања реке Ђетиње у самом Ужицу.

На реци Ђетињи су у прошлости бележене честе поплаве. Велика плављења забележена су у јулу 1926. и 1959., мају 1965., априлу, јуну и јулу 1967., децембру 1968., јуну, јулу и новембру

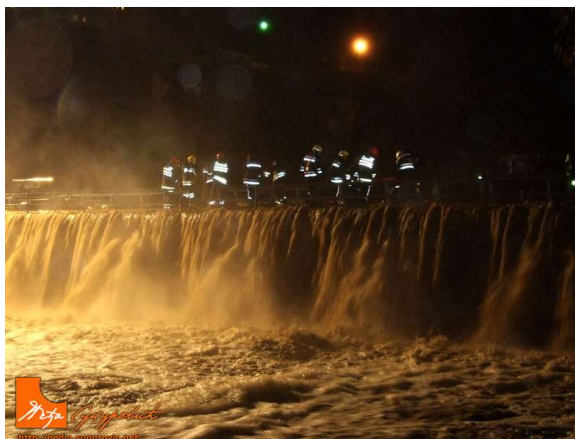
1975. године, 1981, 1987, новембру 2009. године и мају 2014. године. Последњих година смо опет сведоци учесталих поплава на територији града Ужица.

Сума падавина у јуну 1926. године износила је 150 mm, а следећег месеца још 220 mm падавина. Ноћу између 5. и 6. јула излили су се и надошли Ђетиња и Скрапеж у својим доњим токовима. Највише је страдало село Горобиље. Водостај Ђетиње је најпре порастао на 270 cm (7. јула), а потом после пет дана опао до 50 cm. Недељу дана касније, 14. јула, интензивне падавине довеле су до новог пораста водостаја. Ђетиња је поплавила део Ужица, а Скрапеж цело Пожешко поље.

У мају 1965. године поплаве су захватиле све општине у долини Западне Мораве. Ђетиња се излила на 400 ha Ужичке котлине и угрозила део града. Скрапеж је поплавио Косјерић и Пожегу и 400 ha на територији ових општина.

Једна од највећих забележених поплава догодила се 18. и 19. новембра 1975. године. Због великих кишних падавина дошло је до наглог пораста водостаја реке Ђетиње и Лужнице и других водних токова на подручју општине Ужице. Водостај Ђетиње у односу на 1965. годину, када су такође забележене велике поплаве, био је виши за 50 cm у Турици, а за 90 cm у Великом парку. Многе стамбене зграде и привредни објекти у граду нашли су се под водом. У Турици је био поплавлjen градски водовод, па је град остао без воде, а у појединим деловима града дошло је до прекида струје. Пољопривреда је такође претрпела велике штете јер је поред корита, низводно од Севојна до Пожеге поплавлjeno стотину хектара најплодније земље.

У ноћи између 6. и 7. новембра 2009. године у град Ужице сручила се права бујица воде од око 200 m³/s (педесетогодишња велика вода на профилу ХС Шенгољ), пошто је претходно више од двадесет сати непрекидно у овом крају падала киша јаког интензитета. У Ужицу је потпуно уништена Улица 1300. каплара, вода је однела асфалт. Оштећено је двадесетак кућа и ресторана на обе стране Ђетиње. У насељу Турица доња зона је претворена у језеро. Потопљен је стадион, а висина воде је била 1,5 m. У Пожешком крају најгоре су прошла сеоска подручја где је десетине хектара плодних ораница биле под водом.



Слика 1. Поплаве у Ужицу 2009. године (извор: <https://pedia.supurovic.net/vodena-stihija-uzivo/>)

Маја 2014. Ђетиња и њене притоке су се опет излиле услед интензивних дуготрајних киша, када је за 4 дана пало више од 100 mm кише.

7. маја 2016. пало је више од 80 mm кише и проток Ђетиње је достигао $177 \text{ m}^3/\text{s}$ што је превазишло вредности границе одбране од поплава ($Q_{1\%}=173 \text{ m}^3/\text{s}$).

13.6.2018. године невреме какво се не памти погодило је Ужице, где је град величине ораха падао читавих 10 минута оставивши иза себе призоре какви се не виђају ни у сред зиме.

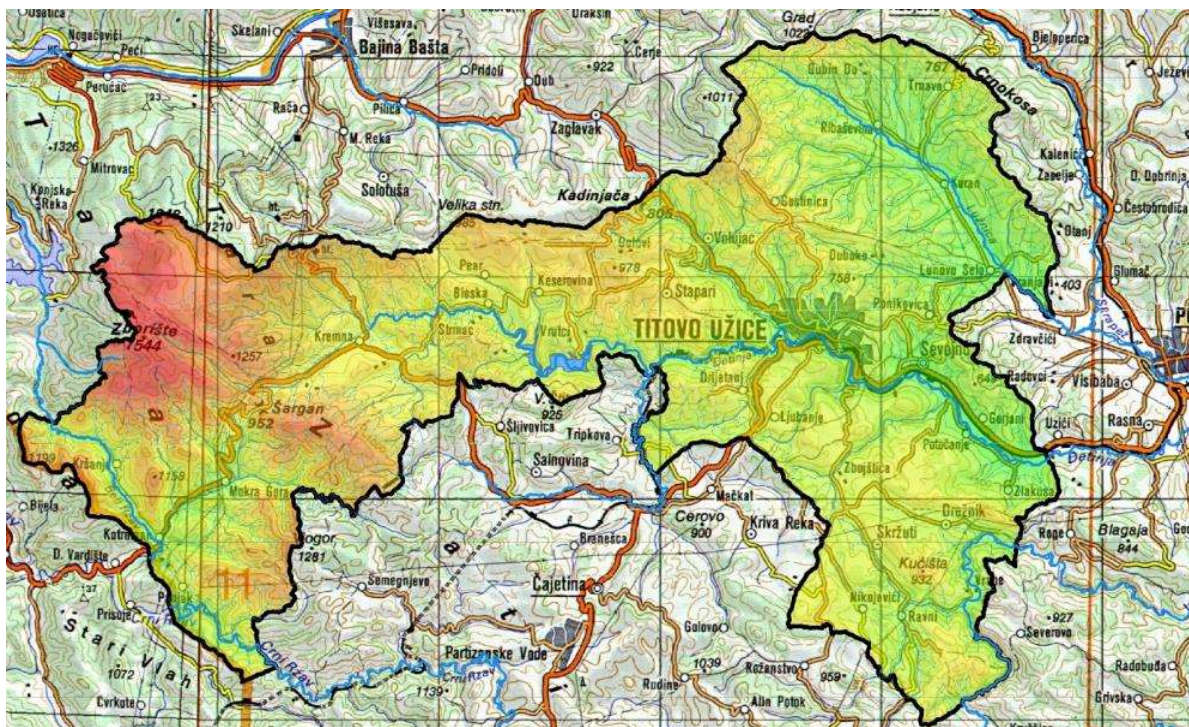


Слика 2. Бујичне поплаве у Ужицу 2018. године

Због свега наведеног намеће се концепција да се на основу хидролошких прорачуна и свих доступних историјских података о бујицама и плављењима у зони мерних места и низводно, унапред одреде сценарији до чега могу довести поједини водостаји који у будућности буду бележени на постављеним мерним уређајима. Уз то је потребно мерне уређаје постављати што је могуће узводније од штићених низводних зона, да би време путовања осмотреног бујичног таласа управо било додатно време за реаговање у заштити од поплава.

2. ПРИПРЕМНИ РАДОВИ

Територија града Ужица обухвата површину од 667 km². Главна опасност од поплава на територији града Ужица потиче од великих вода река Ђетиње, Белог и Црног Рзава и Лужнице, Волујца као и других водотока који се уливају у наведене реке. Због планинског карактера подручја, водени токови имају бујични карактер. Поплаве обично долазе изненада приликом интензивних падавина и/или наглог топљења снега, уз брзо повећање протицаја. Најважније сливно подручје је слив реке Ђетиње, која протиче кроз уже градско језгро Ужица.



Слика 3. Приказ територије града Ужице (подлога је топографска карта 1:300.000 и дигитални модел терена)

У оквиру ове студије сагледани су проблеми на целој територији Ужица, а затим је изабрано да се детаљно истраже сливови река на којима се јавља највише штета од бујица, превасходно, дуж тока као и стање на сливовима поменутих река. Из наведеног разлога су изабрани сливови Ђетиње и Лужнице.

Да би се направила мрежа мерних станица и одредиле потенцијалне локације хидролошких, метеоролошких и падавинских станица на подручју града Ужица, ради се ова Студија за избор потенцијалних локација за постављање мерно регулационих станица и кишомера за рану дојаву поплавног таласа на подручју града Ужица која ће бити полазна основа и база за уградњу мерне опреме.

Пројектним задатком су дефинисане следеће активности:

- Прикупљање и анализа постојеће пројекте и студије од значаја;

- Прикупљање и анализа расположивих метеоролошко-климатолошких и хидролошких података;
- Прикупљање и анализа потребних картографских подлога (топографске, педолошке, геолошке) из одговарајућих фондова. На основу прикупљених података и анализа дати и утицаје на услове отицања воде са слива.
- Извршити анализу хидрографских карата предметних сливова и на бази тога одредити профиле за хидролошке анализе и успостављање профила за осматрање;
- Извршити детаљно рекогносцирање терена и мерење јачине сигнала мобилних мрежа за потребе избора најбољих локација за осматрачки систем, тј. за локације за постављање метеоролошких и падавинских станица у сливу и локације на токовима за постављање ултразвучних или радарских сензора са пратећом комуникационом опремом;
- За изабране локације на токовима извршити и геодетско снимање за потребе хидролошких и хидрауличких анализа;
- Прорачуни великих вода за изабране профиле. Са циљем да се дефинишу карактеристике великих вода на изабраним профилима анализираних токова потребно срачунати максималне протицаје велике воде за вероватноће појаве од 1%, 2%, 5% и 10% (за повратне периоде од 100, 50, 20 и 10 година.);
- Анализа падавина јаког интензитета. Анализирати падавине, као улазни параметар у моделу падавине-отицај, и користити их у облику зависности "максимална висина кише - трајање - вероватноћа појаве" (Н-Т-Р криве) за кише јаког интензитета, а кратког трајања. Срачунати губитке кише и ефективне кише. По спроведеном поступку прорачуна приказати резултате максималних протицаја за вероватноће појаве $p=1\%$, $p=2\%$, $p=5\%$ и $p=10\%$ (повратни периоди од 100, 50, 20 и 10 година) и рачунске хидрограме таласа великих вода;
- Хидрауличке анализе у зонама локација изабраних осматрачких профила. Извршити неопходне хидрауличке анализе са циљем да се дефинишу нивои водостаја за различите протицаје. Прорачуне и анализе урадити за све потенцијалне хидрометријске профиле на којима ће да се осматрају водостаји;
- Прорачун критеријума за рану најаву, бујичних падавина и бујичних поплава. На основу изведених прорачуна и анализа приказати вредности интензитета падавина и нивоа воде на осматрачким профилима које представљају граничне вредности за алармирање.

2.1 Теренски истражни радови

Спроведена су теренска истраживања и одређена места за постављање мерних уређаја за осматрање метеоролошких и хидролошких појава. Обрађени су сви доступни хидролошки и метеоролошко-климатолошки подаци. Извршена су геодетска снимања на локацијама за осматрање водостаја за потребе хидрауличких прорачуна (6km Волујачког потока, 9km реке Ђетиње и 300m реке Лужнице – локација Каран).

3. ПРИКАЗ РАСПОЛОЖИВИХ ПОДАТАКА

За потребе ове студије прикупљени су подаци који су побројани у наставку.

3.1 Хидролошки подаци (подаци су добијени од РХМЗ-да Србије)

Дневни подаци са хидролошких станица:

- Стапари (Q 1961-2002; H 1958-2002)
- Шенгољ (H 1976 -2012; Q 1977-2017)
- Врутци (Q 1973; 1975-1977)
- Горобиље (Q 1951-1979)

Часовни подаци са хидролошких станица:

- Стапари – 5 хидрограма поплавних таласа
- Шенгољ– 4 хидрограма поплавних таласа

Максимални годишњи протицаји

- Стапари (1961-2002)
- Шенгољ (1977-2017)
- Горобиље (1951-1976)

3.2 Метеоролошки подаци (подаци су добијени од РХМЗ-да Србије)

Часовни подаци:

- Седам епизода падавина на ГМС Златибор (1978, 1979, 1984, 1989x2, 2009 и 2014)

Дневни подаци са станица:

- Бајина Башта – висина снега 1961-2012
- Бајина Башта – падавине 1961-2012
- Бајина Башта – температуре ваздуха 1961-2012
- Пожега – висина снега 1961-2012
- Пожега – падавине 1961-2012
- Пожега – температуре ваздуха 1961-2012
- РЦ Ужице – висина снега 1978-2012
- РЦ Ужице – падавине 1978-2012
- РЦ Ужице – температуре ваздуха 1978-2012
- Златибор – висина снега 1951-2012
- Златибор – падавине 1951-2012,
- Златибор – температуре ваздуха 1961-2012

Дневне количине падавине са станица за период 1946-2013 (постоје прекиди у мерењима):

- Чајетина,
- Ариље,

- Кремна,
- М.Гора,
- Заовине,
- Скржути,
- Семегњево
- Дуб,
- Растиште,
- Гостиница и
- Крушчица

3.3 Метеоролошки подаци (подаци су преузети из Годишњака СХЗ Југославије и РХМЗ Србије)

Максималне годишње дневне сума падавине са станица:

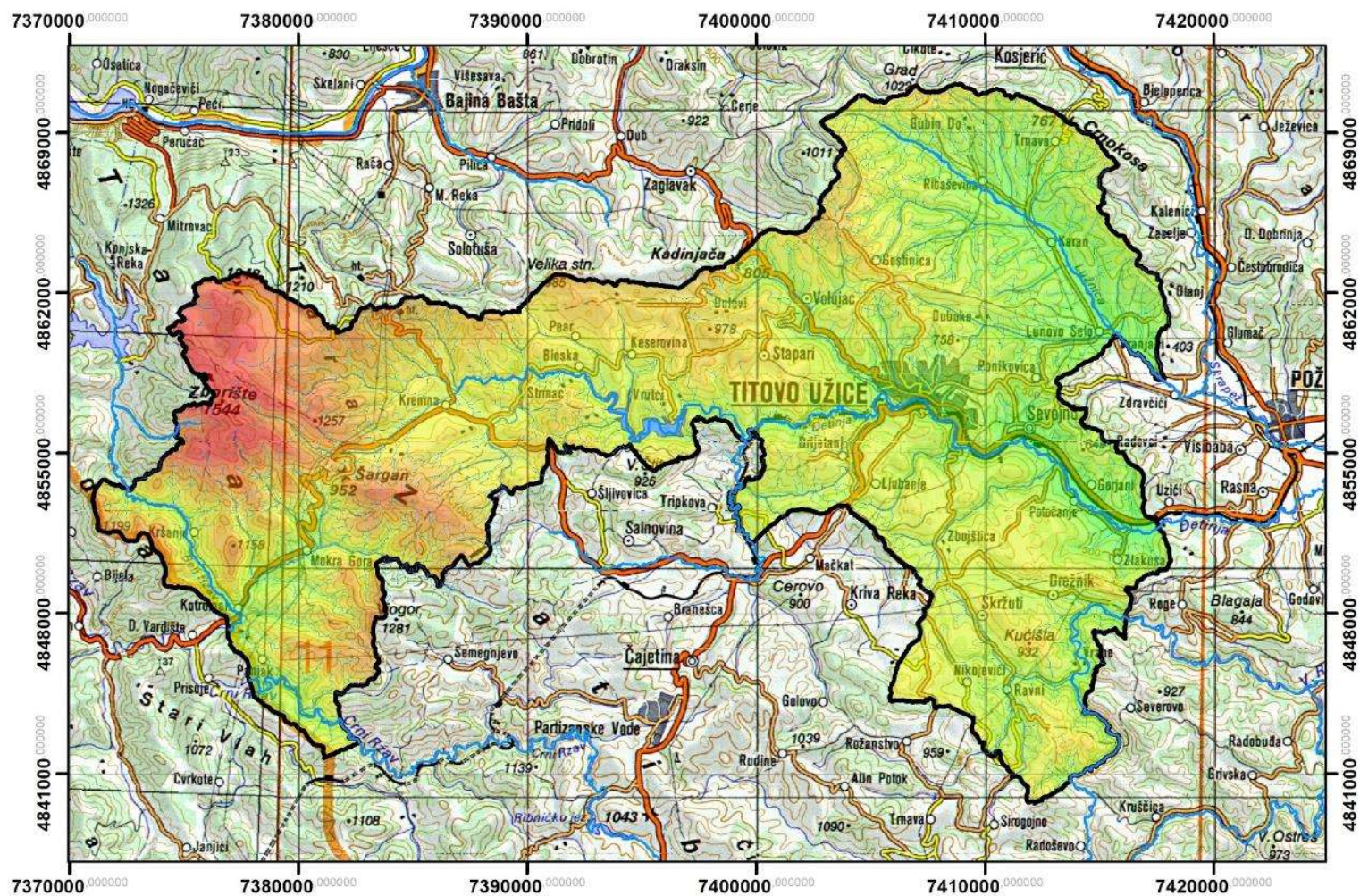
- Чајетина (1941-1990)
- Златибор (1950-2017)
- Бајина Башта (1942-2015)
- Пожега (1945-2017)
- РЦ Ужице (1990-2017)
- Ариље (1946-1993)
- Кремна (1954-1985)
- Мокра Гора (1957-2009)
- Заовине (1946-2011)
- Скржути (1949-2016)
- Семегњево (1949-2014)
- Дуб (1949-1993)
- Растиште (1949-2004)
- Гостиница (1949-1993)
- Крушчица (1956-1993)
- Ужице (1945-1984)
- Севојно (1946-1987)

ИТП криве за ГМС Златибор и ГМС Пожега (подаци су добијени од РХМЗ-да Србије)

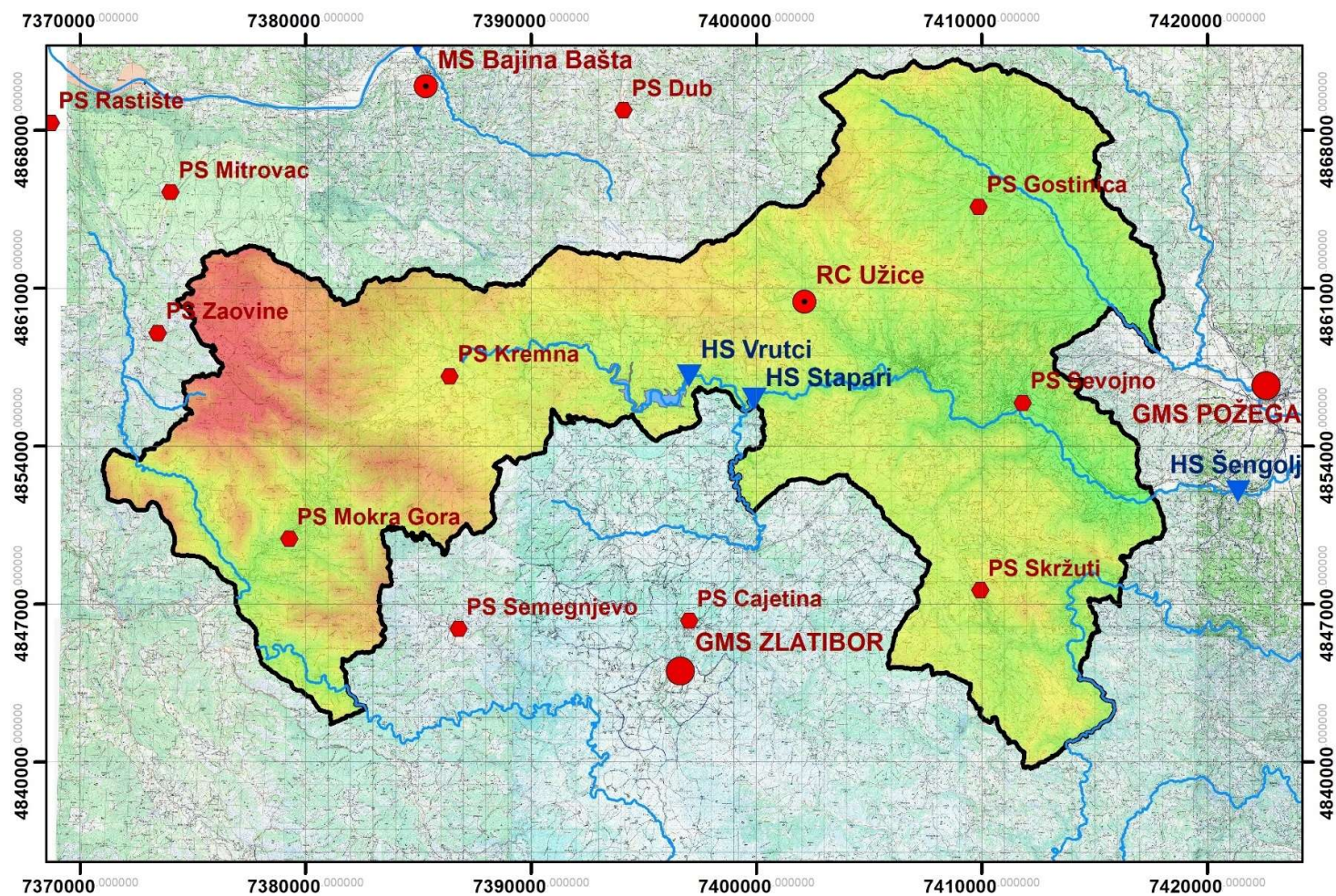
Дневни подаци са бране и акумулације „Врутци“ (подаци су добијени од ЈКП Водовод Ужице):

- кота воде у акумулацији (1985-2018)
- захватање за водоснабдевање (1985-2000)
- испуштање воде на темељним испустима (1985-2018)
- преливање воде на преливу (1985-2018)

- захватање воде за рад МХЕ (2010-2018)
- испуштање минималног одрживог протицаја (1985-2000)



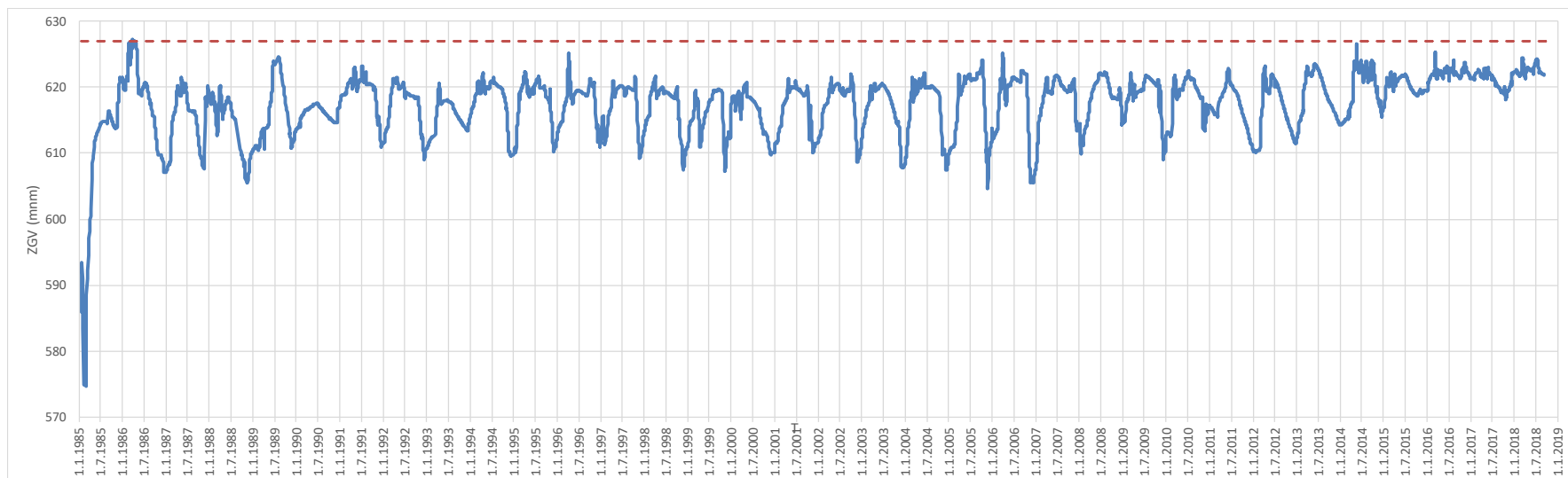
Слика 4. Ситуациони приказ сливног подручја и хидрографске мреже на територије Града Ужице (подлога је Топографска карта 1:300.000)



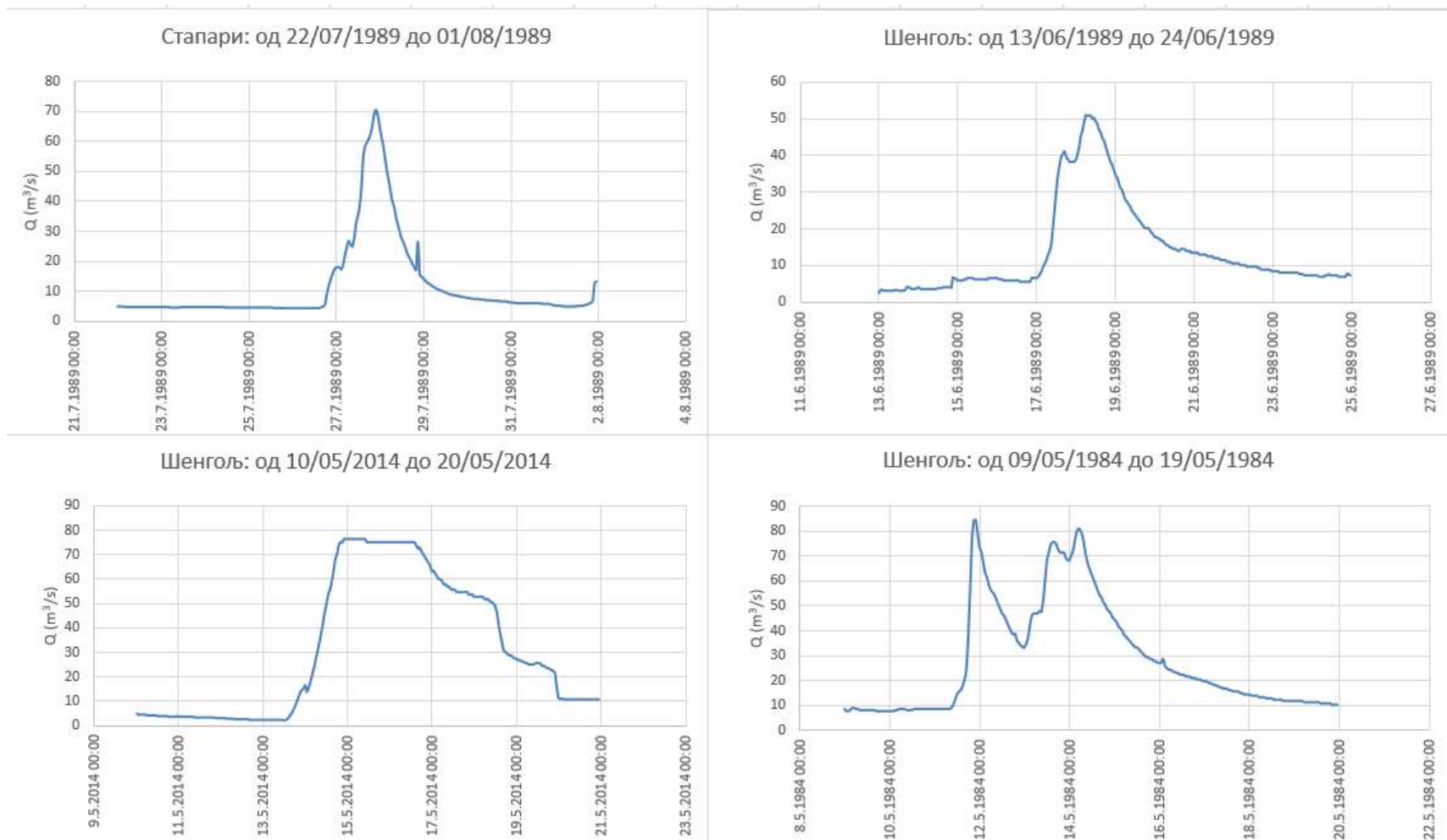
Слика 5. Ситуациони приказ сливног подручја и хидрографске мреже на територије Града Ужице са положајем постојећих хидролошких, метеоролошких, падавинских станица (подлога је топографска карта 1:25.000)

Табела 1. Преглед прикупљених расположивих података

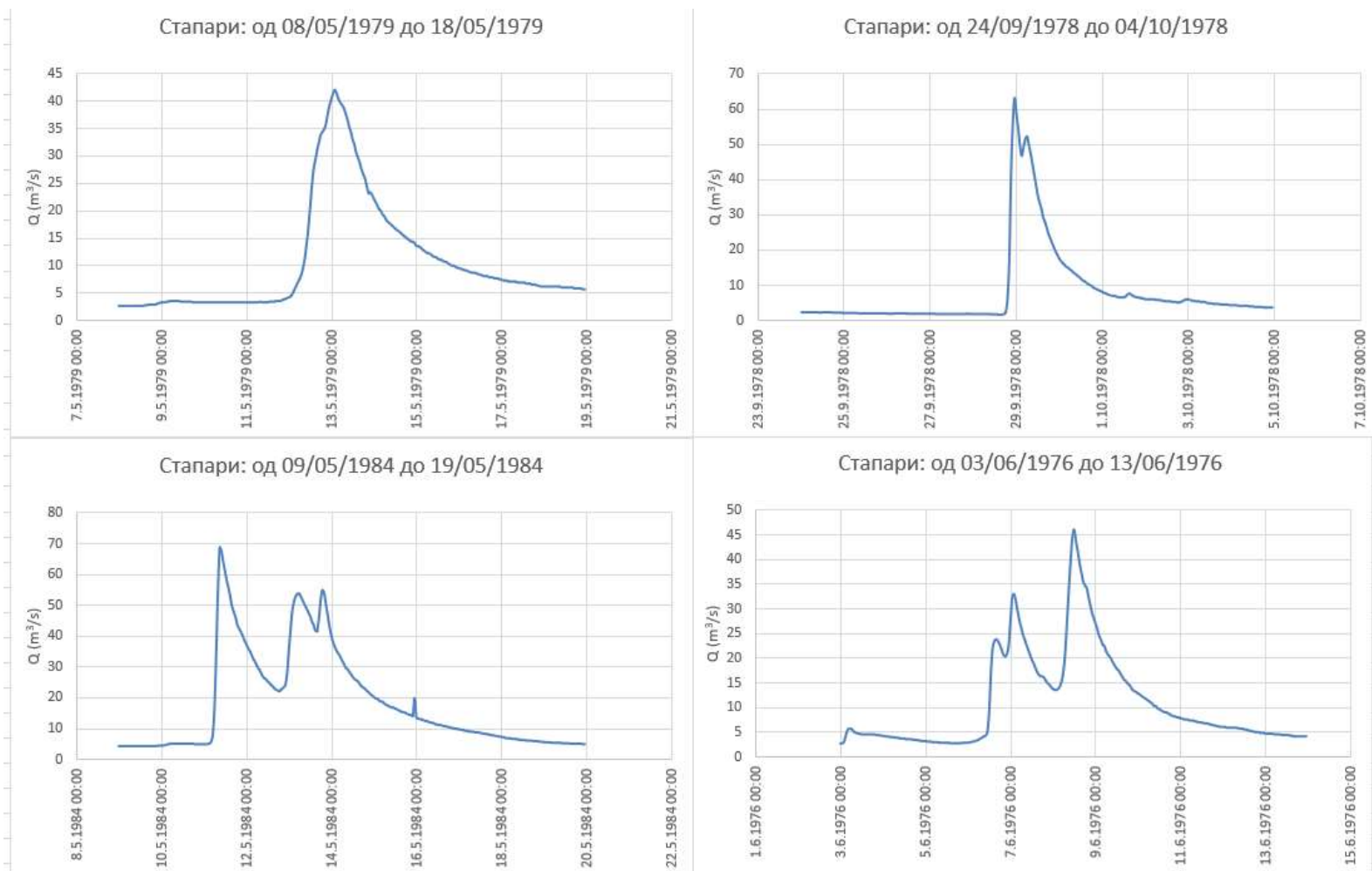
[illegible]

[illegible]

Слика 6. Графички приказ кота у акумулацији „Врутци“ (КНУ=621,30мм, КПП=627,00мм)



Слика 7. Часовни подаци на хидролошким станицама Шенгољ и Стапари



Слика 8. Часовни подаци на хидролошкој станици Стапари

4. ИЗБОР МЕРНИХ МЕСТА ЗА МЕТЕОРОЛОШКА И ХИДРОЛОШКА ОСМАТРАЊА

Детаљним обиласком терена и увидом у постојеће хидродролошке, метеоролошке и падавинске станице које се већ налазе на терену, а у оквиру су осматрачког система РХМЗ-а, као и потребом од стране града Ужица да се одбрани од бујичних поплава које сваке године представљају највећу опасност за људе и имовину, процењено је да је потребно поставити нове и заменити старе хидродролошке, метеоролошке и падавинске станице.

Локације хидролошких станица

Према анализи која је заједно са РХМЗ-ом рађена, за праћење водостаја потребно је да се инсталира опрема на три водотока:

1. Река Ђетиња (локација Стапари)
2. Волујачки поток (локација Волујац)
3. Река Лужница (локација Каран)

На реци Ђетињи (локација Стапари) постојала је хидролошка станица до 2002.године. После изградње акумулације Врутци, РХМЗ је укинуо осматрање станице, зато што је режим вода које дотичу из Ђетиње редукван браном. У последњих 10 година, велике проблеме је претрпео град Ужице баш од великих вода реке Ђетиње и осетила се потреба да се хидролошка станица Стапари врати у осматрачки систем, ултразвучни сензор или радарски систем, који би био савремен (on line).



Слика 9. Локација старе хидролошке станице Стапари и водомерна летва

На локацији је предвиђено мерење водостаја, осим водомерном летвом, аутоматско мерење водостаја, радаром. На самом локалитету постоје инсталиране две летве, анкероване на старом мостовском бетонском стубу, у кориту реке.

Приликом иницијалних геодетских мерења, извршено је снимање попречног пресека корита, линија нивоа воде. Профил у зони хидролошке станице је запуштен, неуређен, са обалама обраслим густом травом и вегетацијом, са приметним наслагама наноса око мостовских стубова у речном току.

На Волујачком потоку, другој по величини притоци реке Ђетиње, која је директна опасност за индустријску зону и изворишта пијаће воде, у широј околини града Ужица, као и рејни бунарима за снабдевање Града Ужица пијаћом водом, планира се постављање савремене хидролошке станице, ултразвучног сензора или радарског система на локацији Волујац. Хидролошка станца би обавештавала надлежне у Граду Ужице, у случају коенциденције поплавног таласа са реком Ђетињом о благовременој дојави бујичних надоласака.



Слика 10. Потенцијално место за будућа хидролошка осматрања на Волујачком потоку

Река Лужница је једна од највећих токова на подручју града Ужица. Притока је реке Скрапеж, у коју се улива по изласку са територије града Ужице. Поред великих штета на пољопривредном земљишту, које проузрокује после сваке поплаве, велику опасност представља и за град Пожегу, који се налази низводно. На локацији Каран, на мосту, предвиђена је инсталација савремене хидролошке станице, ултразвучног сензора или радарског система, који би вршио осматрања надоласка поплавног таласа, поред хидролошке станице која је већ инсталирана на реци Скрапеж, заједно би представљали велику корист у одбрани од поплава у наредном периоду.



Слика 11. Локација будуће хидролошке станице на реци Лужници

Локације метеоролошких и падавинских станица

Такође, детаљном анализом постојећих метеоролошких и падавинских станица на подручју Града Ужице, а које су под непосредном јурисдикцијом РХМЗ, дат је предлог за постављање нових аутоматских метеоролошких, климатолошких и падавинских станица на сливовима наведених водотока. Након теренских истраживања предложене су четири потпуно нове локације:

1. Трнава
2. Јелова гора
3. Златиборска ноћ
4. Кадињача

Локација Трнава је предвиђена за постављање аутоматске климатолошке станице која би покривала слив Лужнице и слив Скрапежа. Локација се налази у школском дворишту, на 573мнм.



Слика 12. Локација будуће метеоролошке станице у дворишту школе „Миодраг Миловановић-Луне“

Локација Јелова гора је предвиђена за постављање аутоматске падавинске станице која би покривала слив Лужничке реке, Волујачког потока и реке Тмуше. Кишомерна станица

Гостиница, која је била у оквиру осматрачког система РХМЗ, престала је са радом локација Јелова гора би отпала. Кишомерна станица би била постављена у школском дворишту. Надморска висина локације је 880мнм.



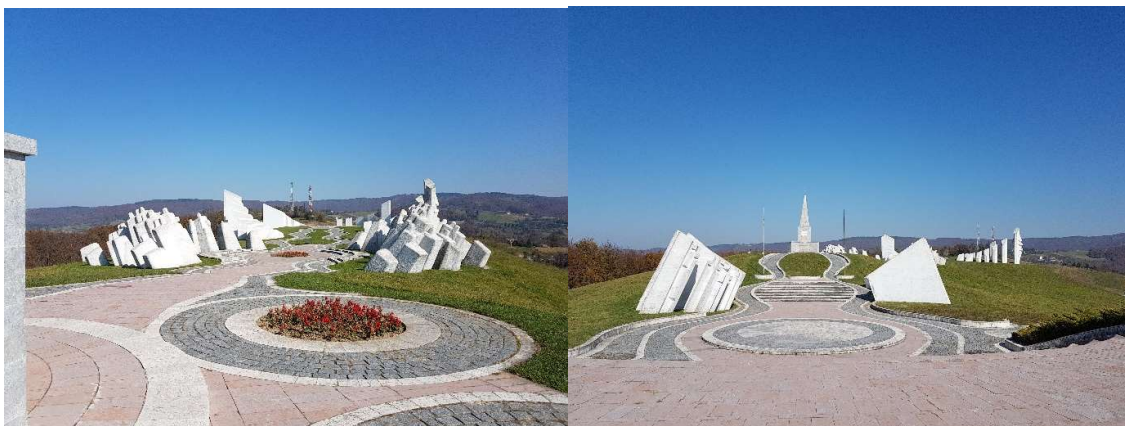
Слика 13. Локација Јелова гора и двориште основне школе „Нада Матић“

На локацији Бела земља предвиђена је инсталација аутоматске климатолошке станице која би покривала горње делове слива Сушице, притоке река Криваја и Гумбур. Предвиђена метеоролошка станица се налази поред хотела „Златиборска ноћ“, на надморској висини од 719мнм.



Слика 14. Локација Бела земља, поред хотела „Златиборска ноћ“

Локација Кадињача је предвиђена за постављање аутоматске климатолошке станице. Станица покрива слив Волујачког потока, реке Дервенте, као и слив реке Пилице. Климатолошка станица ће се поставити у оквиру спомен комплекса „Кадињача“. Локација се налази на 808мнм.



Слика 15. Локација Кадињача за нову метеоролошку станицу

Осим наведених, нових локација аутоматских падавинских и климатолошких станица, биће замењене и новелиране старе метеоролошке и падавинске станице на којима већ РХМЗС врши осматрања падавина, да би се на тај начин унапредило осматрање. Следеће локације које ће бити замењене новим су:

1. Буар (локација код радарског центра),
2. Скржути
3. Чајетина

За наведене локације, а које су у оквиру постојећег осматрачког система у оквиру РХМЗ-а, обављено је теренско истраживање и извршена су мерења GPRS сигнала доступних мобилних оператера.

Локација Сајиновина је укинута из разлога зато што је пројектом распоређивања падавинских и метеоролошких станица у сливу реке Дрине предвиђена локација Шљивовица, која је непуних километар удаљена од локације Сајиновина. Будућа аутоматска падавинска станица Шљивовица биће повезана са системом ране најаве поплава за град Ужице.

На слици 87. приказане су све станице које би се поставиле као нове или замениле старе, постојеће.

Резиме

Предвиђено је да се инсталира три типа станица:

1. Аутоматска метеоролошка станица
2. Аутоматска климатолошка станица
3. Аутоматска падавинска станица

На локацији Буар постоји радарски центар РХМЗ-а и у оквиру њега метеоролошка станица, која ради по мануелном принципу. Предвиђено је да се изврши замена и постави аутоматска метеоролошка станица, која би мерила падавине, температуру, влажност ваздуха, притисак, брзину и правац ветра на висини од 10m и осунчавање (сунчево зрачење).

Аутоматске климатолошке станице би биле постављене на локацијама Трнава, Кадињача и Златиборска ноћ. Станица би мерила падавине, температуру ваздуха, влажност ваздуха, притисак и брзину и правац ветра на висини од 2m.

Аутоматске падавинске станице би биле постављене на локацијама Јелова гора, Скржути и Чајетина. Падавинска станица би мерила падавине, температуру ваздуха и влажност ваздуха.

Локација Сајиновина је укинута и уместо ње користиће се аутоматска падавинаска станица Шљивовица, која се поставља у оквиру пројекта за Дрину, финансирана од стране Светске банке, а која је непун километар раздаљине од Саиновине.

5. КАРАКТЕРИСТИКЕ АНАЛИЗИРАНИХ СЛИВОВА

Град Ужице налази се у Западној Србији и административни је центар Златиборског округа. Простире се на површини од 667 km², од којих је 55% пољопривредно земљиште. Обухвата 41 насељено место у којем, према попису из 2011. године, живи 78.040 становника. Смештен је на надморској висини од 415 метара, а кроз њега протиче река Ђетиња.

Град је са свих страна окружен планинама. Територија ужичке општине и ужичког краја простире се од ваљевских планина (Маљена, Повлена и Букова) на северу, до Златара, Јадовника и Гиљева на југозападу и Јавора и Голије на југоистоку, све до Камене Горе, Мрког врха и Лисе (у Црној Гори) на југу. На западу су Тара и Звезда, а на југу Златибор.

Насељена места Ужица: Биоска, Бјелотићи, Буар, Витаси, Волујац, Врутци, Горјани, Гостиница, Губин До, Добродо, Дрежник, Дријетањ, Дубоко, Збојшница, Злакуса, Каменица, Каран, Качер, Кесеровина, Котроман, Крвавци, Кремна, Кршање, Лелићи, Љубање, Мокра Гора, Никојевићи, Пањак, Пеар, Пониковица, Поточање, Потпеће, Равни, Радуша, Рибашевина, Севојно, Скржути, Стапари, Стрмац, Трнава и Ужице.

Река Ђетиња настаје на обронцима планине Таре, у Пустом пољу код места Кремна, где се на једном месту спајају река Братешина, Коњска река, Ужички поток и Томића поток. Затим наставља ток ка Ужицу и након 75 km тока улива се у реку Моравицу са којом чини реку Западну Мораву. Горњи део тока реке Ђетиње простире се од изворишних кракова Братешине реке до Кремана, средњи део тока између Кремана и Севојна, а доњи део од Севојна до састава са Моравицом у Пожешкој котлини.

Братешина река представља главни изворишни крак реке Ђетиње. Она постаје од три краћа изворишна крака (Јајиновац, Бели камен, Репушина) испод врхова Збориште (1544 мнм) и Руњева глава (1438 мнм). Слив је јако издужен, а главни ток тече у смеру запад – исток. Оивичен је обронцима планине Таре и Шаргана, као и вододелницом према Матијашевцу и реци Карачици. Долина горњег тока реке одликује се стрмим странама и нема тераса, а од Шарган Витаса до Кремана долина је широка, са усеченим терасама и изграђеном алувијалном равни.

У северном делу Креманске котлине Коњска река се састаје са Братешином реком, Ужичким и Томића потоком. Коњска река потиче са југоисточних обронака Таре. Највећа притока ове реке је поток Матијашевац, чији се главни ток пружа у правцу запад – исток.



Слика 16. Братешина река у изворишном делу & највиши део анализираног слива

Ужички поток је лева притока реке Ђетиње. Слив Ужичког потока је лепезастог облика, а главни ток тече правцем северозапад – југоисток. Узводно од ушћа водоток је прав, а потом почиње да меандрира кроз благу долину, са просечном дужином речног корита 1 до 1,5 m и ширином 2 до 3 m. Највећи део овог слива у целисти је под шумом бора, са местимичним пропланцима и планинским пашњацима у челенци слива, док су ерозиони процеси најјаче изражени у доњем делу слива на падинама великог нагиба, који се креће и до 80%.

У северном делу Креманске котлине, на 712 m надморске висине, Братешина река се спаја са Коњском реком, Ужичким и Томића потоком. Спајањем ова четири тока настаје река Ђетиња која затим усеца клисуру Љутице, дугу 4 km. После клисуре, на почетку Биоштанске котлине, код Црвенског вира, у реку Ђетињу се улива с десне стране Селачка река (Карачица). Даље река тече у правцу запад – исток и усеца клисуру. На делу клисуре од Биоске до поља Турице су Стапарски и Сињевачки теснаци. Стране клисуре издижу се око 300 m изнад нивоа реке и местимично долина има кањонске карактеристике. Од Биоске до бране Врутци Ђетиња прима две притоке са леве стране безимени и Рочњачки поток, а са десне Јововац (Јовац) поток.



Слика 17. Ђетиња након спајања Братешине реке, Коњске реке, Ужичког и Томића потока

У селу Врутци река је преграђена 1984. год. и изграђено је истоимено вештачко језеро за потребе снабдевања Ужичког краја пијаћом водом и друге намене.



Слика 18. Горњи делови слива реке Волујац: Кадињача & шумски предели

Река Сушица настаје на обронцима планине Златибор, спајањем низа потока (Лесковача, Шљивовички до, Ђуров поток, Пеков поток, Палчак, Чаловски поток, Ђуров поток итд.) недалеко од места Росуље. Од притока се издвајају десне притоке Речица, Балашица, Грабовица и Гумбур.

Слив реке Волујац је омеђен Кадиначом на северу, Пониквама на западу, Гостиницом на истоку и градом Ужице на југу. Главне притоке су Буљски поток и Мићевића поток. Највиши делови слива се налазе на котама 979 мнм (Вијенац) и 1003 мнм (Ђаков камен). Просечна висина слива реке Волујац је око 750 мнм. Река Волујац тече правцем север-југ и након нешто мање од 10 km се улива у реку Ђетињу. Ђетиња тече ка Ужицу и након 75 km свог тока улива се у реку Моравицу са којом чини реку Западну Мораву.

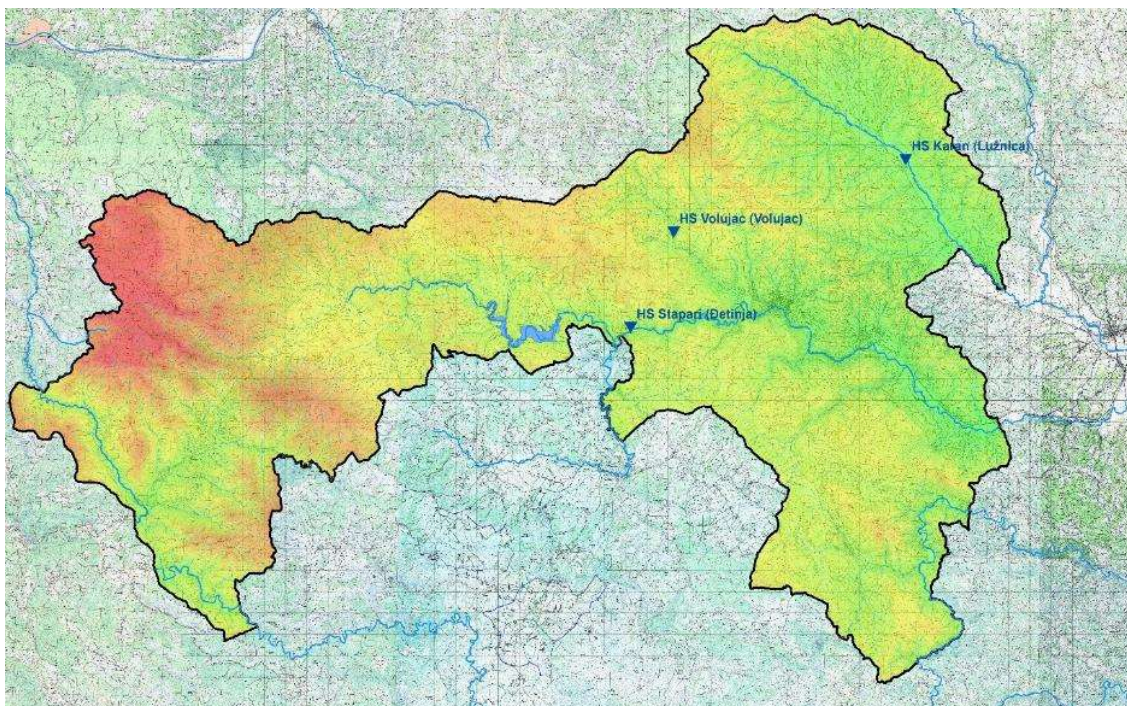
Река Лужница у горњем току настаје од реке Склопље која извире на 887 мнм. Склопље прима неколико мањих потока (Прибјенац, Црнашинац, Тавник и др.). Лужница до ХС Каран прима неколико мањих или већих потока-река: Радуловац, Јазовник, Губински поток, Гостиначка река и др.

У оквиру ове студије хидролошка анализа великих вода је спроведена за следеће профиле предложених мерних станица – хидролошких станица:

- река Волујац, профил ХС Волујац
- река Лужница, профил ХС Каран
- река Ђетиња, профил ХС Стапари

и на профилу купалишта (плаже) на реци Ђетињи у Ужицу непосредно низводно од ушћа Волујачког потока.

Положај профила хидролошких станица приказан је на наредној слици.



Слика 19. Положај предложених профила мерних станица (хидролошких станица)

5.1 Морфометријске карактеристике слива

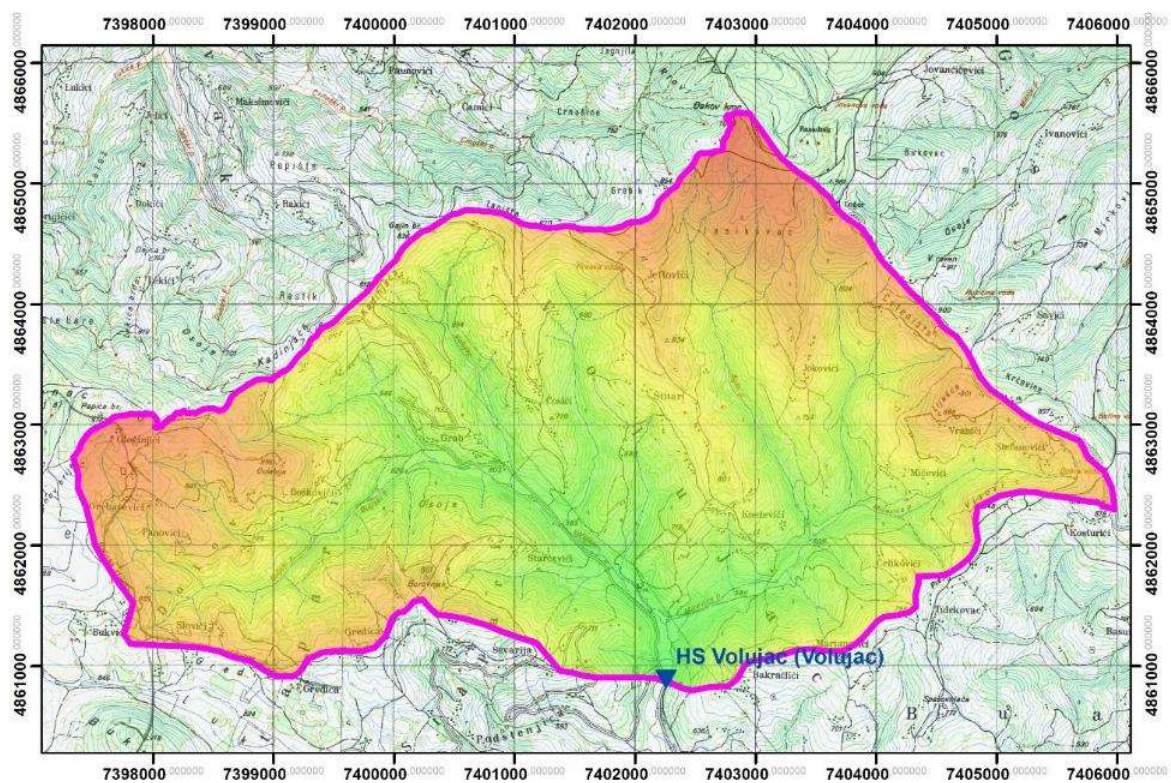
У наредној табели су дате основне хидрографске карактеристике сливног подручја које су одређене на основу топографске карте размере 1:25000 и дигиталног модела терена.

Табела 2. Морфолошке карактеристике анализираних слива до предложених мерних профила

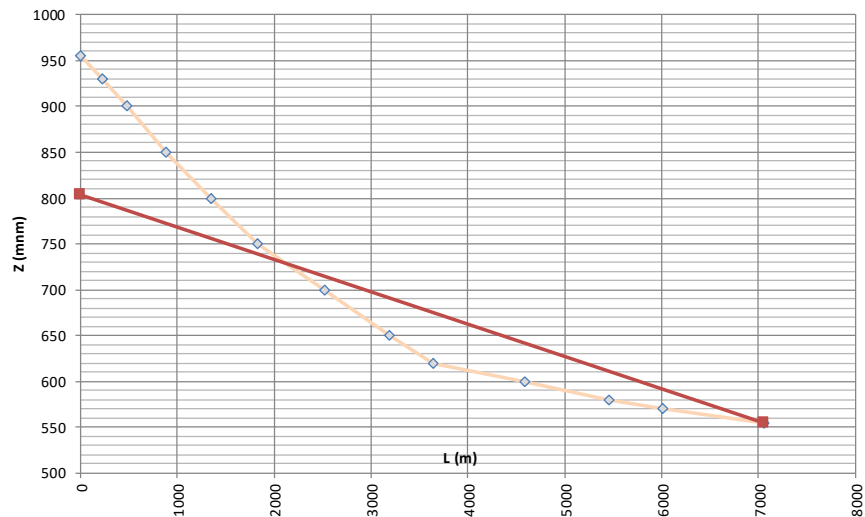
Река	Профил	A km ²	L km	I_{ur} %	I_{sr} %	H_{min} mnm	H_{sr} Mnm	H_{max} mnm
Ђетиња	ХС Стапари	325,4	30,1	1,1	1,8	528	770	1155
Ђетиња	Купалиште (плажа)	258	38,2	1,0	1,7	415	766,4	1155
Волујац	ХС Волујац	23,32	7,058	3,514	5,667	555,8	761,8	996,9
Лужница	ХС Каран	84,49	12,63	1,76	3,523	385,8	621,3	989,4

где су: A - површина слива, L - највећа дужина тока, I_{ur} - уравни пад тока, I_{sr} – средњи пад тока, H_{sr} , H_{max} , H_{min} - средња, максимална и минимална висина слива.

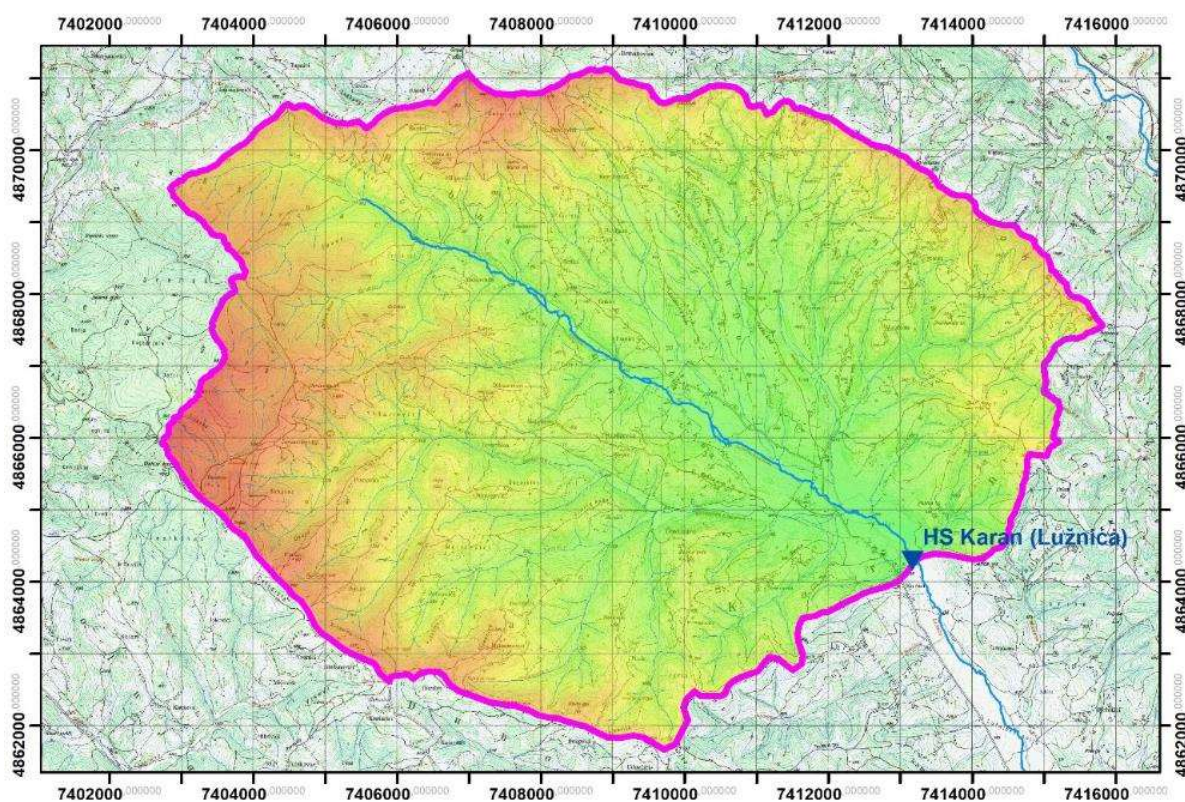
Ситуациони прикази и подужни профили најдужих токова посматраних сливова, са уцртаним средњим падовима токова I_{sr} и уравни падом тока I_{ur} , приказани су на наредним сликама.



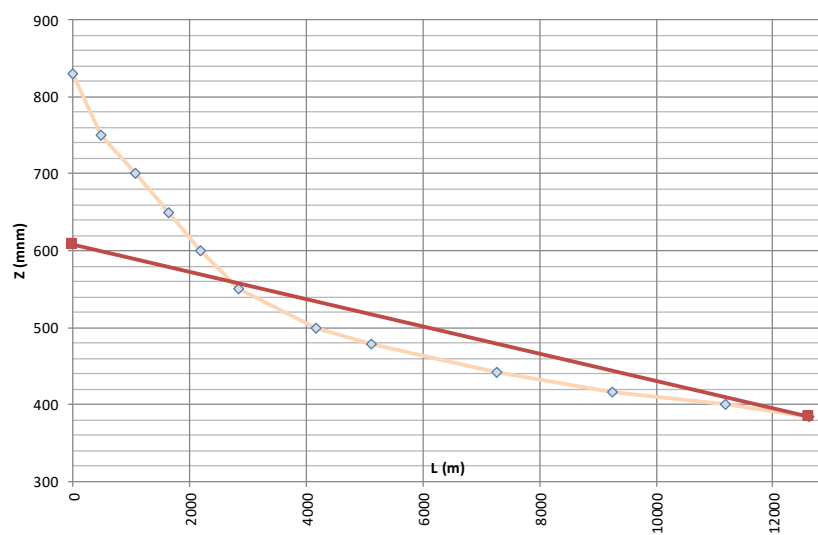
Слика 20. Приказ слива реке Вољујац до ХС Вољујац (подлога је топографска карта 1:25000 и дигитални модел терена)



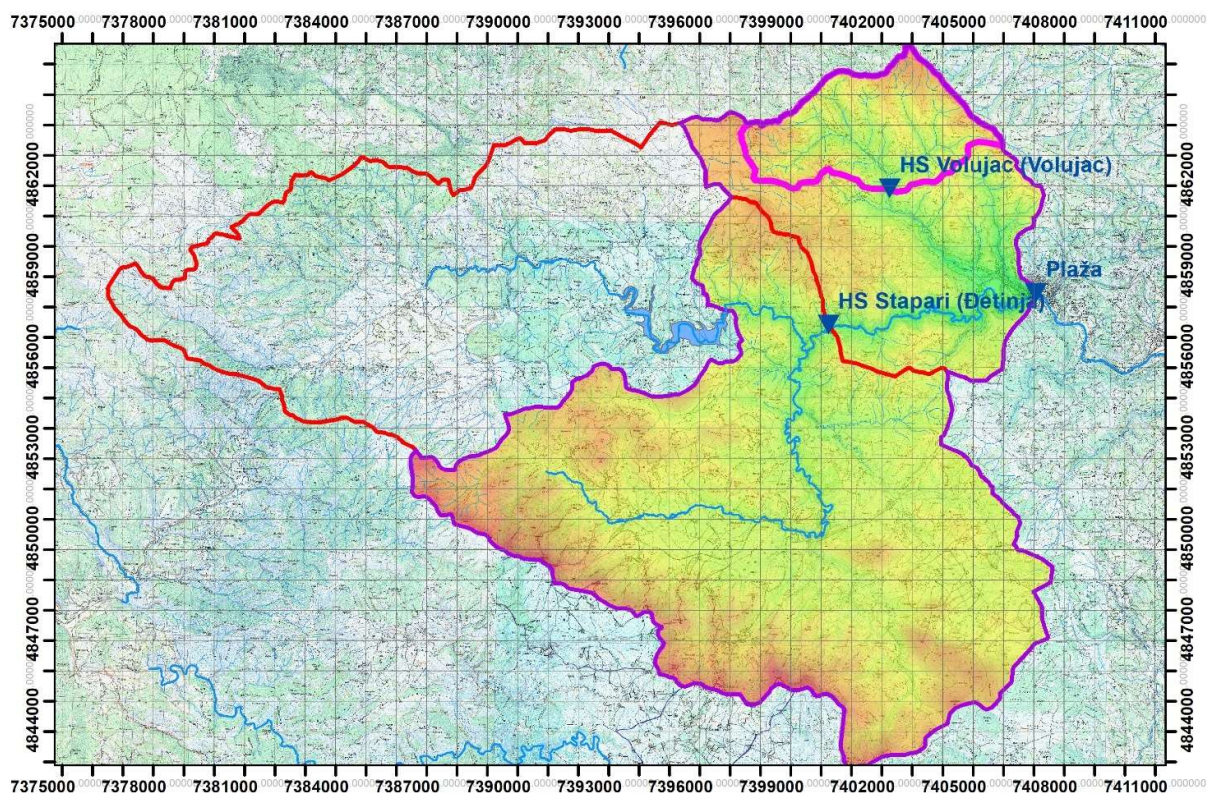
Слика 21. Подужни профил тока реке Вољујац до ХС Вољујац



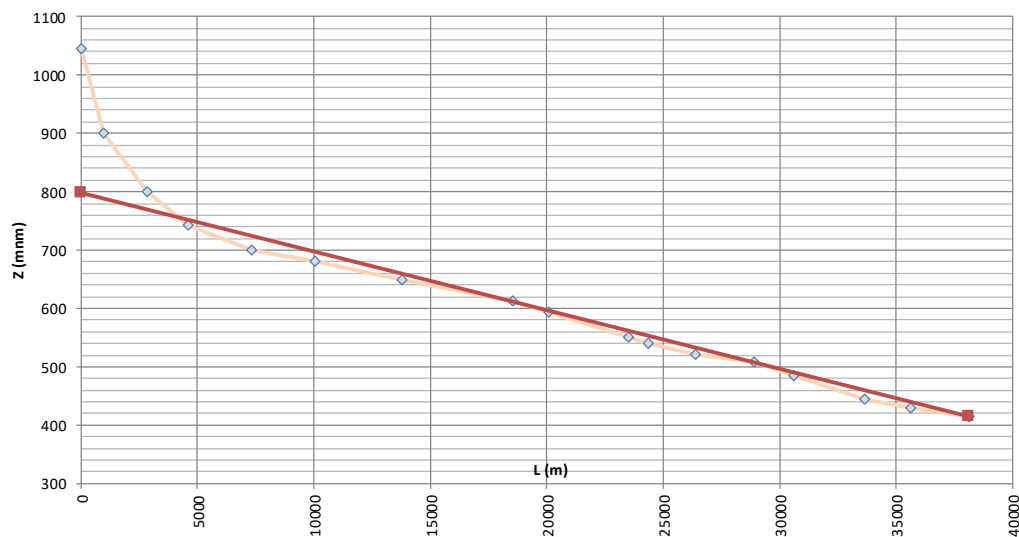
Слика 22. Приказ слива реке Лужнице до ХС Каран (подлога је топографска карта 1:25000 и дигитални модел терена)



Слика 23. Подужни профил тока реке Лужнице до ХС Каран



Слика 24. Приказ слива реке Бетиње до профила Купалиште (плажа) у Ужицу без слива бране Врутци (подлога је топографска карта 1:25000 и дигитални модел терена)



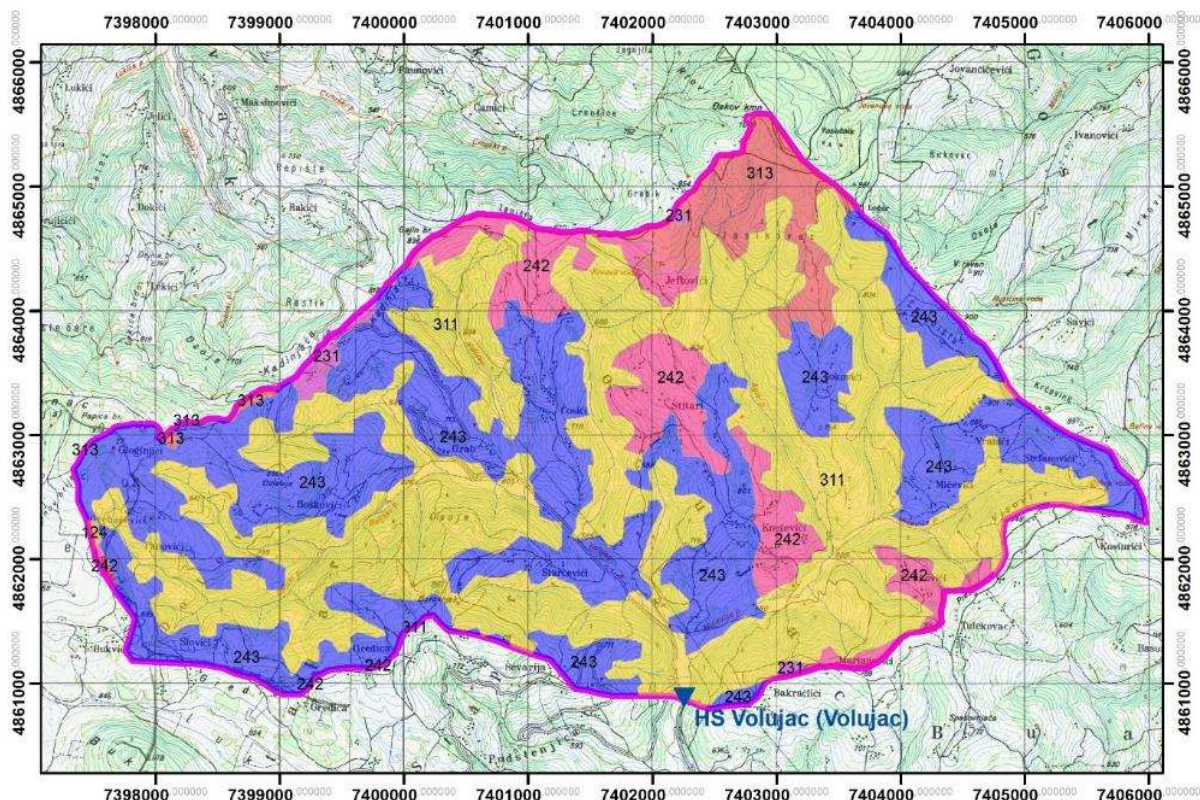
Слика 25. Подужни профил тока реке Бетиње до профила Купалиште (плажа)

5.2 Начин коришћења земљишта

У сливном подручју слива реке Волујац до ХС Волујац доминирају широколиснате шуме (49,39%) а на другом месту је претежно пољопривредно земљиште са већим подручјима природне вегетације (36,46%) а затим комплекс култивисаних парцела (8,36%).

Табела 3. Начин коришћења земљишта у сливном подручју слива реке Волујац до ХС Волујац

CLC	Опис	(m ²)	(%)
124	Аеродроми	17247	0,07%
231	Пашњаци	166516	0,71%
242	Комплекс култивисаних парцела	1949941	8,36%
243	Претежно пољопривредно земљиште са већим подручјима природне вегетације	8500587	36,46%
311	Широколисне шуме	11516463	49,39%
313	Мешовите шуме	1164606	5,00%
	УКУПНО	23315361	100,00

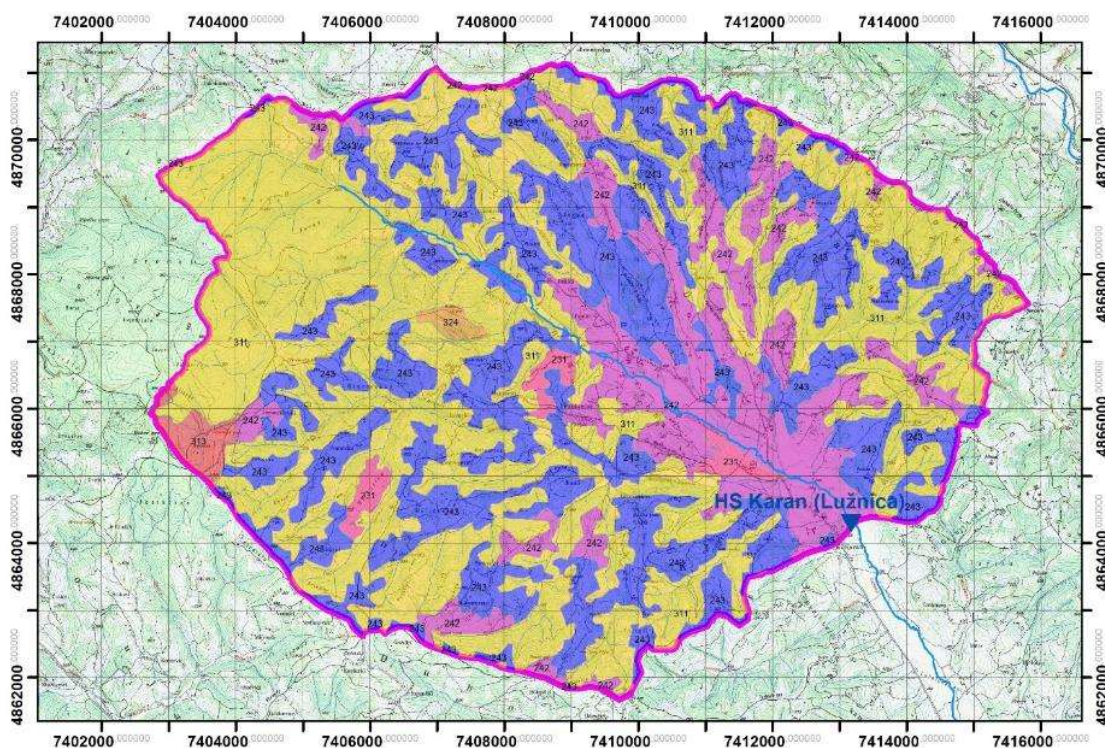


Слика 26. Начин коришћења земљишта у сливном подручју слива реке Волујац до ХС Волујац

У сливном подручју слива реке Лужнице до ХС Каран доминирају широколиствене шуме (49,65%) а на другом месту је претежно пољопривредно земљиште са већим подручјима природне вегетације (32,26%) а затим комплекс култивисаних парцела (15,39%).

Табела 4. Начин коришћења земљишта у сливном подручју реке Лужнице до профила ХС Каран

CLC	Опис	(m ²)	(%)
231	Пашњаци	1170977	1,39%
242	Комплекс култивисаних парцела	12999948	15,39%
243	Претежно пољопривредно земљиште са већим подручјима природне вегетације	27253465	32,26%
311	Широколисне шуме	41950372	49,65%
313	Мешовите шуме	804347,43	0,95%
324	Прелазно подручје шуме, жбуње и макија	313317,12	0,37%
	УКУПНО	84492426	100,00%

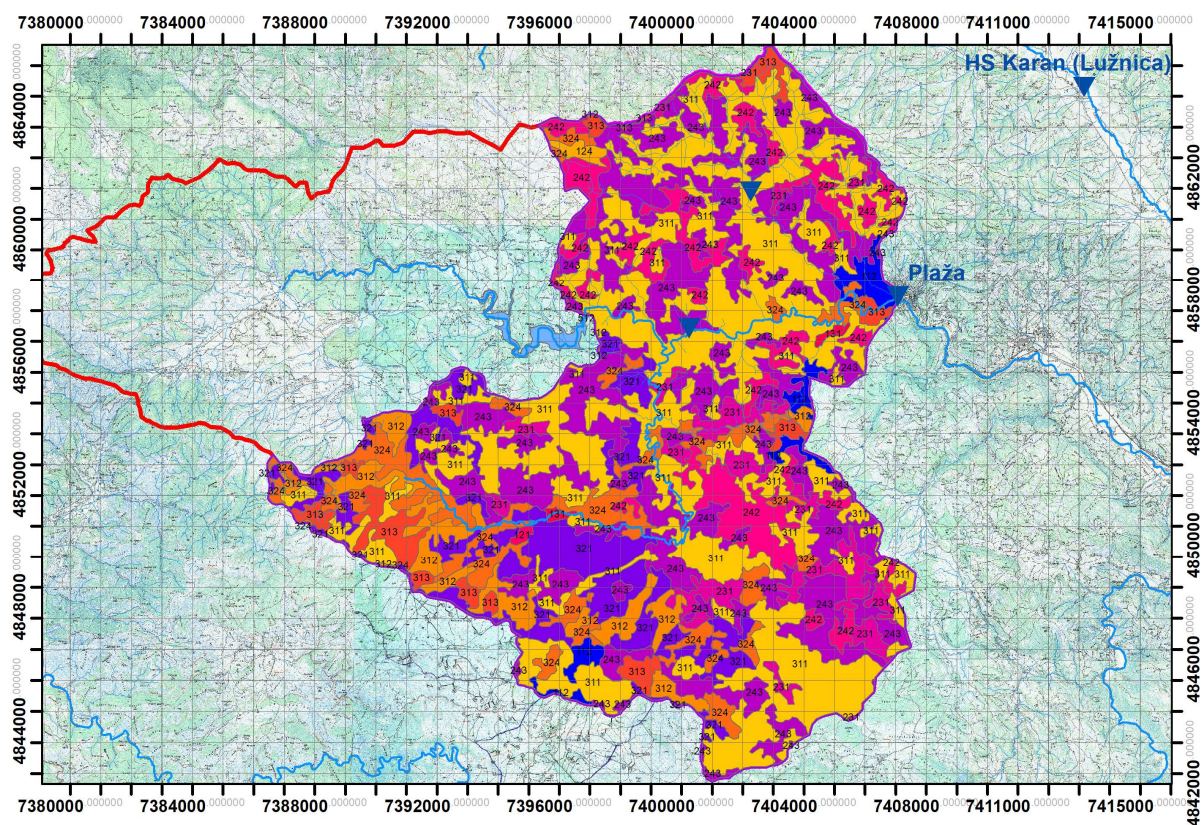


Слика 27. Начин коришћења земљишта у сливном подручју слива реке Лужнице до ХС Каран

У сливном подручју слива реке Ђетиње до профила плаже доминирају широколиснате шуме (34,16%) а на другом месту је претежно пољопривредно земљиште са већим подручјима природне вегетације (24,58%) а затим природна трава (9,22%).

Табела 5. Начин коришћења земљишта у сливном подручју Ђетиње до профила Купалиште (без слива бране Врутци)

CLC	Опис	(m ²)	(%)
112	Нецеловита урбана подручја	4769537	1.85%
121	Индустрија	269519.2	0.10%
124	Аеродроми	826659.17	0.32%
131	Експлоатација минерала	609424.71	0.24%
231	Пашњаци	12224698	4.74%
242	Комплекс култивисаних парцела	22090540	8.56%
243	Претежно пољопривредно земљиште са већим подручјима природне вегетације	63409437	24.58%
311	Широколисне шуме	88131543	34.16%
312	Четинарске шуме	12063102	4.68%
313	Мешовите шуме	9166069.9	3.55%
321	Природна трава	23784477	9.22%
324	Прелазно подручје, жбуње и макија	20644554	8.00%
512	Водотоци	5869.5052	0.00%

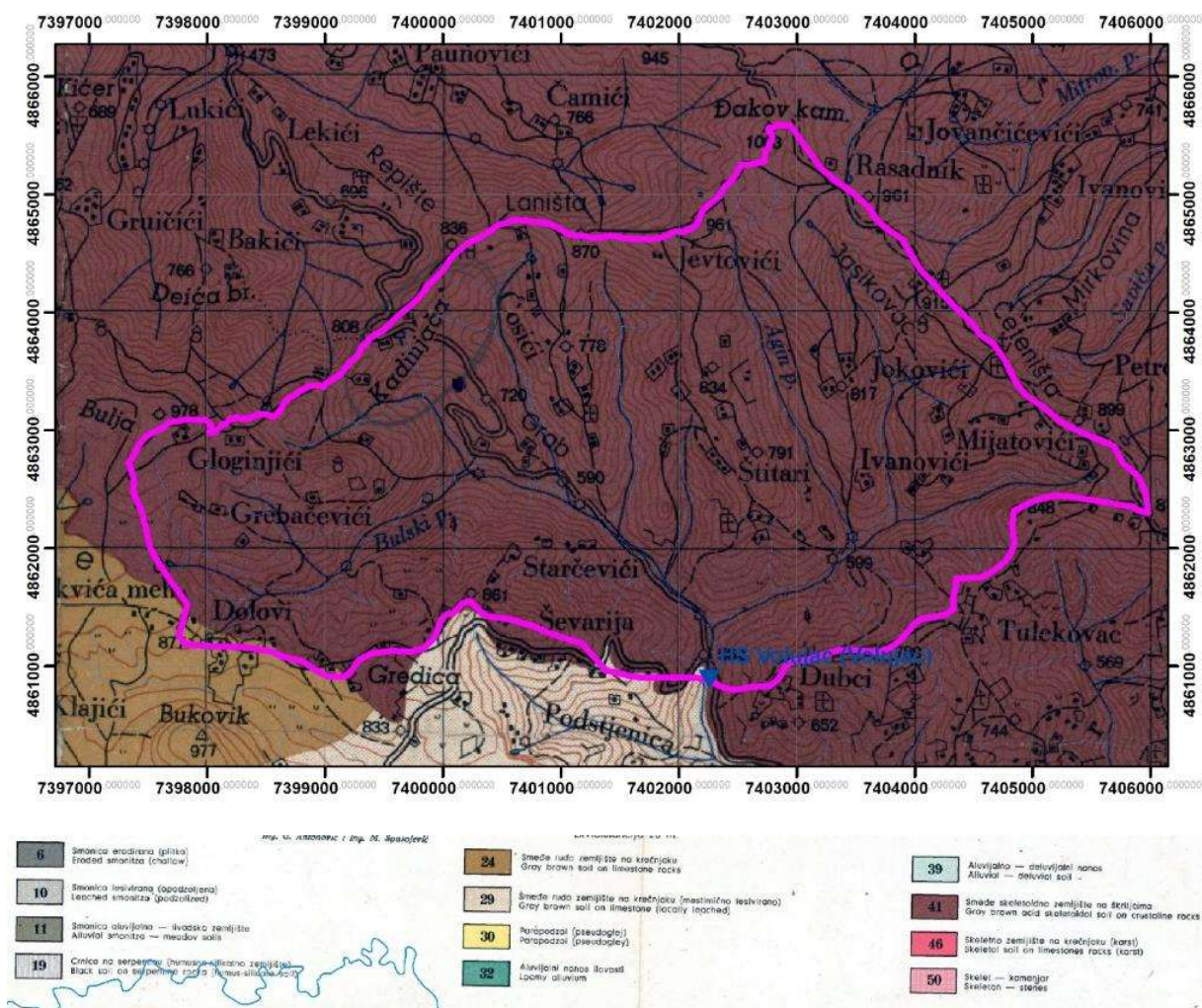


Слика 28. Начин коришћења земљишта у сливном подручју Ђетиње до профила Купалиште (без слива бране Врутци)

5.3 Заступљеност типова земљишта

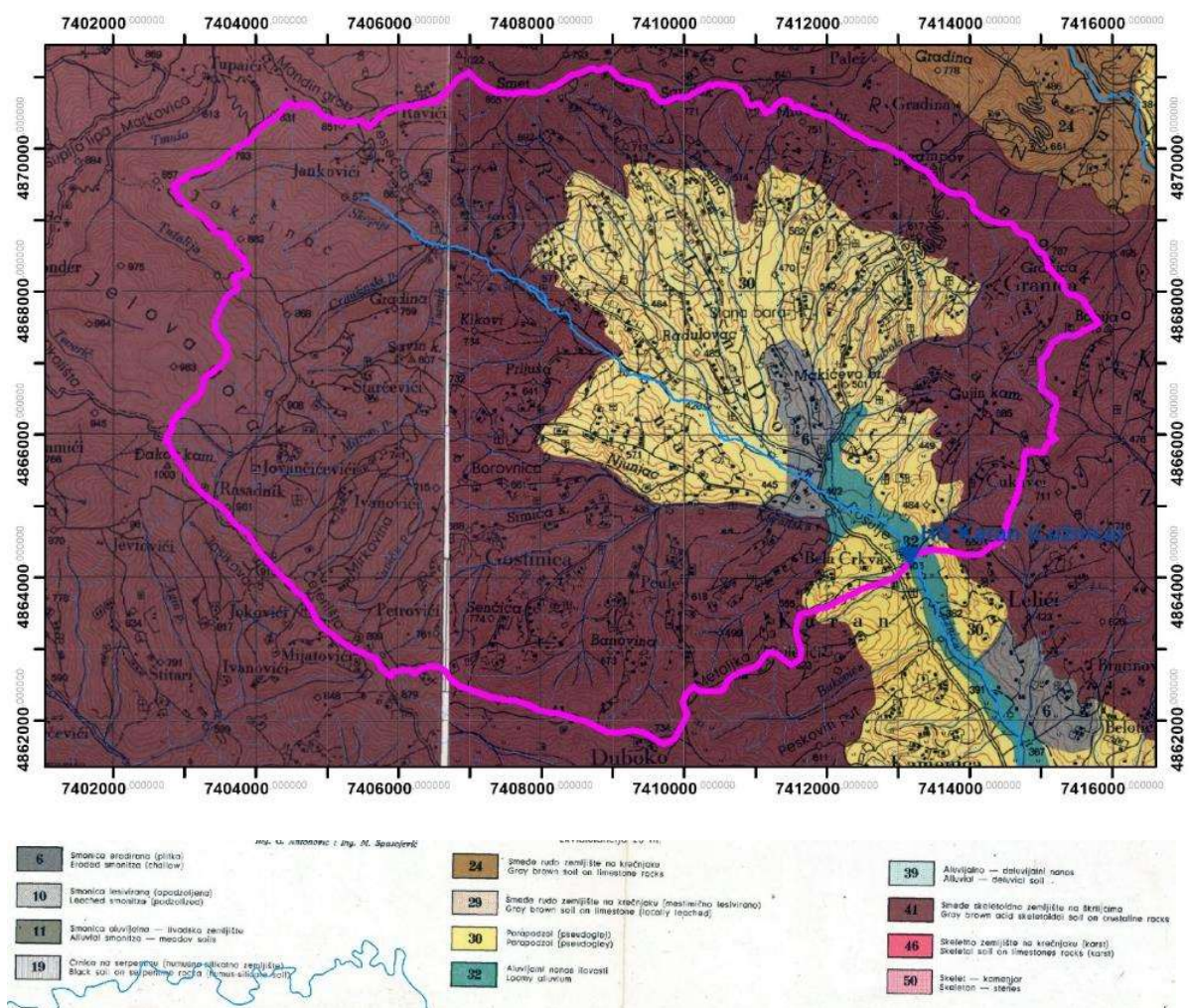
За потребе анализе педолошког састава посматраних сливова, коришћена је Педолошка карта Републике Србије размере 1:50000 (Институт за проучавање земљишта Београд – Топчидер, 1963.).

Са наредне слике се може видети да на анализираном сливу реке Вољујац до ХС Вољујац доминирају смеђа скелетна земљишта на шкриљцима која спадају у хидролошку групу Ц.



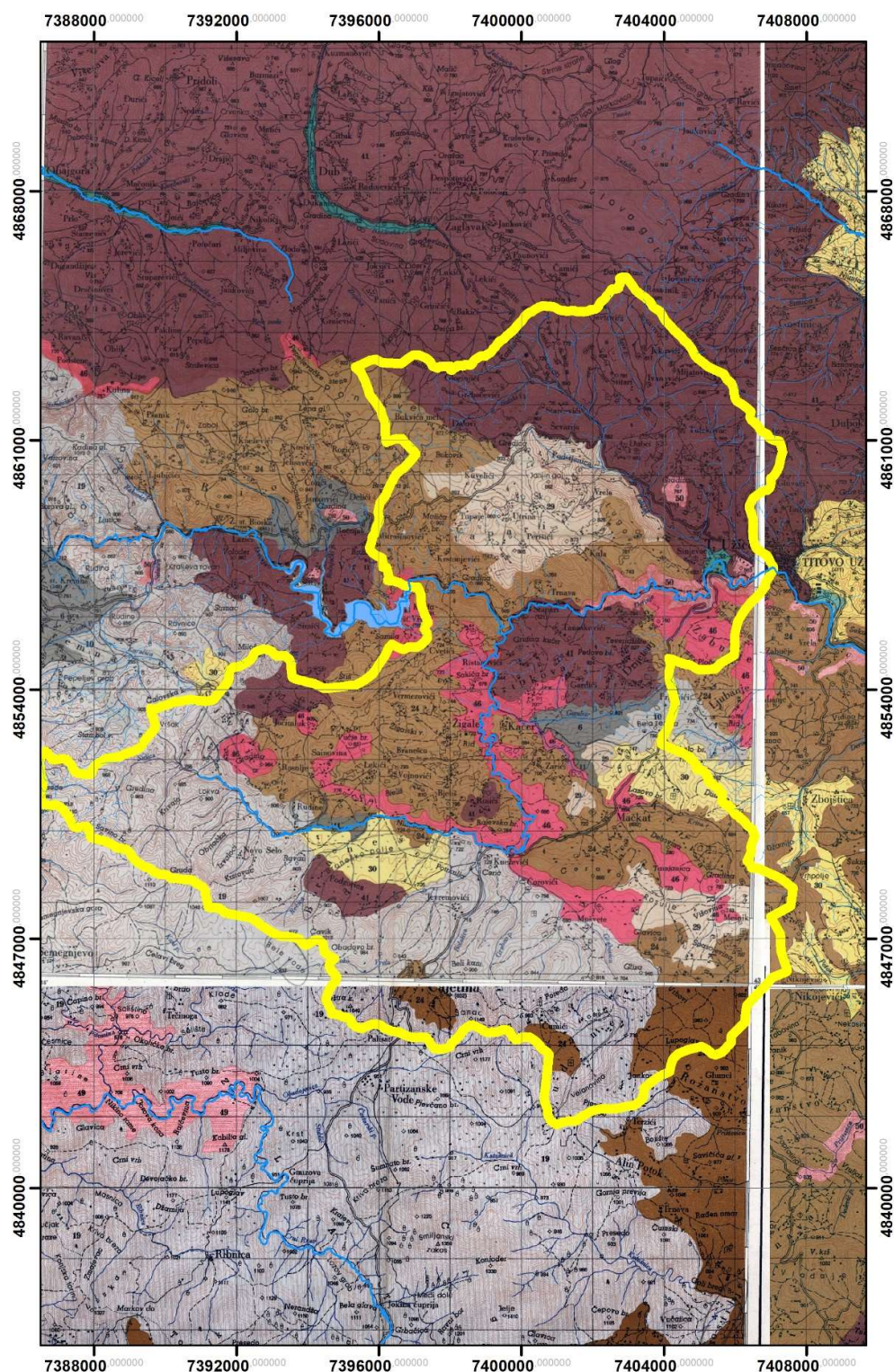
Слика 29. Заступљеност земљишта на сливном подручју реке Вољујац до ХС Вољујац

Са наредне слике се може видети да на анализираном сливу реке Лужнице до ХС Каран доминирају смеђа скелетна земљишта на шкриљцима и параподзол која спадају у хидролошке групе Ц и Б.



Слика 30. Заступљеност земљишта на сливном подручју реке Лужнице до ХС Каран

Са наредне слике се може видети да на сливном подручју реке Ђетиње до профила Купалишта (плажа) без слива бране Врутци доминирају смеђа скелетна земљишта на шкриљцима, црница на серпентиниту, параподзолна земљишта и смеђе рудо земљиште на кречњаку која спадају у хидролошке групе Б и Ц.



Слика 31. Заступљеност земљишта на сливном подручју реке Ђетиње до профила Купалишта (плажа) без слива бране Врутци

6. КЛИМАТОЛОШКЕ АНАЛИЗЕ И ПРОРАЧУНИ

За прикупљене вредности максималних дневних сума падавина на падавинским, климатолошким и ГМС станицама дефинисане су вероватноће појава максималних дневних сума падавина. Прикупљени су и обрађени подаци са следећих падавинских станица:

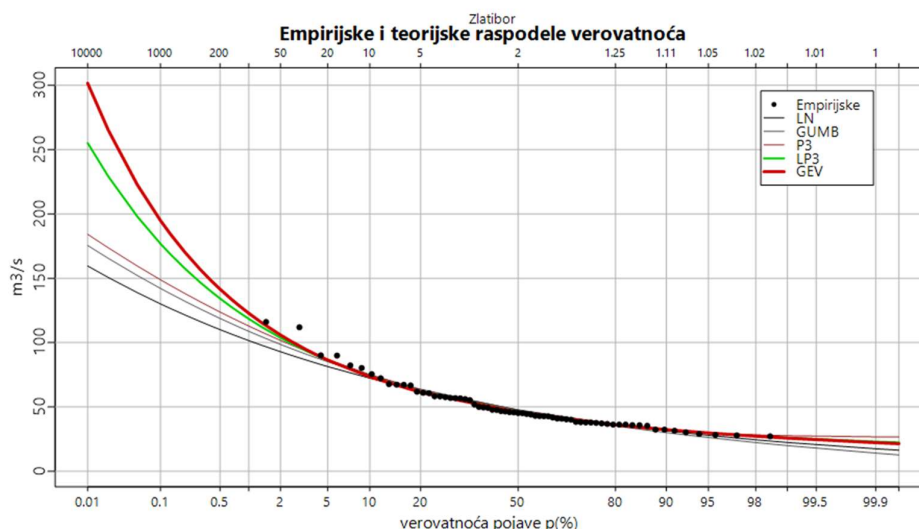
- Златибор (1950-2017)
- Бајина Башта (1942-2015)
- Пожега (1945-2017)
- РЦ Ужице (1990-2017)
- Ариље (1946-1993)
- Чајетина (1941-1990)
- Кремна (1954-1985)
- Мокра Гора (1957-2009)
- Заовине (1946-2011)
- Скржути (1949-2016)
- Семегњево (1949-2014)
- Дуб (1949-1993)
- Растиште (1949-2004)
- Гостиница (1949-1993)
- Крушчица (1956-1993)
- Ужице (1945-1984)
- Севојно (1946-1987)

Одређивање теоријских вредности годишњих максималних падавина за карактеристичне вероватноће на анализираним станицама извршено је применом стандардне процедуре прилагођавања теоријских функција расподеле емпиријским расподелама основних података. Коришћени су следећи закони расподеле: Pirson 3 (P3), Log-Pirson 3 (LP3), Гумбел (Gumb), Log-Normalna (LN) и GEV расподела.

Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина је дат у следећим табелама и на следећим сликама.

Табела 6. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на ГМС Златибор (1950-2017)

p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
20	62,7	63,8	63,2	61,9	61,3
10	72,3	74,7	75,2	73,7	73,3
5	81,4	85,1	86,8	86,1	86,4
2	92,9	98,6	101,7	103,8	105,9
1	101,5	108,7	112,8	118,4	122,7



Слика 32. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на ГМС Златибор (1950-2017)

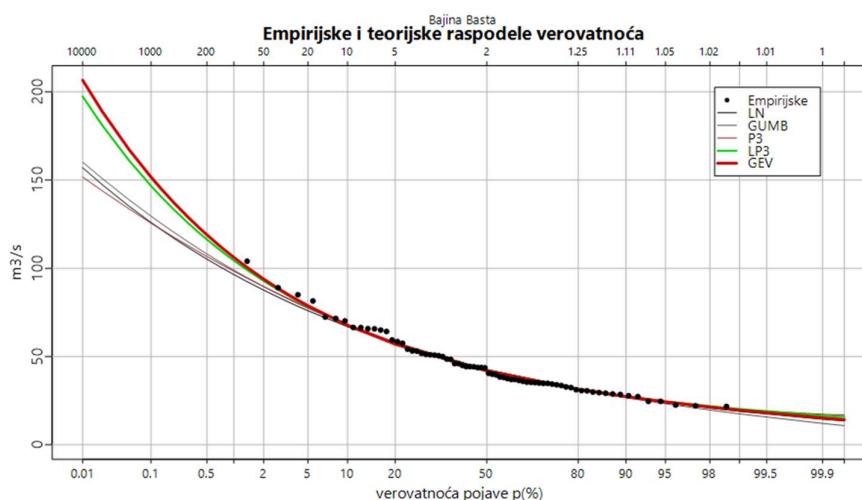
Како се ГМС Златибор користи као репрезентативна за прорачун великих вода на Ђетињи у наредној табели су приказане ординате расподеле вероватноћа максималних висина киша H (mm), трајања T_k (min) и вероватноће p (%) Gumbel за ГМС Пожега на основу којих је формирана редукциона крива (Слика 51.).

Табела 7. Ординате расподеле вероватноћа максималних висина киша H (mm), трајања T_k (min) и вероватноће p (%) Gumbel за ГМС Златибор (извор: Интезитети јаких киша у Србији, Стеван П., Владислава Бартош Дивац, Институт „Јарослав Черни“, Београд, 2014. године)

T_k	p (%)							
min	0.1	1	2	5	10	20	50	80
10	41,31	30,44	27,16	22,77	19,38	15,85	10,51	6,55
20	60,17	44,72	40	33,61	28,57	23,18	14,83	8,92
30	75,8	56,51	50,57	42,45	35,93	28,81	17,59	9,94
60	101,2	75,67	67,75	56,81	47,88	37,94	22,05	11,57
120	109,43	81,94	73,42	61,7	52,17	41,61	24,8	13,61
180	113,73	85,23	76,42	64,34	54,56	43,79	26,71	15,24
360	121,56	91,26	81,95	69,27	59,15	48,14	30,91	19,03
720	131,49	98,93	89,01	75,66	65,18	54,04	36,93	24,66
1440	147,16	111,04	100,16	85,74	74,71	63,37	46,46	33,56

Табела 8. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на МС Бајина Башта (1942-2015)

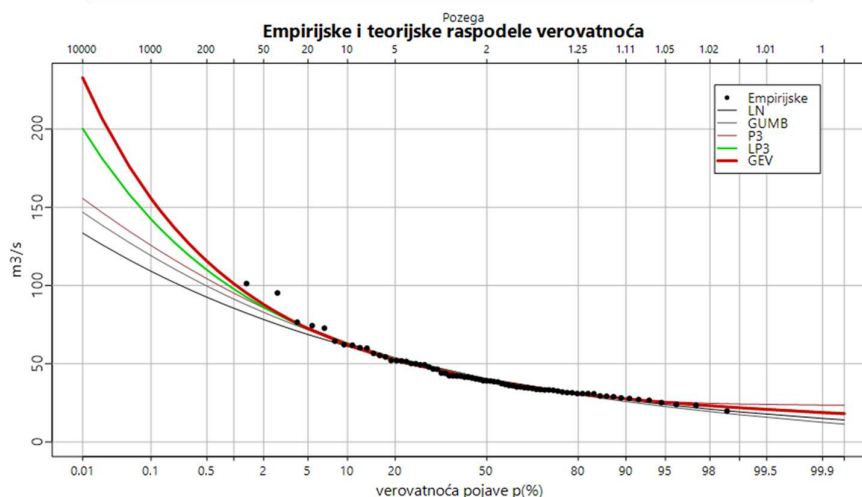
p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	66,9	67,7	68,3	67,7	67,7
5	76,0	77,3	77,8	78,3	78,7
2	87,6	89,6	89,7	92,8	94,0
1	96,4	98,9	98,3	104,3	106,1



Слика 33. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на МС Бајина Башта (1942-2015)

Табела 9. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на ГМС Пожега (1945-2017)

p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	61,2	63,0	63,4	62,2	61,9
5	68,7	71,7	73,2	72,2	72,5
2	78,4	82,9	85,8	86,3	88,0
1	85,5	91,3	95,2	97,7	101,1



Слика 34. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на ГМС Пожега (1945-2017)

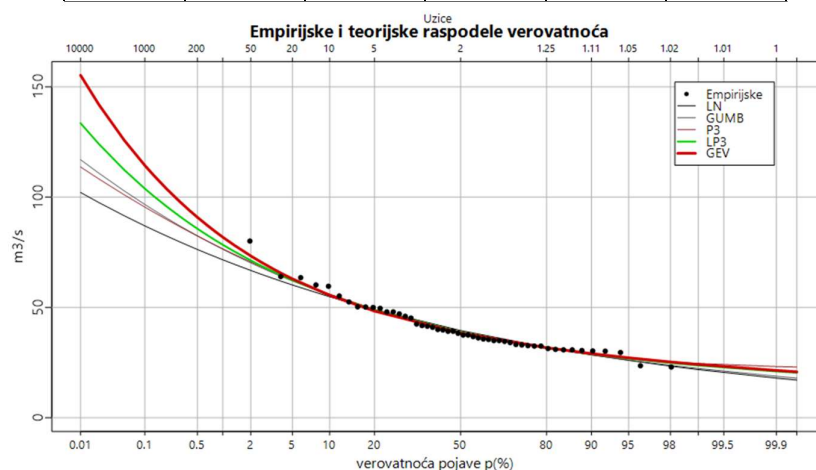
Како се ГМС Пожега користи као репрезентативна за прорачун великих вода на Лужници у Вољуцу у наредној табели су приказане ординате расподеле вероватноћа максималних висина киша H (mm), трајања T_k (min) и вероватноће p (%) Gumbel за ГМС Пожега на основу којих је формирана редукциона крива (Слика 50.).

Табела 10. Ординате расподеле вероватноћа максималних висина киша H (mm), трајања T_k (min) и вероватноће p (%) Gumbel за ГМС Пожега (извор: Интезитети јаких киша у Србији, Стеван П., Владислава Бартош Дивац, Институт „Јарослав Черни“, Београд, 2014. године)

T_k					p (%)			
min	0.1	1	2	5	10	20	50	80
10	31,91	24,01	21,62	18,43	15,97	13,4	9,51	6,63
20	55,2	41,72	37,55	31,81	27,16	22,01	13,76	8,17
30	66,84	50,58	45,54	38,56	32,86	26,49	16,21	9,33
60	81,36	61,68	55,57	47,14	40,25	32,57	20,18	11,87
120	90,09	68,41	61,71	52,52	45,1	36,91	23,86	14,95
180	94,28	71,65	64,68	55,16	47,52	39,16	25,94	16,8
360	100,15	76,21	68,89	58,98	51,14	42,71	29,58	20,27
720	106,02	80,79	73,13	62,86	54,86	46,43	33,56	24,16
1440	114,4	87,34	79,19	68,41	60,18	51,76	39,26	29,71

Табела 11. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Ужице (1945-1984)

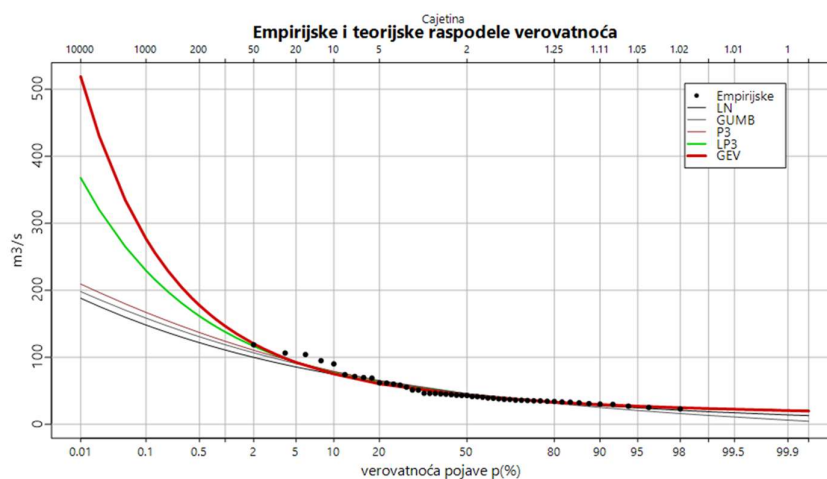
p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	54,8	55,7	56,1	55,6	55,5
5	60,2	62,0	62,5	62,3	62,9
2	66,8	70,2	70,6	71,3	73,4
1	71,6	76,4	76,6	78,4	81,8



Слика 35. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Ужице (1945-1984)

Табела 12. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Чајетина (1941-1990)

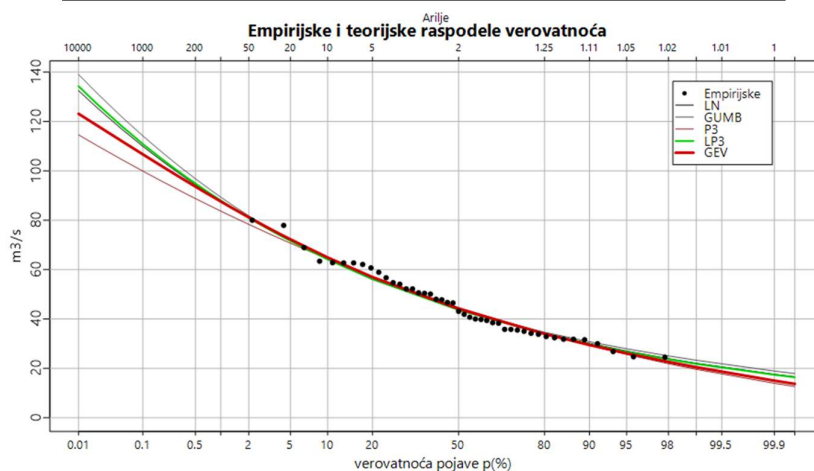
p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	74,5	78,4	78,9	76,5	75,2
5	85,6	90,8	92,8	92,6	92,5
2	100,0	106,8	110,7	116,8	120,4
1	110,9	118,8	123,9	137,8	146,4



Слика 36. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Чајетина (1941-1990)

Табела 13. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Ариље (1946-1993)

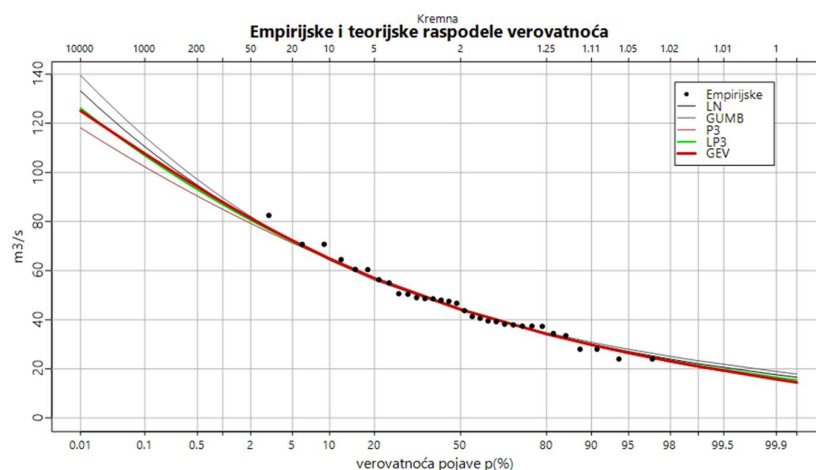
p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	64,3	64,0	64,3	64,2	64,9
5	71,6	71,7	70,7	71,6	72,2
2	80,9	81,8	78,3	81,0	81,2
1	87,7	89,3	83,7	88,0	87,6



Слика 37. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Ариље (1946-1993)

Табела 14. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Кремна (1954-1985)

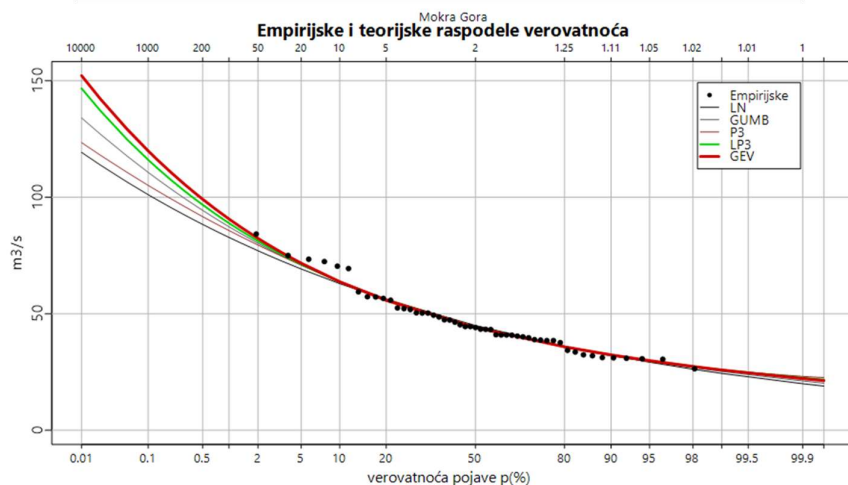
p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	64,5	64,2	64,6	64,7	64,9
5	71,9	72,0	71,2	71,8	72,2
2	81,2	82,0	79,2	80,5	81,3
1	88,0	89,6	84,9	86,9	87,9



Слика 38. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Кремна (1954-1985)

Табела 15. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Мокра Гора (1957-2009)

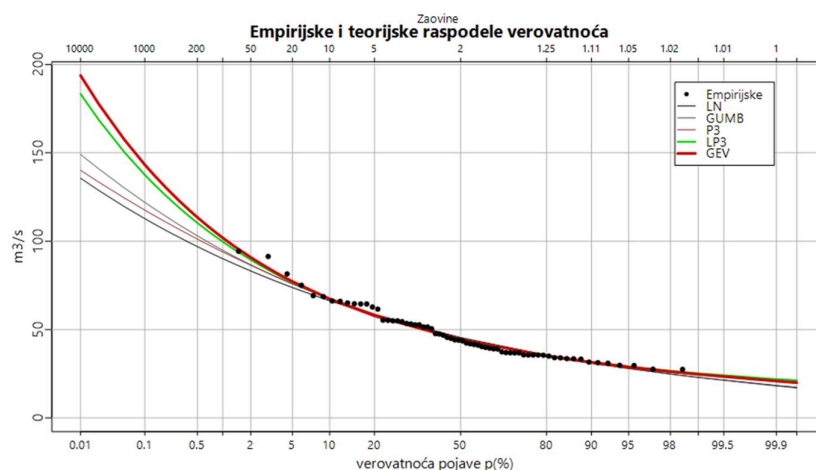
p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	62,9	63,5	64,0	63,6	63,7
5	69,2	70,8	70,9	71,2	71,7
2	77,0	80,2	79,5	81,2	82,4
1	82,7	87,3	85,7	88,9	90,6



Слика 39. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Мокра Гора (1957-2009)

Табела 16. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Заовине (1946-2011)

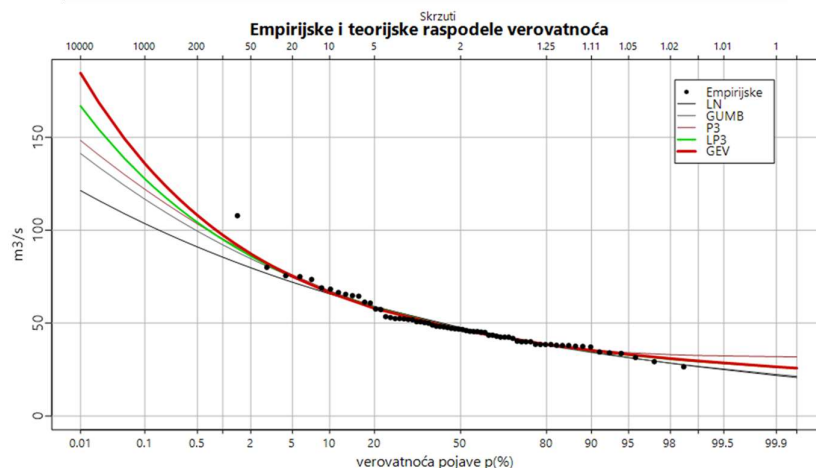
p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	66,3	67,3	67,8	67,2	67,4
5	73,8	75,7	76,1	76,7	77,2
2	83,2	86,7	86,4	89,5	90,9
1	90,1	94,9	93,9	99,7	101,9



Слика 40. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Заовине (1946-2011)

Табела 17. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Скржути (1949-2016)

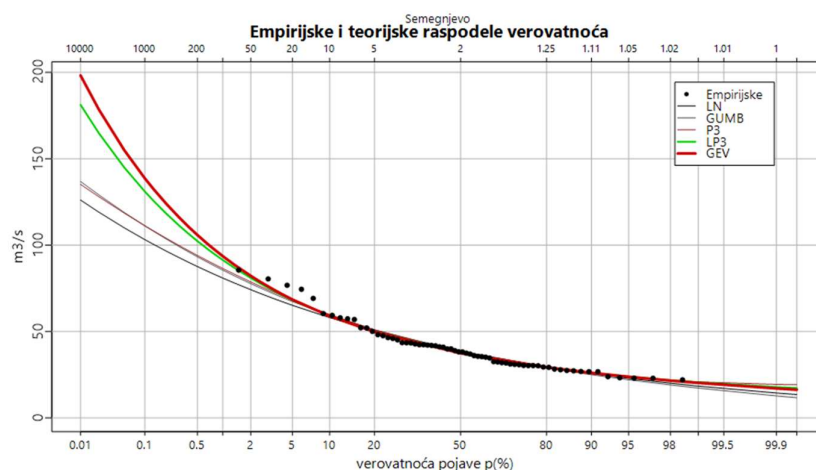
p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	65,7	67,1	67,4	66,6	66,4
5	72,0	74,7	76,0	74,9	75,1
2	79,8	84,7	87,1	86,1	87,4
1	85,5	92,1	95,3	95,0	97,4



Слика 41. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Скржути (1949-2016)

Табела 18. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Семеѓево (1949-2014)

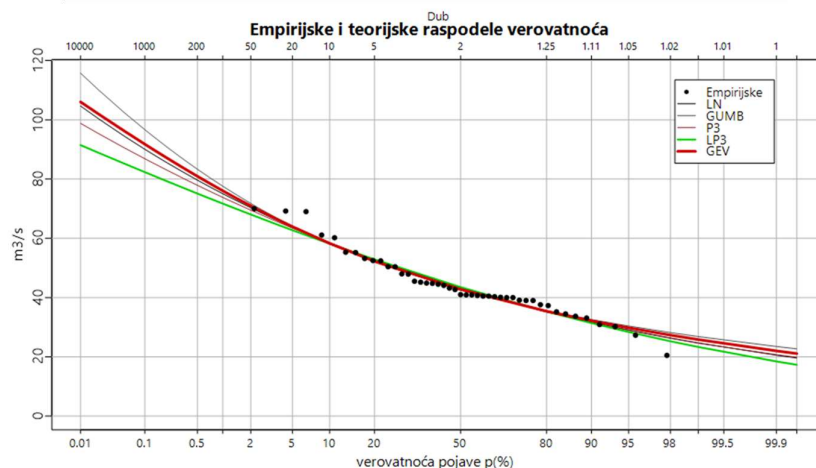
p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	58,1	59,4	59,9	59,0	58,9
5	65,2	67,4	68,2	68,2	68,5
2	74,3	77,8	78,8	81,0	82,3
1	81,0	85,5	86,5	91,4	93,6



Слика 42. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Семењево (1949-2014)

Табела 19. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Дуб (1949-1993)

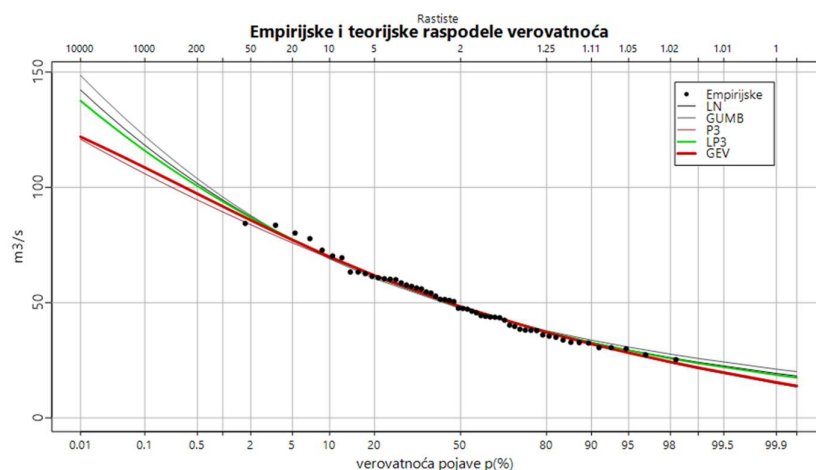
p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	58,5	58,1	58,4	58,2	58,3
5	63,8	64,1	63,4	62,7	63,9
2	70,3	71,8	69,5	68,0	70,9
1	75,0	77,6	73,8	71,7	76,0



Слика 43. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Дуб (1949-1993)

Табела 20. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Растиште (1949-2004)

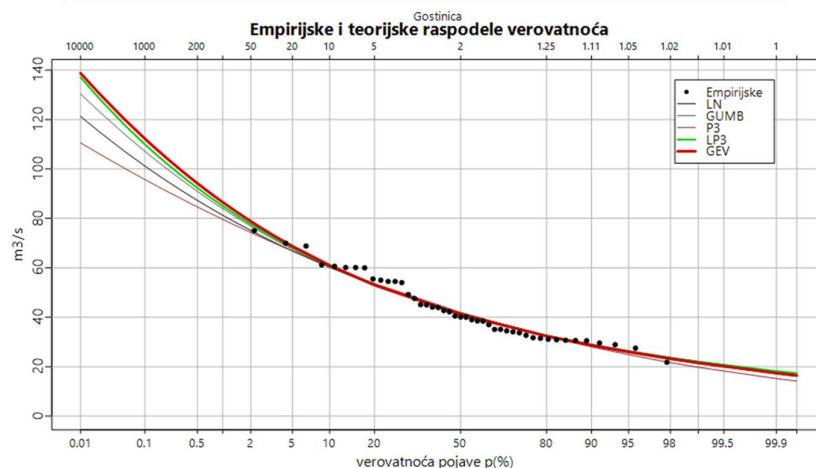
p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	69,6	69,0	69,3	69,8	69,9
5	77,5	77,2	75,9	77,5	77,2
2	87,3	87,9	83,8	87,0	85,8
1	94,6	95,9	89,4	93,9	91,7



Слика 44. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Растисhte (1949-2004)

Табела 21. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Гостиница (1949-1993)

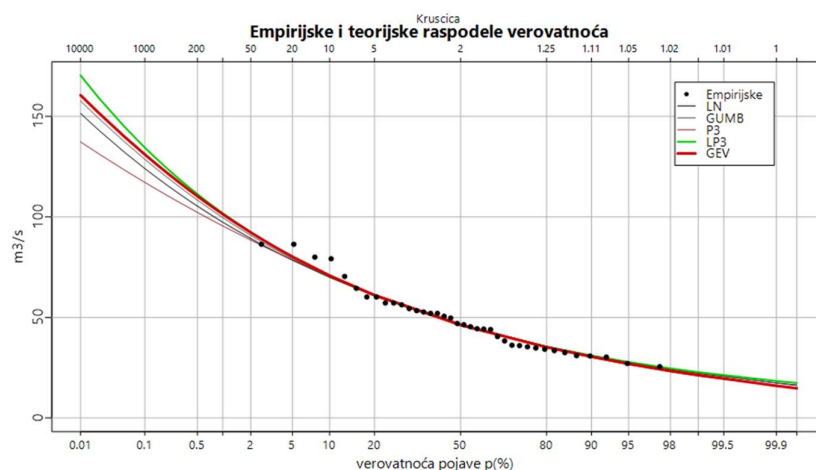
p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	60,2	60,2	60,6	60,7	61,0
5	66,8	67,5	66,8	68,1	68,7
2	75,1	76,9	74,3	77,7	78,8
1	81,2	83,9	79,6	85,0	86,5



Слика 45. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Гостиница (1949-1993)

Табела 22. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Крушчица (1956-1993)

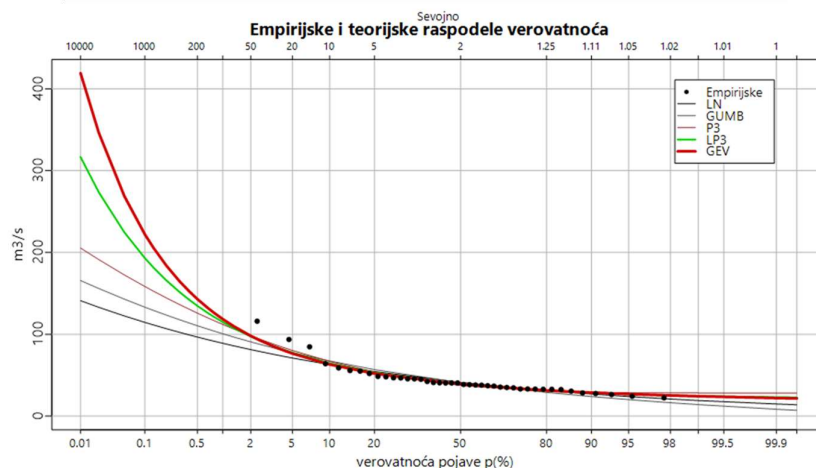
p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	69,9	70,0	70,5	70,6	70,8
5	78,4	79,1	78,6	80,1	80,2
2	89,3	90,8	88,5	92,4	92,3
1	97,4	99,6	95,5	101,8	101,3



Слика 46. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Крушица (1956-1993)

Табела 23. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Севојно (1946-1987)

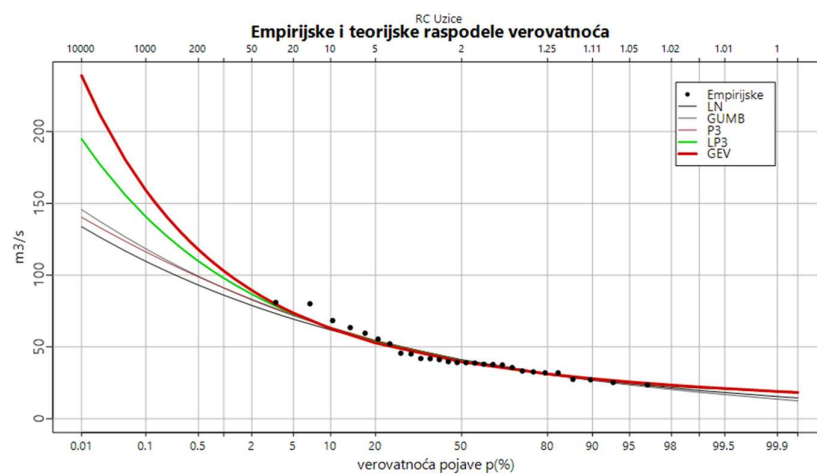
p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
10	63,0	67,4	66,8	64,6	63,2
5	71,0	77,6	80,2	77,5	76,5
2	81,3	90,8	98,2	97,3	98,1
1	89,0	100,6	112,0	114,8	118,5



Слика 47. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на КС Севојно (1946-1987)

Табела 24. Приказ нумеричких резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на РЦ Ужице (1990-2017)

p (%)	LN	GUMB	P3	LP3	GEV
20	53,4	54,4	54,6	53,5	53,2
10	61,8	63,2	63,8	63,1	62,8
5	69,4	71,8	72,4	73,0	73,6
2	79,0	82,8	83,2	86,8	89,5
1	86,1	91,1	91,1	97,9	102,9



Слика 48. Приказ резултата прорачуна емпиријских и теоријских вероватноћа појава максималних дневних сума падавина на РЦ Ужице (1990-2017)

7. ХИДРОЛОШКИ ПРОРАЧУНИ ВЕЛИКИХ ВОДА

За потребе прорачуна меродавних великих вода у задатим профилима на реци Волујац (ХС Волујац) и Лужница (ХС Каран) и реци Ђетињи (купалиште), примењен је модел падавине-отицај који се заснива на теорији синтетичког јединичног хидрограма за детерминисање вршне ординате јединичног отицаја, као и на SCS методи за одређивање ефективних падавина.

7.1 SCS метода за ефективну кишу

Америчка агенција за заштиту земљишта (*Soil Conservation Service - SCS*, данас *National Resource Conservation Service – NRCS*) развила је метод за прорачун функције губитака кише. Основна поставка SCS методе за губитке кише је да је висина ефективне кише P_e увек мања или једнака укупној висини кише P , а да је вода упијена у земљиште након почетка отицаја I_a увек мања или једнака максималном капацитету тла S .

Количина воде коју земља упије пре него што почне отицај назива се почетним губитком I_a , тако да је максимална „потенцијална“ ефективна киша једнака $(P - I_a)$. Претпоставка SCS методе је да су односи стварне и потенцијалне ефективне кише с једне стране, и стварних и потенцијалних губитака с друге, једнаки:

$$\frac{P_e}{P - I_a} = \frac{I}{S}$$

при чему важи:

$$P = P_e + I_a + I$$

Из претходна два израза следи:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)}$$

Проучавањем великог броја експерименталних сливова, у SCS су дошли до везе између почетног и максималног капацитета земљишта:

$$I_a = 0.2S$$

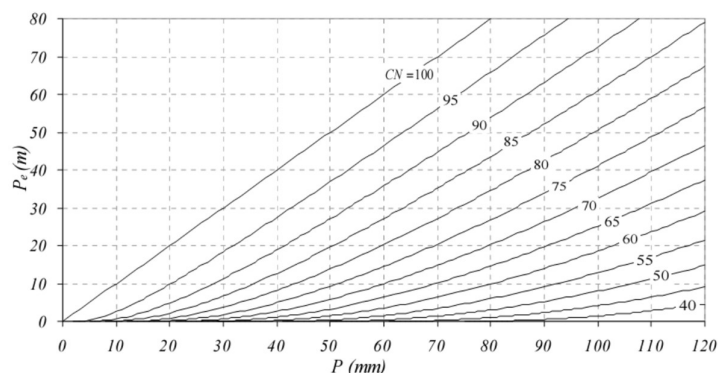
Уношењем овог израза, следи:

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)}$$

Уместо капацитета земљишта S , уводи се тзв. број криве отицаја CN као параметар у горњој једначини. Број CN је без димензије и вредности му се крећу између 1 и 100, а његова веза са S је дата са:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

где се S добија у милиметрима. За непропусне и водене површине CN узима вредност 100, док је за природне површине $CN < 100$. Веза између P , P_e и CN представља SCS дијаграм, приказан на наредној слици. Овај дијаграм важи за нормалне услове отицаја.



Слика 49. Дијаграм односа укупне и ефективне кише по SCS методи

Одређивање хијетограма ефективне кише овде се обавља посредно, преко сумарне линије кише. За сваки временски интервал, ордината сумарне линије ефективне кише $P_e(t)$ добија се према датој једначини на основу ординате сумарне линије пале кише $P(t)$ или преко дијаграма на претходној слици за задат CN . При томе треба водити рачуна да укупна висина кише мора бити већа од почетних губитака, јер се не може изгубити више кише него што је пало. Дакле:

$$P_e = \begin{cases} \frac{(P(t) - 0.2S)^2}{(P(t) + 0.8S)}, & P > 0.2S \\ 0, & P \leq 0.2S \end{cases}$$

Са овако одређеном сумарном линијом ефективне кише, може се конструисати и хијетограм ефективне кише.

7.2 SCS метода – одређивање броја CN

Вредност криве отицаја CN заснива се на хидролошкој класи земљишта, начину коришћења земљишта, начину обраде и претходним условима отицања.

Према SCS, земљишта су подељена у четири хидролошке класе у зависности од потенцијалних услова отицања. Четири хидролошке класе земљишта су означене као А, Б, Ц и Д, где класа А има најмањи потенцијал отицања а класа Д највећи. Критеријуми за класификацију земљишта у хидролошке класе укључују минимални износ инфилтрације, дубину до водонепропусног слоја, нивоа подземних вода итд. У пракси се најчешће одређује на основу педолошког састава земљишта. У наредној табели је дата подела заступљених земљишта на посматраним сликовима у хидролошке класе земљишта.

Табела 25. Класификација заступљених типова земљишта у хидролошке класе земљишта (HSG)

Тип земљишта	Хидролошка класа
Параподзол (псеудоглеј)	Б
Смеђе скелетоидно земљиште на шкриљцима	Ц
Смеђе рудо земљиште на кречњаку	Б
Црница на серпентиниту	Ц
Смоница еродирана (плитка)	Ц

Број криве отицаја CN се одређује прво дефинисањем свих комбинација хидролошке класе земљишта и начина коришћења у целом сливном подручју, а потом се пондерисањем добија средња вредност за слив. Вредности броја CN за различите услове се могу наћи у литератури, нпр. *NRCS National Engineering Handbook* (2009).

На тај начин добијена вредност броја CN_{II} односи се на просечне претходне услове отицања. Да би се обухватили неповољнији услови који најчешће владају при екстремним појавама великих вода (када се инфилтрационо-ретензиони капацитет слива сведе на минимум услед нпр. сатурације земљишта водом), у пракси се рачуна број CN за тзв. надпросечне услове отицаја (CN_{III}).

Усвојене вредности броја криве отицаја CN за надпросечне услове отицања су CN_{III} које су приказане у наредној табели.

Табела 26. Резултат прорачуна броја CN

Река	Профил	CN_{II}	CN_{III}
Волујац	ХС Волујац	73	87
Ђетиња	Плажа	68	84
Лужница	ХС Каран	70	85

7.3 Метода синтетичког јединичног хидрограма

Јединични хидрограм се дефинише као хидрограм директног отицаја услед јединичне ефективне кише која је равномерно распоређена по површини слива и константног је интензитета током ефективног трајања.

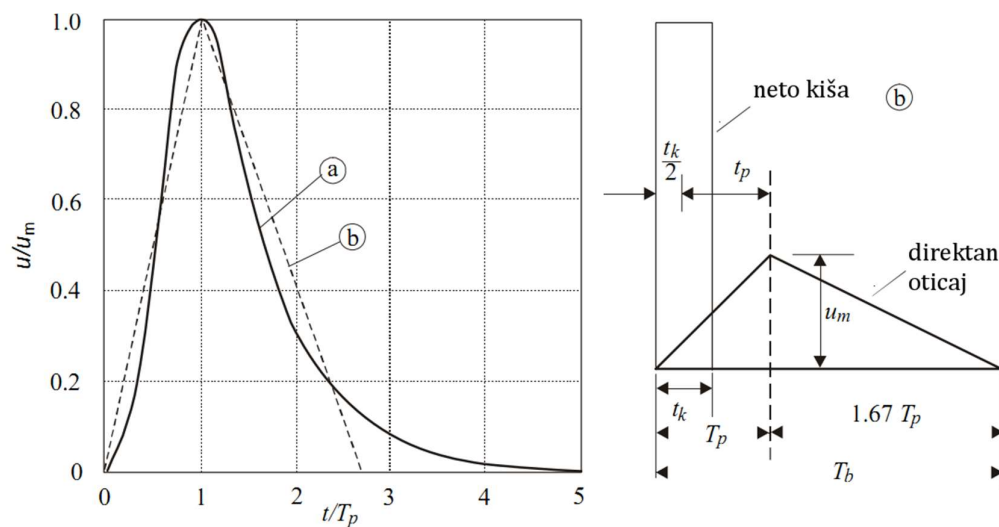
На неизученим сливовима се користе синтетички јединични хидрограми чија се конструкција заснива на транспозицији података са других сливова кроз регионалне везе између карактеристика слива и карактеристика хидрограма.

Код SCS бездимензионалног јединичног хидрограма (доња слика), време се изражава у односу на време подизања хидрограма T_p , а ординате у односу на максималну ординату јединичног хидрограма u_m . Да би се овакав хидрограм применио, потребно је познавати време подизања T_p , док се максимална ордината u_m одређује из услова да површина испод будућег јединичног хидрограма буде једнака запремини отицаја.

Време подизања хидрограма T_p може се изразити помоћу времена кашњења слива t_p :

$$T_p = t_p + \frac{t_k}{2}$$

где је t_k трајање кише. Време кашњења t_p се најчешће одређује или посредством физичких карактеристика слива или проценом времена концентрације слива.



Слика 50. Синтетички јединични хидрограм по SCS: а) криволинијски јединични хидрограм и б) апроксимација троуглом

У пракси се често користи модификација синтетичког хидрограма коју су предложили Брајковић и Јовановић (Јовановић, 1989). Према овој модификацији, време опадајуће гране хидрограма T_r , као и база хидрограма T_b , нису фиксирани већ износе:

$$T_r = rT_p \quad \text{и} \quad T_b = (1 + r)T_p$$

где је r константа за дати слив и зависи од величине слива и намене површина на сливу.

Време кашњења слива t_p које одређује време подизања хидрограма T_p , одређује се из регионалне зависности:

$$t_p = at_k + t_0$$

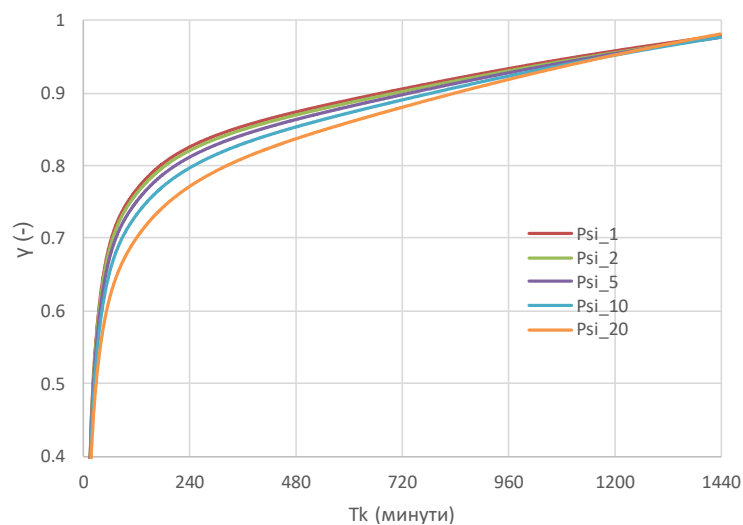
где су сва времена изражена у часовима. Сматра се да параметар a зависи од површине слива, а параметар t_0 од физичких карактеристика слива, као нпр. у следећој емпиријској зависности:

$$t_0 = 0,4 \cdot L_t^{0,67} \cdot \left(\frac{L_t \cdot L_c}{\sqrt{I_{ur}}} \right)^{0,086}$$

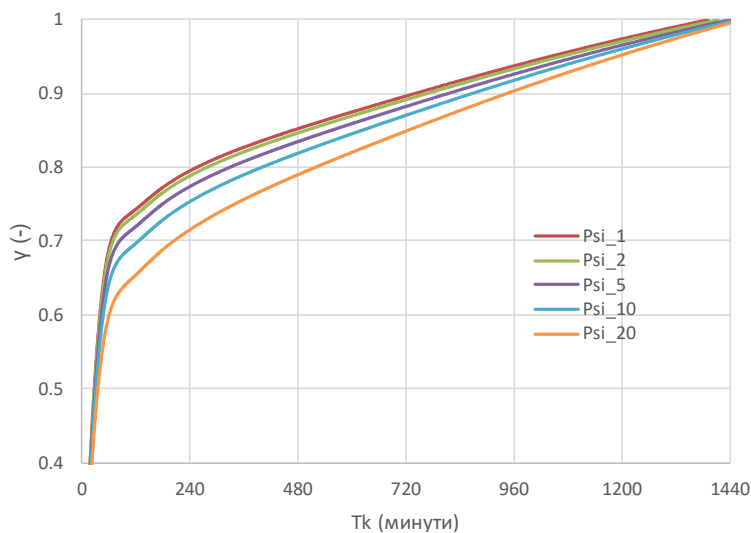
где је L највећа дужина тока (у km) а I_{ur} уравни пад тока (у процентима).

Параметар t_k - трајање кише, за које се добија максимални отицај, одређује се поступком оптимизације, одн. рачунају се различите вредности t_k да би се добила вредност која даје максималну вредност ординате хидрограма (вршног протицаја).

За прорачун киша краћих од 24 часа коришћене су редукционе криве за ГМС Пожегаи за ГМС Златибор (Интезитети јаких киша у Србији, Стеван Прохаска, Владислава Бартош Дивац, Институт „Јарослав Черни“, Београд, 2014. године).



Слика 51. Редукциона крива за ГМС Пожега



Слика 52. Редукциона крива за ГМС Златибор

Меродавна киша за прорачун у функцији трајања кише (t_k), вероватноће појаве (p) се добија на следећи начин:

$$P_{(t_k, p)} = \gamma \cdot P_{(24h, p)}$$

где су:

$P_{(24h, p)}$ - меродавна киша (T), вероватноће појаве (p),

Вероватноће појаве бруто падавина $P_{(24h, p)}$ на РЦ Ужице, ГМС Пожега и ГМС Златибор су приказане у поглављу 4.

Максимална ордината протицаја (изражена у m^3/s) се рачуна као:

$$Q_{\max} = \frac{2 \cdot A \cdot P_e}{T_b \cdot 60} \cdot 1000$$

где су: A - површина слива (km^2), P_e - ефективне падавине (mm) и T_b - база хидрограма тј. време од почетка до краја троугаоног хидрограма (min). База хидрограма је сума времена подизања хидрограма T_p и времена опадања хидрограма T_r .

7.4 Резултати прорачуна великих вода на реци Вољујац на профилу ХС Вољујац

За прорачун су коришћени метеоролошки обрађени подаци са ГМС Пожега и РЦ Ужице. Ефективне падавине одређене су по моделу SCS, коришћењем кривих CN. Број криве CN за наведено сливно подручје одређен је на основу педолошког састава земљишта, начина његове обраде и стања биљног покривача.

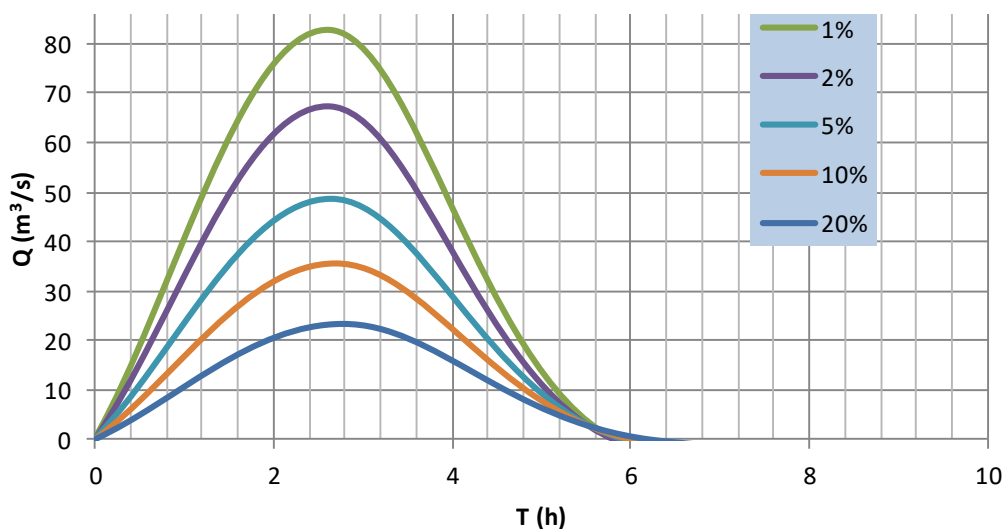
Табела 27. Одређивање дефицита влаге на реци Вољујац до ХС Вољујац

с	вегетација на сливу	група	CN2	S	S2s	CN2s	CN2*с	CN3	CN3*с	S	S*с
0,07%	Аеродроми	Ц	91	25	21	92	0,07	97	0,07	7,3	0,01
0,71%	Пашњаци	Ц	70	109	92	74	0,52	88	0,63	35,1	0,25
8,36%	Комплекс култивисаних парцела	Ц	80	64	53	83	6,91	93	7,77	19,5	1,63
36,46%	Претежно пољопривредно земљиште са већим подручјима природне вегетације	Ц	80	64	53	83	30,13	93	33,86	19,5	7,10
49,39%	Широколисне шуме	Ц	60	169	142	64	31,65	82	40,31	57,3	28,29
5,00%	Мешовите шуме	Ц	73	94	79	76	3,81	89	4,47	29,9	1,49
100,0%							73,1		87,1		38,8

Спроведеним поступком прорачуна добијени су максимални протицаји за вероватноће појаве $p=1\%$, $p=2\%$, $p=5\%$, $p=10\%$ и $p=20\%$, односно за повратне периоде од 100, 50, 20, 10 и 5 година.

Табела 28. Резултати прорачуна пикова великих вода на профили ХС Вољујац

p	Qmax	Tk	Pe	Tr	Tb	Tb	V
(%)	(m³/s)	(min)	(mm)	(h)	(h)	(sek)	(10⁶m³)
1	82,9	61	36,52	2,58	5,75	20712	0,8585
2	67,5	62	29,89	2,59	5,78	20819	0,7026
5	48,8	66	22,03	2,65	5,90	21247	0,5179
10	35,6	70	16,42	2,70	6,02	21675	0,3859
20	23,2	77	11,03	2,79	6,21	22371	0,2592



Слика 53. Резултати прорачуна великих вода на профили ХС Вољујац

7.5 Резултати прорачуна великих вода на реци Лужници на профили ХС Каран

За прорачун су коришћени метеоролошки обрађени подаци са ГМС Пожега. Ефективне падавине одређене су по моделу SCS, коришћењем кривих CN. Број криве CN за наведено сливно подручје одређен је на основу педолошког састава земљишта, начина његове обраде и стања биљног покривача.

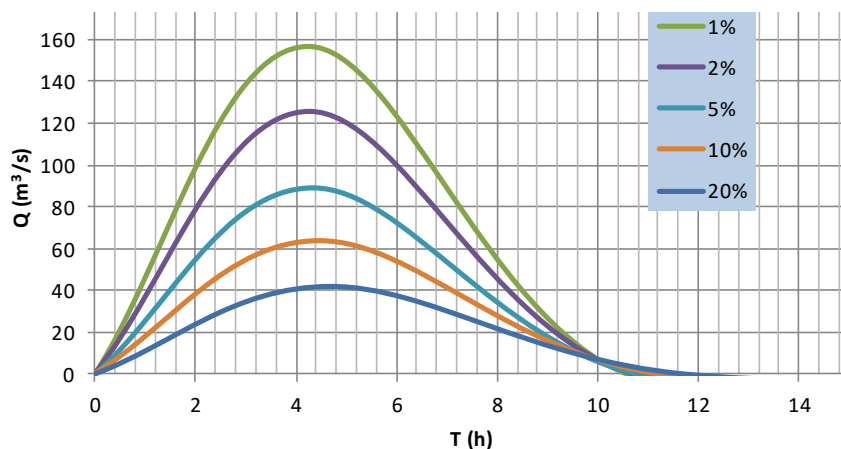
Табела 29. Одређивање дефицита влаге на реци Лужници до профила ХС Каран

c	вегетација на сливу	група	CN2	S	S2s	CN2s	CN2*c	CN3	CN3*c	S	S*c
1,39%	Пашњаци	Ц	70	109	92	73	1,02	88	1,22	35,4	0,49
15,39%	Комплекс култивисаних парцела	Б	75	85	72	78	12,00	90	13,91	26,9	4,13
32,26%	Претежно пољопривредно земљиште са већим подручјима природне вегетације	Б	71	104	88	74	23,96	88	28,49	33,6	10,83
49,65%	Широколисне шуме	Ц	60	169	143	64	31,73	81	40,45	57,7	28,67
0,95%	Мешовите шуме	Ц	73	94	80	76	0,72	89	0,85	30,1	0,29
0,37%	Прелазно подручје шуме, жбуње и макија	Ц	68	120	101	71	0,27	87	0,32	39,3	0,15
100,0%							69,7		85,2		44,6

Спроведеним поступком прорачуна добијени су максимални протицаји за вероватноће појаве $p=1\%$, $p=2\%$, $p=5\%$, $p=10\%$ и $p=20\%$, односно за повратне периоде од 100, 50, 20, 10 и 5 година.

Табела 30. Резултати прорачуна пикова великих вода на реци Лужници до профила ХС Каран

p	Qmax	Tk	Pe	Tr	Tb	Tb	V
(%)	(m ³ /s)	(min)	(mm)	(h)	(h)	(sek)	(10 ⁶ m ³)
1	156,7	71	35,00	4,23	10,57	38049	2,9806
2	125,8	74	28,43	4,28	10,69	38490	2,4209
5	88,8	78	20,39	4,35	10,86	39107	1,7369
10	63,6	85	14,99	4,46	11,16	40166	1,2766
20	42,0	100	10,43	4,70	11,75	42312	0,8886



Слика 54. Резултати прорачуна великих вода на реци Лужници до профила ХС Каран

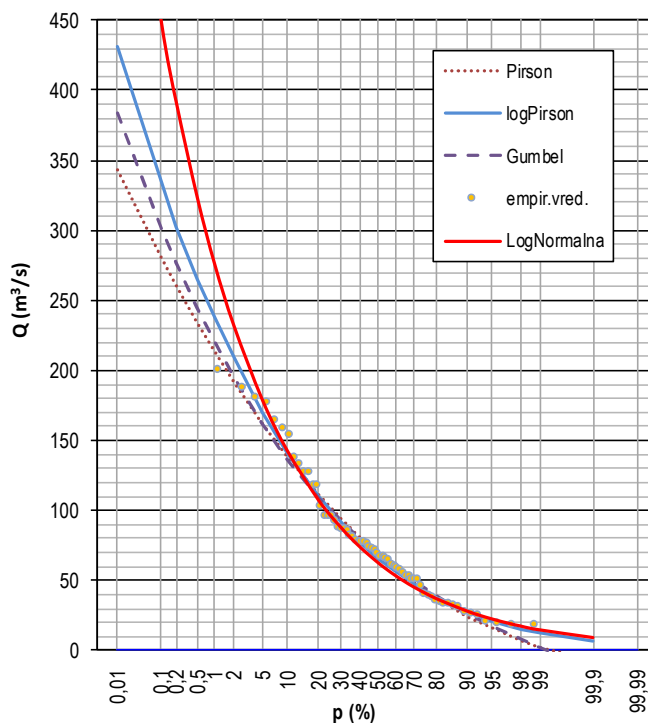
7.6 Прорачуни великих вода на профилима ХС Горобиље-Шенгољ и ХС Стапари

На ХС Горобиље-Шенгољ су у досадашњем периоду бележени водостаји и протицаји од којих су највеће вредности биле 2009. године ($200 \text{ m}^3/\text{s}$), 1987 ($187 \text{ m}^3/\text{s}$), 1968 ($180 \text{ m}^3/\text{s}$), 2016 ($177 \text{ m}^3/\text{s}$), итд. Треба напоменути да су од изградње бране Врутци (1984. године) на овај начин у мањој или већој мери ретензирани поплазни таласи. Нпр. 2014. године је ретензирано око $100 \text{ m}^3/\text{s}$, 2001. године је ретензирано око $90 \text{ m}^3/\text{s}$, 2006. године је ретензирано $83 \text{ m}^3/\text{s}$, итд.

Одређивање теоријских вредности годишњих максималних протицаја за карактеристичне вероватноће на анализираној станици извршено је применом стандардне процедуре прилагођавања теоријских функција расподеле емпиријским расподелама основних података. Коришћени су следећи закони расподеле: Pirson 3, Log-Pirson 3, Gumbel и Log-Normalna расподела. Тестирање је извршено преко χ^2 testa и теста Колмогоров-Смирнов за ниво значајности 0,05. Најбоље се прилагођава log Pirson расподела.

Табела 31. Вероватноће појава максималних годишњих протицаја у профилу ХС Горобиље&Шенгољ у периоду од 1951-2016 (m^3/s)

p (%)	Pirson	logPirson	Gumbel	LogNormalna
1	213	238	220	276
2	192	209	195	232
5	162	170	162	179
10	138	140	136	142
20	111	110	109	107



Слика 55. Приказ вероватноћа појава максималних годишњих протицаја у профилу ХС Горобиље&Шенгољ у периоду од 1951-2016

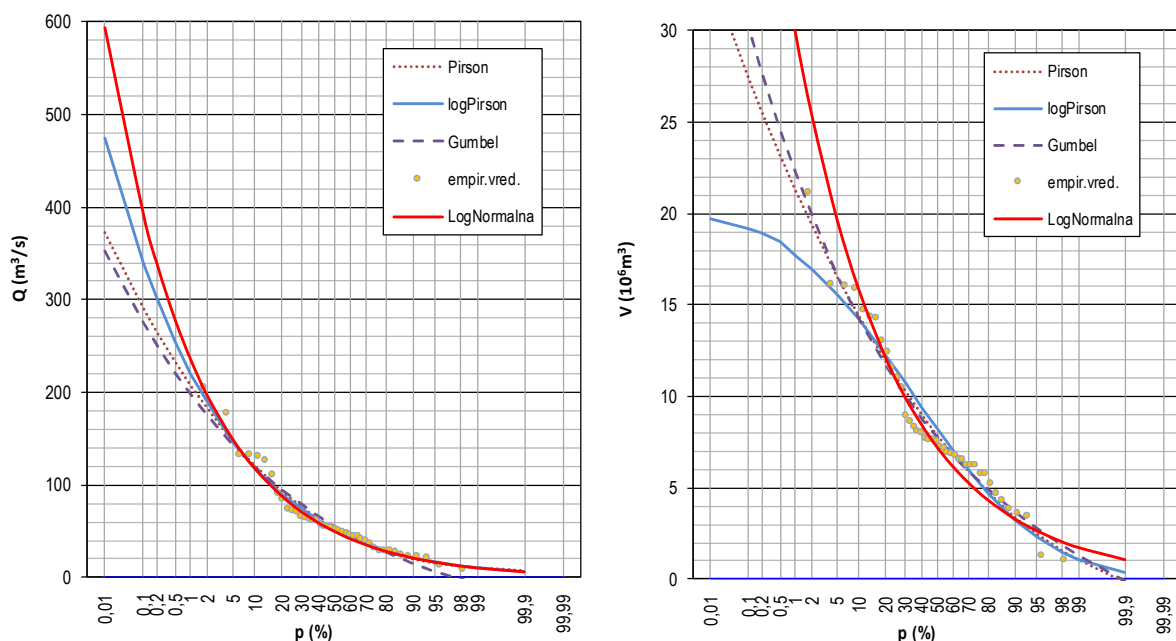
Приказ вероватноћа појава пикова и запремина таласа великих вода у профилу ХС Стапари за мерене вредности протицаја у периоду од 1961-2002. године дат на наредној слици и наредним табелама.

Табела 32. Вероватноће појава пикова великих вода у профилу ХС Стапари (1961-2002)

p	Q _{max}	T _k	P _e	T _p
1	208	220	198	236
2	182	188	175	197
5	147	147	143	150
10	120	118	119	118
20	92	90	94	88

Табела 33. Вероватноће појава запремина таласа великих вода у профилу ХС Стапари (1961-2002)

p	Q _{max}	T _k	P _e	T _p
1	21,27	17,70	22,23	29,92
2	19,32	16,96	19,85	25,35
5	16,59	15,61	16,67	19,77
10	14,36	14,19	14,22	15,85
20	11,90	12,24	11,65	12,13



Слика 56. Приказ вероватноћа појава пикова и запремина таласа великих вода у профилу ХС Стапари за мерене вредности протицаја у периоду од 1961-2002

7.7 Поставке прорачуна великих вода на профилу ХС Стапари узимањем у обзир ретензионе запремине акумулације „Врутци“

За потребе прорачуна меродавних великих вода на реци Ђетињи (ХС Стапари) примењен је модел прорачуна великих вода статистичком методом уз уважавање чињенице да непосредно узводно постоји изграђена брана и акумулација „Врутци“ која од 1985. године остварује одређено ретензирање, одн. смањење хидрограма поплавних таласа великих вода.

Како је реална претпоставка да акумулација „Врутци“ са више од 50 милиона m^3 у највећем броју случајева може да доведе до ублажења поплавних таласа великих вода. Анализирани су могући ефекти могућег ретензирања поплавних таласа у акумулацији „Врутци“, одн. утицај на профил ХС Стапари.

У вези дефинисана хидрограма великих вода повратних периода $T=100, 50, 20$ и 10 година на профилу ХС Стапари коришћене су претходно дефинисани елементи хидрограма великих вода и историјски подаци о промени коте у акумулацији „Врутци“. Вредности великих вода на профилу ХС Стапари нису хомогене, одн. у периоду од 1961-1984 су за природне услове, док су у периоду од 1985-2002. године ове вредности мање, одн. као што је већ речено акумулација „Врутци“ ретензира део поплавних вода.

Да би се дефинисали хомогени нивои максималних годишњих протицаја за садашњи степен изграђености на сливу реке Ђетиње примењена је следећа методологија:

- изграђена брана "Врутци" узводно од ХС Стапари има утицај на ретензирање поплавних таласа како у периоду од када је изграђена (1984 година) тако и пре изградње бране "Врутци", ради дефинисања хомогених нивоа за даље прорачуне,
- дефинисана је унутаргодишња расподела водостаја (кота) у акумулацији "Врутци",

- дефинисана је кота нормалног успора на акумулацији "Врутци",
- на основу претходне две ставке и познате криве запремине акумулације, могуће је дефинисати расположиве ретензионе запремине на акумулацији "Врутци" током године (за сваки месец у години понаособ),
- могуће је дефинисати утицај ретензирања акумулације "Врутци" на укупни поплазни талас на профилу разматране хидролошке станице (на основу друге тачке) и
- могуће је дефинисати запремине поплазних таласа одређене вероватноће појаве на профилу ХС Стапари на бази запремина реалних хидрограма и успоставити функционалну везу апсолутно максималних протицаја и запремина поплазних таласа ($Q_{aps,max}=f(V)$).

На основу наведених ставки, приступа се одређивању апсолутних максималних протицаја у садашњем степену изграђености на сливу Ђетиње уз уважавање чињенице када је брана "Врутци" изграђена (1984. године), односно, узима се утицај акумулације на ублажење вредности апсолутних максималних протицаја само пре изградње акумулације. Значи, за период пре изградње бране "Врутци" врши се корекција апсолутних максималних протицаја на ХС Стапари, тако што се запремина поплазног таласа умањује за ретензирану вредност, а онда се посредно, апсолутно максимални протицај на ХС Стапари умањује преко функционалне везе $Q_{aps,max}=f(V)$.

7.8 Резултати прорачуна великих вода на профилу ХС Стапари узимањем у обзир ретензионе запремине акумулације „Врутци“

Вредности максималних годишњих протицаја у профилу ХС Стапари према постулатима прорачуна дефинисане су на следећи начин:

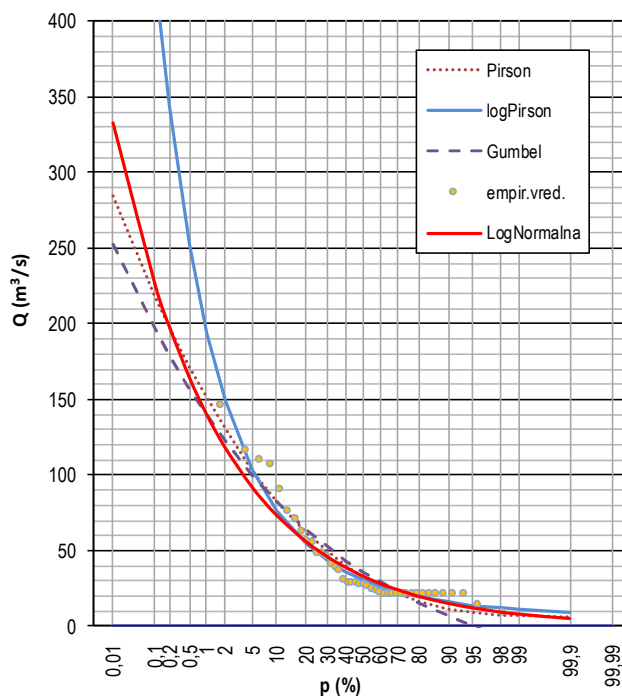
- респектована је изграђена акумулација „Врутци“ узводно од ХС Стапари која има утицај на ретензирање поплазних таласа за период од 1961-1984 године.
- дефинисана је унутаргодишња расподела водостаја (месечне вредности) на акумулацији "Врутци" на основу дневних вредности кота воде за период од 1985 - 2018 године.
- дефинисана је вредност коте нормалног успора на акумулацији "Врутци" (621,30 mnm).
- на основу претходне две ставке и познате криве запремине акумулације "Врутци", дефинисане су ретензионе запремине акумулације "Врутци" током године

Табела 34. Ретензионе запремине акумулације "Врутци" током године

Запремина (10^6m^3)											
Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.
12,324	9,520	5,251	3,321	3,386	2,005	2,627	3,650	5,078	7,306	13,067	14,370

- Дефинисане су запремине поплавних таласа одређене вероватноће појаве на профилу ХС Стапари на бази запремина реалних хидрограма.

На основу приказаног поступка добијене су вредности апсолутно максималних протицаја на профилу ХС Стапари за период од 1961 - 2002. године, које респектују изграђено стање акумулације "Врутци" на сливу реке Ђетиње приликом наилаaska великих вода.



Слика 57. Приказ вероватноћа појава пикова таласа великих вода у профилу ХС Стапари за хомоген низ вредности протицаја у периоду од 1961-2002

Табела 35. Вероватноће појава пикова таласа великих вода у профилу ХС Стапари за хомоген низ вредности протицаја у периоду од 1961-2002

p(%)	Pirson	logPirson	Gumbel	LogNormalna
1	151	194	140	140
2	131	149	123	118
5	103	104	100	92
10	83	77	82	73
20	62	55	64	56

Упоредни приказ пикова таласа великих вода са $Q_{\max}$ вредностима и са $Q_{\max}$ вредностима умањеним према претходном поступку дати су у наредној табели.

Табела 36. Упоредни приказ вероватноћа великих вода на ХС Стапари за низ $Q_{\max}$ и коригован низ $Q_{\max}$ према утицају акумулације „Врутци“

p(%)	$Q_{\max}$ (m^3/s)	
	$Q_{\max}$	$Q_{\max}$ кориговано према утицају акум. „Врутци“

1	236	194
2	197	149
5	150	104
10	118	77
20	88	55

Из претходне табеле се може видети да је поплави талас за нпр. "стогодишњу" воду ублажен у пику за око 42 m³/s на, што је око 17,8%, па се може рећи да утицај изграђене акумулације "Врутци" постоји и да је потребно узети га у обзир за ХС Стапари при хидролошким анализама великих вода.

7.9 Резултати прорачуна великих вода на профилу купалишта у Ужицу

За прорачун су коришћени метеоролошки обрађени подаци са ГМС Златибор. Ефективне падавине одређене су по моделу SCS, коришћењем кривих CN. Број криве CN за наведено сливно подручје одређен је на основу педолошког састава земљишта, начина његове обраде и стања биљног покривача.

Табела 37. Одређивање дефицита влаге на реци Ђетињи до профила купалиште

code	A (m ²)	c	вегетација	grupa	CN2	S	S2s	CN2s	CN2*c	CN3	CN3*c
112	4769537	1,85%	Нецеловита урбана подручја	B	87,5	36	31	89	1,65	96	1,77
121	269519	0,10%	Индустрија	B	89,5	30	26	91	0,09	97	0,10
124	826659	0,32%	Аеродроми	B	98	5	4	98	0,31	99	0,32
131	609425	0,24%	Експлоатација минерала	B	93	19	16	94	0,22	98	0,23
231	12224698	4,74%	Пашњаци	B	67,5	122	105	71	3,35	86	4,08
242	22090540	8,56%	Комплекс култивисаних парцела	B	78	72	62	80	6,89	92	7,86
243	63409437	24,58%	Претежно пољопривредно земљиште са већим подручјима природне вегетације	B	72	99	85	75	18,41	89	21,80
311	88131543	34,16%	Широколисне шуме	B	53	225	194	57	19,36	76	25,91
312	12063102	4,68%	Четинарске шуме	B	75,5	82	71	78	3,65	91	4,23
313	9166070	3,55%	Мешовите шуме	B	70	109	94	73	2,59	88	3,11
321	23784477	9,22%	Природна трава	B	61	162	140	64	5,94	82	7,55
324	20644554	8,00%	Прелазно подручје, жбуње и макија	B	72,5	96	83	75	6,03	89	7,12
512	5870	0,00%	Водотоци	B	100	0	0	100	0,00	100	0,00

100,0%

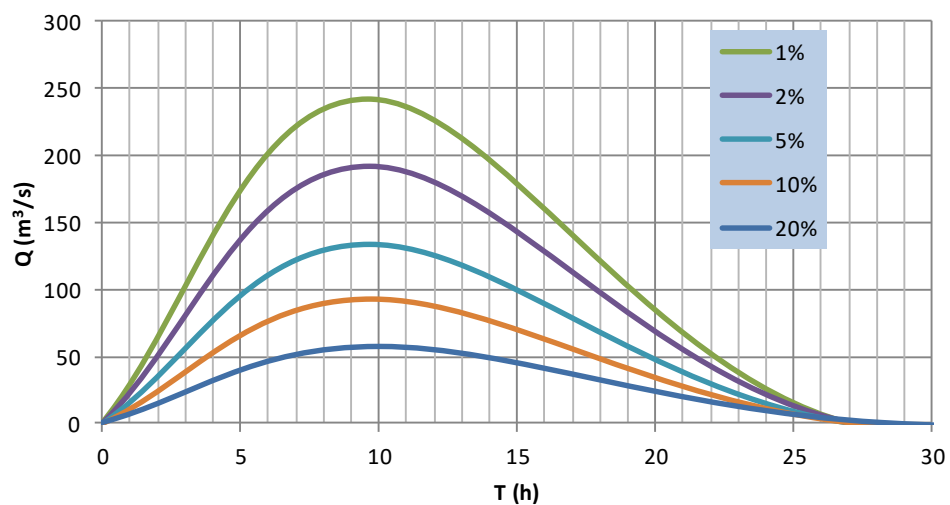
68,5

84,1

49,9

Сprovedеним поступком прорачуна добијени су максимални протицаји за вероватноће појаве p=1%, p=2%, p=5%, p=10% и p=20%, односно за повратне периоде од 100, 50, 20, 10 и 5 година.

Слика 58. Резултати прорачуна великих вода на реци Ђетињи на профилу купалишта у Ужицу



Табела 38. Резултати прорачуна великих вода на реци Ђетињи на профилу купалишта у Ужицу

p	Qmax	Tk	Pe	Tp	Tb	Tb	V
(%)	(m^3/s)	(min)	(mm)	(h)	(h)	(sek)	(10^6m^3)
1	241,6	80	45,18	9,61	27,02	97256	11,7493
2	191,9	83	36,11	9,67	27,18	97863	9,3918
5	133,3	83	25,08	9,67	27,18	97863	6,5224
10	93,4	88	17,73	9,76	27,44	98773	4,6111
20	56,9	102	11,11	10,04	28,22	101606	2,8904

8. ХИДРАУЛИЧКЕ АНАЛИЗЕ

Хидрауличке анализе су неопходне да би се дефинисали нивои водостаја за различите вредности протицаја на потенцијалним хидрометријским профилима.

У оквиру ове студије спроведена је хидролошка и хидрауличка анализа великих вода за следеће предложене профиле хидролошких станица:

- река Волујац, профил ХС „Волујац“
- река Лужница, профил ХС „Каран“
- река Ђетиња, профил ХС „Стапари“
- река Ђетиња, профил „Купалиште“

8.1 Метод прорачуна

Хидраулички прорачун је моделиран у програму HEC-RAS 5.0.5 („HEC-RAS“-River Analysis System-Steady Flow Water Profiles, US Army Corps of Engineers-Hydrologic Engineering Center). Програм је развијен за прорачун стационарног течења у мрежи отворених речних токова неправилне геометрије, са великим бројем различитих спољашњих и унутрашњих граничних услова.

Програм рачуна стационарно течење у мирном, бурном или прелазном режиму. Рачунска процедура је заснована на решавању линијске енергетске једначине, у којој се губици енергије обухватају кроз губитке на трење (преко Манинговог коефицијента) и локалне губитке због ширења/сужевања тока (преко коефицијента којим се множи брзинска висина). Динамичка једначина се користи за деонице са прелазним режимом, на којима се јавља хидраулички скок, као и при прорачуну течења у зони мостова и ушћа.

Програмом HEC-RAS добијају се губици енергије које проузрокује објекат (мост) у речном кориту. Губици се састоје од 3 дела: (1) губици енергије непосредно низводно од моста, настали услед експанзије тока; (2) губици на самом мосту; (3) губици непосредно узводно од моста, настали услед контракције тока.

Основни улазни подаци за прорачун представљају:

- морфометријске карактеристике протицајног профила и објекта у кориту и ван њега (мост), добијени геодетским снимањем,
- коефицијенти отпора основног корита и инундационих површина (изражени преко Манинговог коефицијента отпора),
- низводни и узводни гранични услови, и
- меродавни протицаји (m^3/s).

Хидраулички прорачун линија нивоа спроведен је за велике воде повратног периода 100, 50, 20, 10 и 5 година. Манингов коефицијент хидрауличке рапавости основног корита (n) укључује ефекте кривудавости, непризматичности, крупноће материјала у кориту и других параметара.

Геометрија попречних профила добијена је из геодетских снимака, од којих је претходно формиран дигитални модел терена речног корита и инундационог подручја у зони локације.

8.2 Резултати хидрауличких прорачуна

Хидраулички прорачуни су урађени у зонама четири локације изабраних осматрачких профила. Хидраулички прорачун је спроведен за низ протицаја, како би се адекватно представили нивои водног огледала у зависности од протицаја воде. Рачунском деоницом за различите водотоке обухваћена је различита удаљеност узводно и низводно од локације мерног уређаја.

Резултати су приказани за профиле предвиђене за постављање мерних уређаја и за деоницу реке Ђетиње од „Купалишта“ до профила „Стапари“.

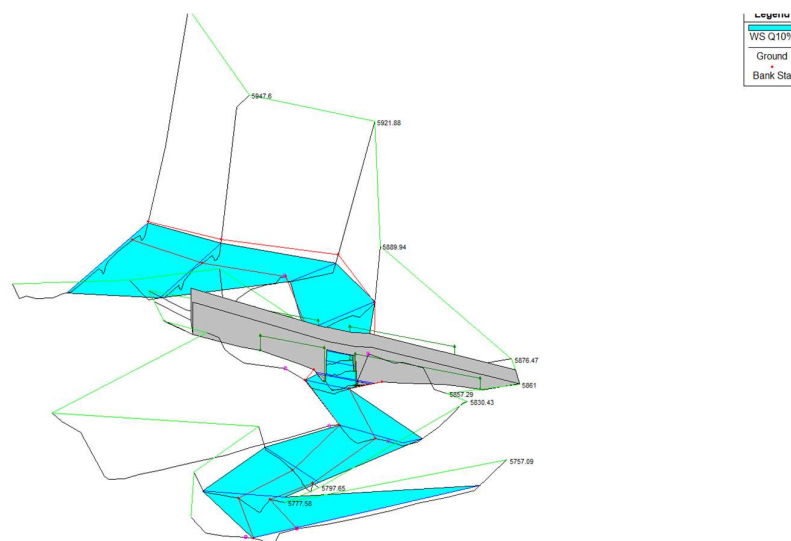
На профилима предвиђеним за постављање мерних уређаја хидрауличким прорачуном су добијени следећи резултати, који су систематизовани и приказани у оквиру текста:

- графички приказ 3D резултата за протицај Q5% у зони мерног уређаја, на којој се може видети рачунска деоница са дигиталним моделом терена, рачунски профили, модел конструкције моста (где постоји), ширина главног корита, плавна зона за Q5% итд.
- графички приказ снимљеног попречног профила на локацији мерног уређаја, са уцртаним нивоима воденог огледала за карактеристичне протицаје (Q1%, Q2%, Q5%, Q10% и Q20%);
- нумерички у табелама где је приказан ниво воде на предвиђеним профилима мерних уређаја за различите протоке заједно са осталим резултатима;
- графички у виду криве протока воде на предвиђеном профилу мерних уређаја.

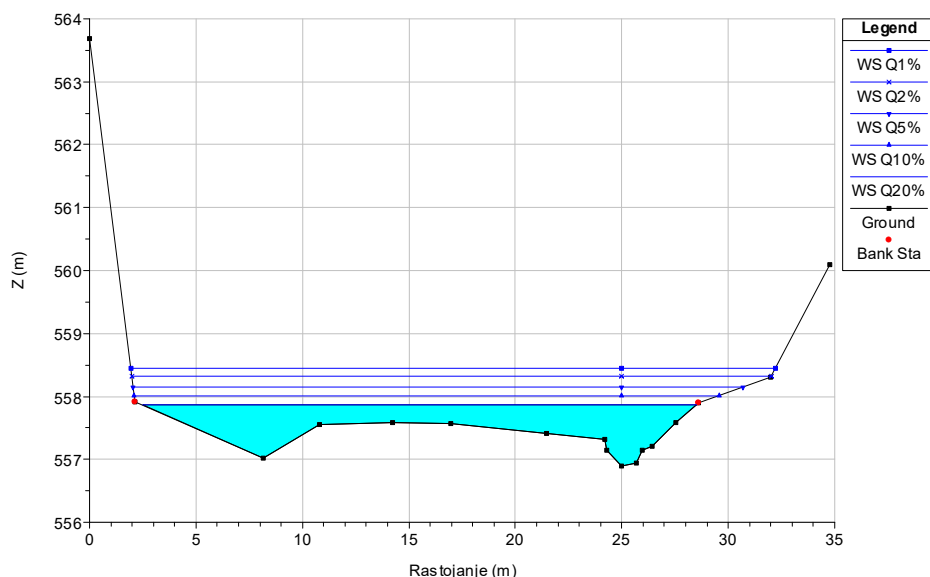
Хидрауличке анализе имају задатак да израде „криву протицаја“ која ће послужити за прецизније дефинисање алармних критеријума за најаву појаве бујице, повезаних са вероватноћом појаве великих вода.

8.2.1 Резултати прорачуна на потоку Волујац, профил ХС „Волујац“

На слици 59 је приказан пример 3D приказа резултата, за протицај $Q5\% = 48,8 \text{ m}^3/\text{s}$, на којој се може видети рачунска деоница са дигиталним моделом терена, рачунски профили, модел конструкције моста, ширина главног корита, плавна зона за Q5% итд. На слици 60 је приказан снимљен попречни профил на локацији мерног уређаја, са уцртаним нивоима водног огледала за карактеристичне протицаје.



Слика 59. Пример резултата нивоа водног огледала за протицај вероватноће појаве 5%



Слика 60. Попречни профил на локацији мерног уређаја, са уцртаним нивоима воде за карактеристичне протицаје

У табели 39 су приказани резултати хидрауличног прорачуна за низ различитих протицаја у профилу локације мерног уређаја, за потребе сагледавања нивоа воде при датим протицајима. На слици 61 су резултати хидрауличног прорачуна графички приказани у виду криве протицаја, са назначеним (црвеном бојом) карактеристичним протицајима вероватноће појаве 1%, 2%, 5%, 10% и 20%, односно са повратним периодом од 100, 50, 20, 10 и 5 година (преузети из хидролошких прорачуна).

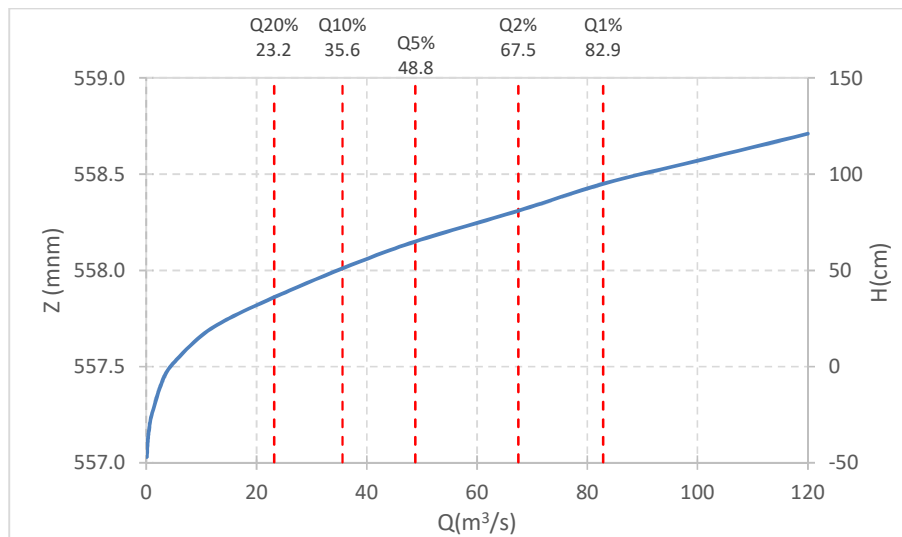
Табела 39. Резултати прорачуна криве протицаја у профилу локације мерног уређаја-профил „Волујац“

Q	Z	H	h	E	$\Delta E/\Delta x$	v_{sr}	A	B	Fr
(m ³ /s)	(m)	(cm)	(m)			(m/s)	(m ²)	(m)	

0,10	557,03	-47,00	0,14	557,07	0,03	0,92	0,11	1,27	1,00
0,30	557,12	-38,00	0,23	557,17	0,03	1,04	0,29	2,71	1,01
0,50	557,17	-33,00	0,28	557,23	0,03	1,12	0,45	3,60	1,01
1,00	557,25	-25,00	0,36	557,33	0,02	1,26	0,80	4,99	1,01
3,00	557,43	-7,00	0,54	557,53	0,02	1,41	2,13	11,00	1,02
5,00	557,52	2,00	0,63	557,64	0,02	1,52	3,29	14,85	1,03
10,00	557,66	16,00	0,77	557,79	0,02	1,63	6,12	23,93	1,03
15,00	557,75	25,00	0,86	557,91	0,02	1,80	8,33	24,85	0,99
(Q20%) 23,20	557,86	36,00	0,97	558,08	0,02	2,07	11,22	26,01	1,01
(Q10%) 35,60	558,01	51,00	1,12	558,29	0,01	2,36	15,12	27,45	1,00
(Q5%) 48,80	558,15	65,00	1,25	558,49	0,01	2,60	18,95	28,63	0,99
(Q2%) 67,50	558,31	81,00	1,42	558,74	0,01	2,89	23,92	30,02	0,99
(Q1%) 82,90	558,45	95,00	1,55	558,92	0,01	3,07	27,87	30,27	0,98
100,00	558,57	107,00	1,68	559,11	0,01	3,27	31,71	30,51	0,98
120,00	558,71	121,00	1,82	559,31	0,01	3,48	35,95	30,77	0,98

Где су:

- Протицај (**Q**)
- Коте рачунског нивоа воденог огледала (**Z**)
- Водостај (**H**)
- Максимална дубина воде у профилу (**h**)
- Коте линије енергије (**E**)
- Нагиб линије енергије (**$\Delta E/\Delta x$**)
- Средња брзина воде у главном кориту (**v_{sr}**)
- Површина протицајног профила (**A**)
- Ширина воденог огледала (**B**)
- Фрудов број (**Fr**)

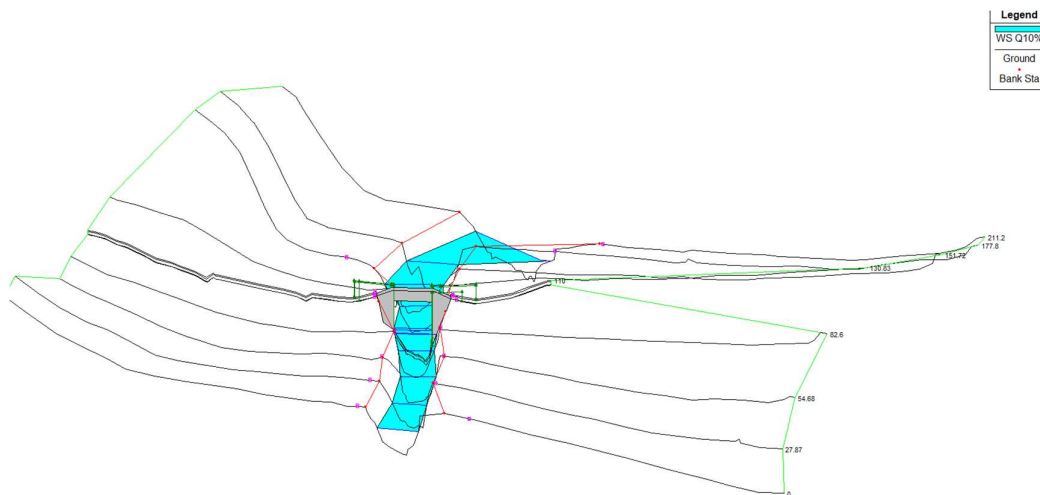


Слика 61. Крива протицаја за профил локације мерног уређаја, са означеним карактеристичним протицајима

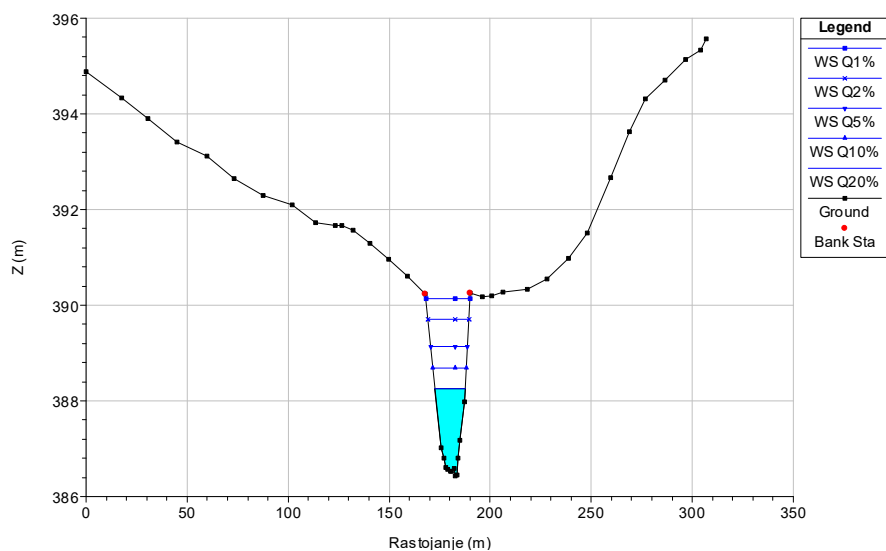
Као резултат хидрауличких анализа, у наставку студије у поглављу 9.2.1 приказани су дефинисани нивои који представљају критеријуме за алармирање на профилу планиране ХС „Волујац“.

8.2.2 Резултати прорачуна на реци Лужници, профил ХС „Каран“

На слици 62 је приказан пример 3D приказа резултата, за протицај $Q_{5\%}=63,6 \text{ m}^3/\text{s}$, на којој се може видети рачунска деоница са дигиталним моделом терена, рачунски профили, модел конструкције моста, ширина главног корита, плавна зона за $Q_{5\%}$ итд. На слици 63 је приказан снимљен попречни профил на локацији мерног уређаја, са уцртаним нивоима водног огледала за карактеристичне протицаје.



Слика 62. Пример резултата нивоа водног огледала за протицај вероватноће појаве 5%



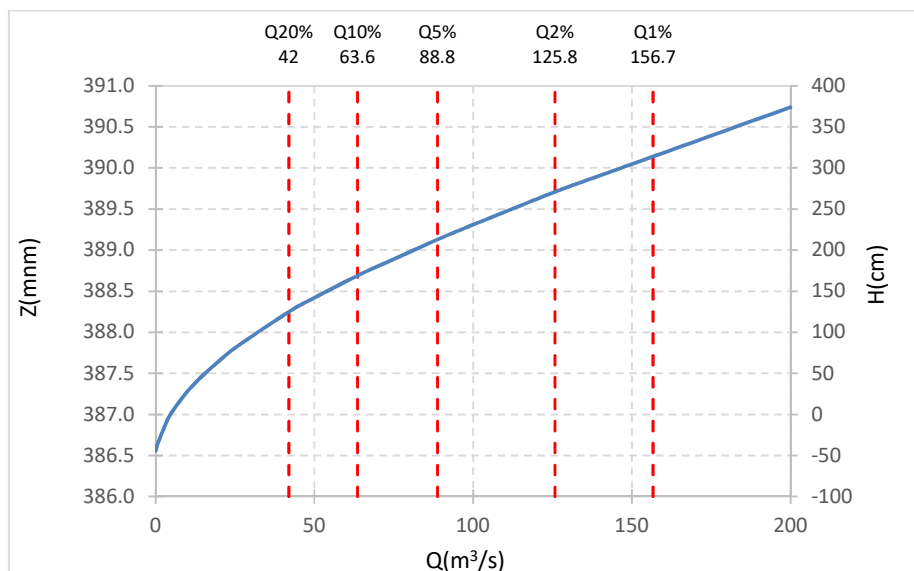
Слика 63. Попречни профил на локацији мерног уређаја, са уцртаним нивоима воде за карактеристичне протицаје

У табели 40 су приказани резултати хидрауличног прорачуна за низ различитих протицаја у профилу локације мерног уређаја, за потребе сагледавања нивоа воде при датим протицајима. На слици 64 су резултати хидрауличног прорачуна графички приказани у виду криве протицаја, са назначеним (црвеном бојом) карактеристичним протицајима вероватноће појаве 1%, 2%, 5%, 10% и 20%, односно са повратним периодом од 100, 50, 20, 10 и 5 година (преузети из хидролошких прорачуна).

Табела 40. Резултати прорачуна криве протицаја у профилу локације мерног уређаја „Каран“

Q	Z	H	h	E	$\Delta E/\Delta x$	v_{sr}	A	B	Fr
(m ³ /s)	(m)	(cm)	(m)			(m/s)	(m ²)	(m)	
0,10	386,56	-44,00	0,13	386,58	0,045687	0,64	0,16	3,76	1,00
0,30	386,60	-40,00	0,17	386,64	0,037206	0,78	0,38	5,77	0,97
0,50	386,63	-37,00	0,20	386,68	0,037910	0,96	0,52	5,89	1,03
1,00	386,68	-32,00	0,25	386,75	0,031996	1,18	0,85	6,17	1,02
3,00	386,87	-13,00	0,44	386,97	0,018139	1,42	2,11	7,50	0,86
5,00	387,02	2,00	0,59	387,13	0,014326	1,51	3,31	9,02	0,80
10,00	387,28	28,00	0,85	387,43	0,010491	1,71	5,83	10,36	0,73
15,00	387,48	48,00	1,05	387,66	0,009181	1,86	8,06	11,42	0,71
20,00	387,65	65,00	1,22	387,85	0,008471	1,97	10,13	12,32	0,70
25,00	387,81	81,00	1,38	388,03	0,008012	2,07	12,09	13,11	0,69
(Q20%) 42,00	388,25	125,00	1,82	388,52	0,006891	2,30	18,26	14,96	0,66
50,00	388,42	142,00	1,99	388,71	0,006564	2,39	20,96	15,59	0,66
(Q10%) 63,60	388,69	169,00	2,26	389,01	0,006228	2,52	25,25	16,56	0,65
75,00	388,89	189,00	2,46	389,24	0,006018	2,61	28,70	17,29	0,65
(Q5%) 88,80	389,13	213,00	2,70	389,50	0,005744	2,70	32,89	18,14	0,64
100,00	389,31	231,00	2,88	389,70	0,005524	2,76	36,30	18,81	0,63
(Q2%) 125,80	389,71	271,00	3,28	390,13	0,005106	2,86	44,01	20,24	0,62
135,00	389,84	284,00	3,41	390,27	0,004971	2,89	46,76	20,72	0,61

(Q1%) 156,70	390,14	314,00	3,71	390,58	0,004739	2,96	52,99	21,78	0,61
200,00	390,74	374,00	4,31	391,13	0,003281	2,82	86,94	77,22	0,52

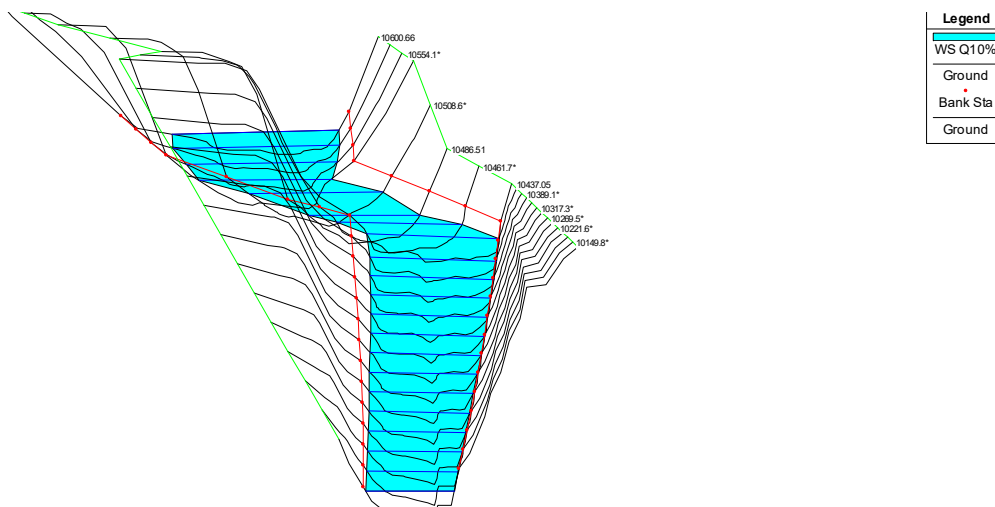


Слика 64. Крива протицаја за профил локације мерног уређаја, са означеним карактеристичним протицајима

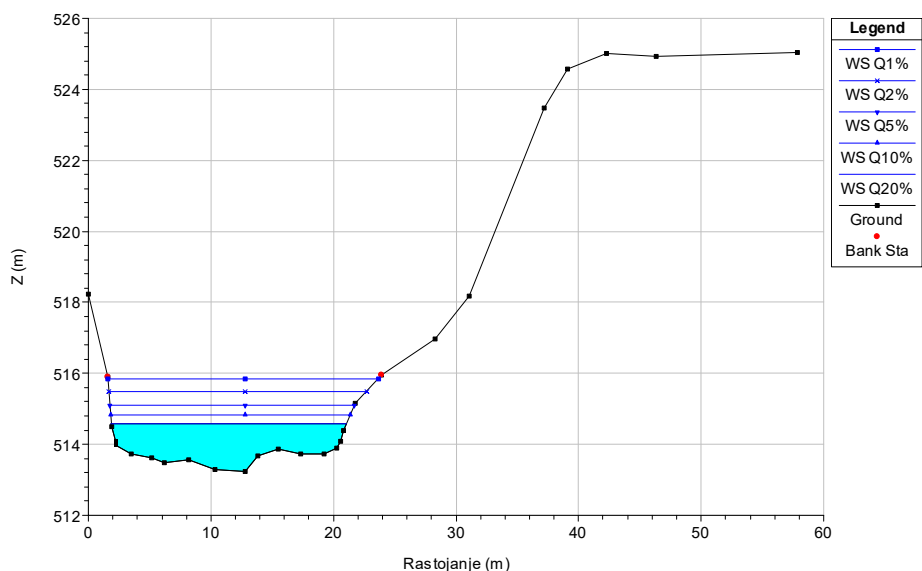
Као резултат хидрауличких анализа, у наставку студије у поглављу 9.2.2 приказани су дефинисани нивои који представљају критеријуме за алармирање на профилу планиране ХС „Каран“.

8.2.3 Резултати прорачуна на реци Ђетињи, профил ХС „Стапари“

На слици 65 је приказан пример 3D приказа резултата, за протицај $Q_{5\%}=104,00\text{m}^3/\text{s}$, на којој се може видети рачунска деоница са дигиталним моделом терена, рачунски профили, модел конструкције моста, ширина главног корита, плавна зона за $Q_{5\%}$ итд. На слици 66 је приказан снимљен попречни профил на локацији мерног уређаја, са уцртаним нивоима водног огледала за карактеристичне протицаје.



Слика 65. Пример резултата нивоа воденог огледала за протицај вероватноће појаве 5%



Слика 66. Попречни профил на локацији мерног уређаја, са уцртаним нивоима воде за карактеристичне протицаје

У табели 41 су приказани резултати хидрауличког прорачуна за низ различитих протицаја у профилу локације мерног уређаја, за потребе сагледавања нивоа воде при датим протицајима. На слици 67 су резултати хидрауличког прорачуна графички приказани у виду криве протицаја, са назначеним (црвеном бојом) карактеристичним протицајима вероватноће појаве 1%, 2%, 5%, 10% и 20%, односно са повратним периодом од 100, 50, 20, 10 и 5 година (преузети из хидролошких прорачуна).

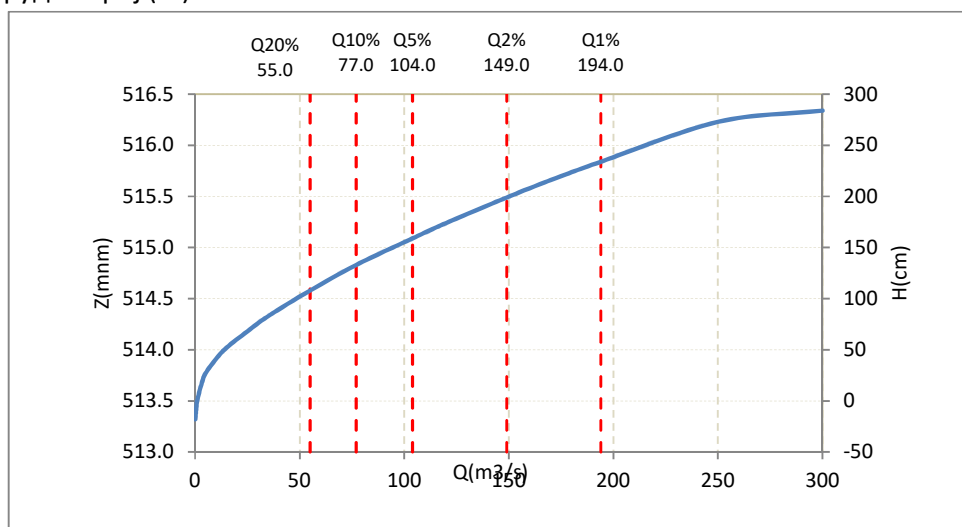
Табела 41. Резултати прорачуна криве протицаја у профилу локације мерног уређаја

Q	Z	H	h	E	$\Delta E/\Delta x$	v_{sr}	A	B	Fr
(m ³ /s)	(m)	(cm)	(m)			(m/s)	(m ²)	(m)	
0,10	513,32	-18,00	0,09	513,34	0,029406	0,71	0,14	2,80	1,00
0,30	513,37	-13,00	0,14	513,42	0,024255	0,96	0,31	3,37	1,01
0,50	513,41	-9,00	0,18	513,48	0,022439	1,10	0,46	3,78	1,01
1,00	513,50	0,00	0,27	513,57	0,020278	1,25	0,80	5,07	1,00
3,00	513,66	16,00	0,43	513,77	0,018137	1,47	2,04	9,27	1,00
5,00	513,77	27,00	0,54	513,89	0,018045	1,54	3,25	13,86	1,01
10,00	513,91	41,00	0,69	514,08	0,015956	1,77	5,64	17,73	1,00
15,00	514,02	52,00	0,79	514,22	0,014688	2,01	7,47	18,22	1,00
25,00	514,18	68,00	0,95	514,47	0,013279	2,37	10,56	18,51	1,00
35,00	514,33	83,00	1,10	514,68	0,012477	2,64	13,27	18,74	1,00
(Q20%) 55,00	514,58	108,00	1,35	515,05	0,011512	3,04	18,08	19,20	1,00
(Q10%) 77,00	514,83	133,00	1,60	515,41	0,010910	3,38	22,77	19,55	1,00
(Q5%) 104,00	515,09	159,00	1,86	515,79	0,010442	3,71	28,00	19,94	1,00
120,00	515,24	174,00	2,01	516,00	0,010233	3,87	30,99	20,29	1,00
(Q2%) 149,00	515,49	199,00	2,26	516,35	0,009962	4,12	36,21	21,02	1,00
170,00	515,66	216,00	2,43	516,59	0,009837	4,27	39,78	21,51	1,00
(Q1%) 194,00	515,84	234,00	2,61	516,84	0,009710	4,43	43,75	22,04	1,00
250,00	516,23	273,00	3,00	517,39	0,009030	4,77	52,33	23,76	1,00
300,00	516,34	284,00	3,11	517,86	0,011050	5,45	54,93	24,33	1,11

Где су:

- Протицај (**Q**)
- Коте рачунског нивоа воденог огледала (**Z**)
- Водостај (**H**)
- Максимална дубина воде у профилу (**h**)
- Коте линије енергије (**E**)
- Нагиб линије енергије (**$\Delta E/\Delta x$**)
- Средња брзина воде у главном кориту (**v_{sr}**)
- Површина протицајног профила (**A**)
- Ширина воденог огледала (**B**)

– Фрудов број (Fr)

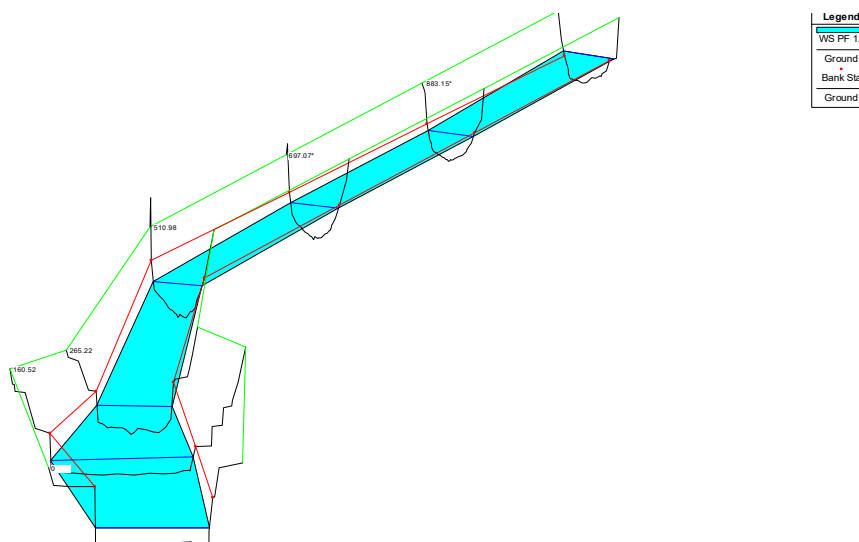


Слика 67. Крива протицаја за профил локације мерног уређаја, са означеним карактеристичним протицајима

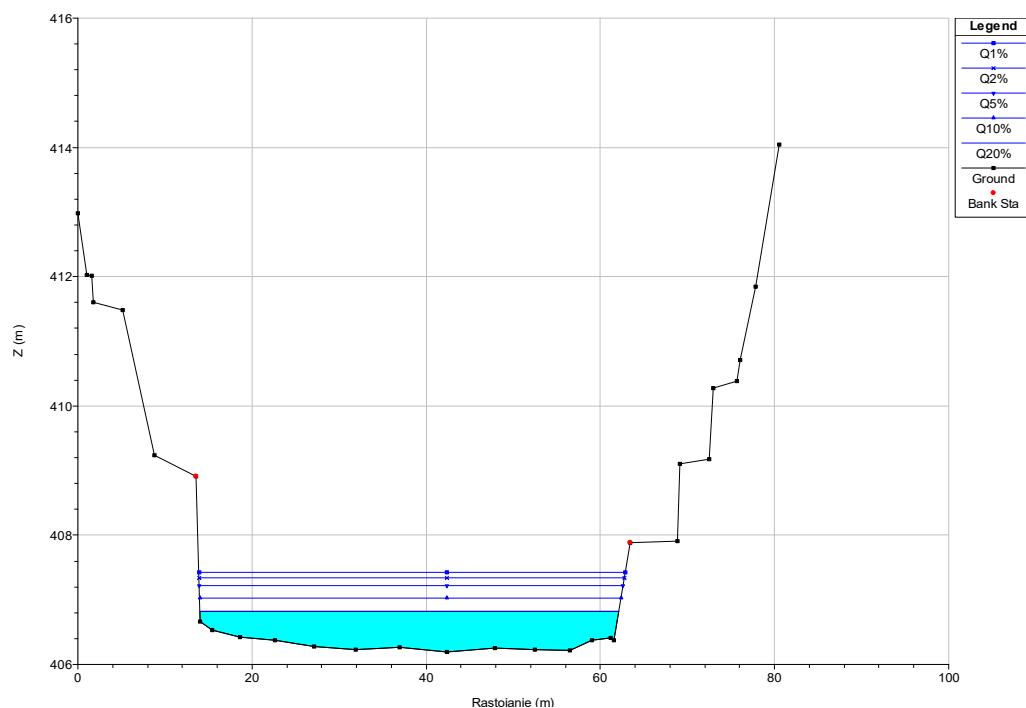
Као резултат хидрауличких анализа, у наставку студије у поглављу 9.2.3 приказани су дефинисани нивои који представљају критеријуме за алармирање на профилу планиране ХС „Стапари“.

8.2.4 Резултати прорачуна на реци Ђетињи, профил „Купалиште“

На слици 68 је приказан пример 3D приказа резултата, за протицај $Q_{5\%}=133,30\text{m}^3/\text{s}$, на којој се може видети рачунска деоница са дигиталним моделом терена, рачунски профили, модел конструкције моста, ширина главног корита, плавна зона за $Q_{5\%}$ итд. На слици 69 је приказан снимљен попречни профил на локацији мерног уређаја, са уцртаним нивоима водног огледала за карактеристичне протицаје.



Слика 68. Пример резултата нивоа воденог огледала за протицај вероватноће појаве 5%



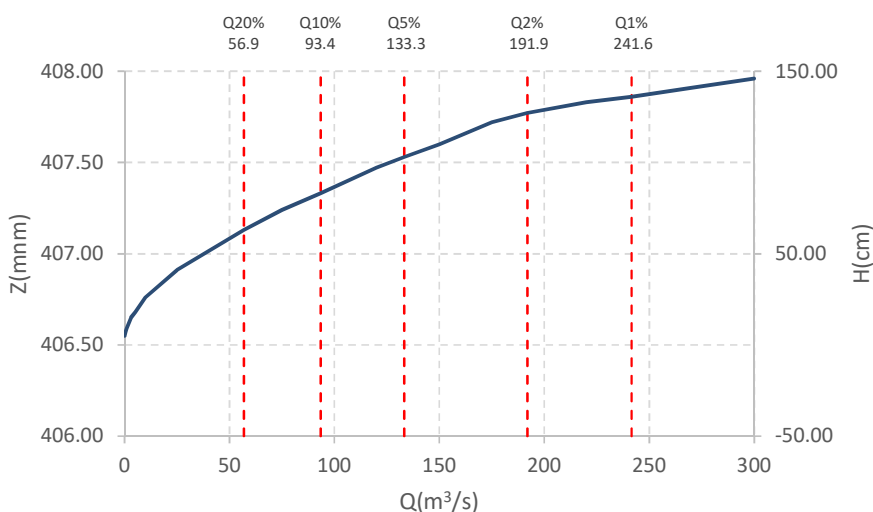
Слика 69. Попречни профил на локацији мерног уређаја, са уцртаним нивоима воде за карактеристичне протицаје

Табела 42. Резултати прорачуна криве протицаја на реци Ђетињи у профилу локације „Купалиште“

Q	Z	H	h	E	$\Delta E/\Delta x$	v_{sr}	A	B	Fr
(m ³ /s)	(m)	(cm)	(m)			(m/s)	(m ²)	(m)	
0,10	406,24	-26,00	0,05	406,25	0,041683	0,39	0,25	15,92	0,99
0,50	406,26	-24,00	0,07	406,28	0,041984	0,59	0,84	28,42	1,10
1,00	406,28	-22,00	0,09	406,31	0,029107	0,68	1,47	30,65	0,99
3,00	406,34	-16,00	0,15	406,38	0,023417	0,95	3,15	33,87	1,00
5,00	406,37	-13,00	0,18	406,44	0,022055	1,12	4,48	36,34	1,01
10,00	406,45	-5,00	0,26	406,54	0,019628	1,32	7,59	43,83	1,01
25,00	406,60	10,00	0,41	406,75	0,016139	1,74	14,35	47,01	1,01
(Q20%) 56,90	406,82	32,00	0,59	407,08	0,013572	2,27	25,01	48,06	1,01
75,00	406,93	43,00	0,74	407,24	0,012737	2,49	30,16	48,22	1,00
(Q10%) 93,40	407,02	52,00	0,83	407,39	0,012244	2,68	34,88	48,36	1,01
120,00	407,16	66,00	0,97	407,59	0,011680	2,91	41,24	48,55	1,01
(Q5%) 133,30	407,22	72,00	1,03	407,68	0,011371	3,01	44,34	48,65	1,01
150,00	407,29	79,00	1,10	407,79	0,011130	3,13	47,97	48,76	1,01
175,00	407,41	91,00	1,22	407,95	0,010657	3,27	53,44	48,92	1,00
(Q2%) 191,90	407,46	96,00	1,27	408,06	0,010863	3,41	56,22	49,01	1,02
220,00	407,52	102,00	1,33	408,23	0,012083	3,72	59,18	49,10	1,08
(Q1%) 241,60	407,55	105,00	1,36	408,36	0,013406	3,98	60,72	49,14	1,14
270,00	407,60	110,00	1,41	408,54	0,014849	4,29	63,01	49,21	1,21
300,00	407,65	115,00	1,46	408,72	0,016379	4,60	65,24	49,28	1,28

Где су:

- Протицај (Q)
- Коте рачунског нивоа воденог огледала (Z)
- Водостај (H)
- Максимална дубина воде у профилу (h)
- Коте линије енергије (E)
- Нагиб линије енергије ($\Delta E/\Delta x$)
- Средња брзина воде у главном кориту (v_{sr})
- Површина протицајног профила (A)
- Ширина воденог огледала (B)
- Фрудов број (Fr)



Слика 70. Крива протицаја за профил локације мерног уређаја, са означеним карактеристичним протицајима

Као резултат хидрауличких анализа, у наставку студије у поглављу 9.2.4 приказани су дефинисани нивои који представљају критеријуме за алармирање на реци Ћетињи, на профилу „Купалиште“.

8.2.5 Резултати прорачуна на реци Ћетињи на снимљеној деоници од „Купалишта“ до профила „Стапари“

Коришћењем приказаног модела уз наведене граничне услове и улазне податке извршен је хидраулички прорачун за постојеће стање корита, а резултати су приказани табеларно и графички.

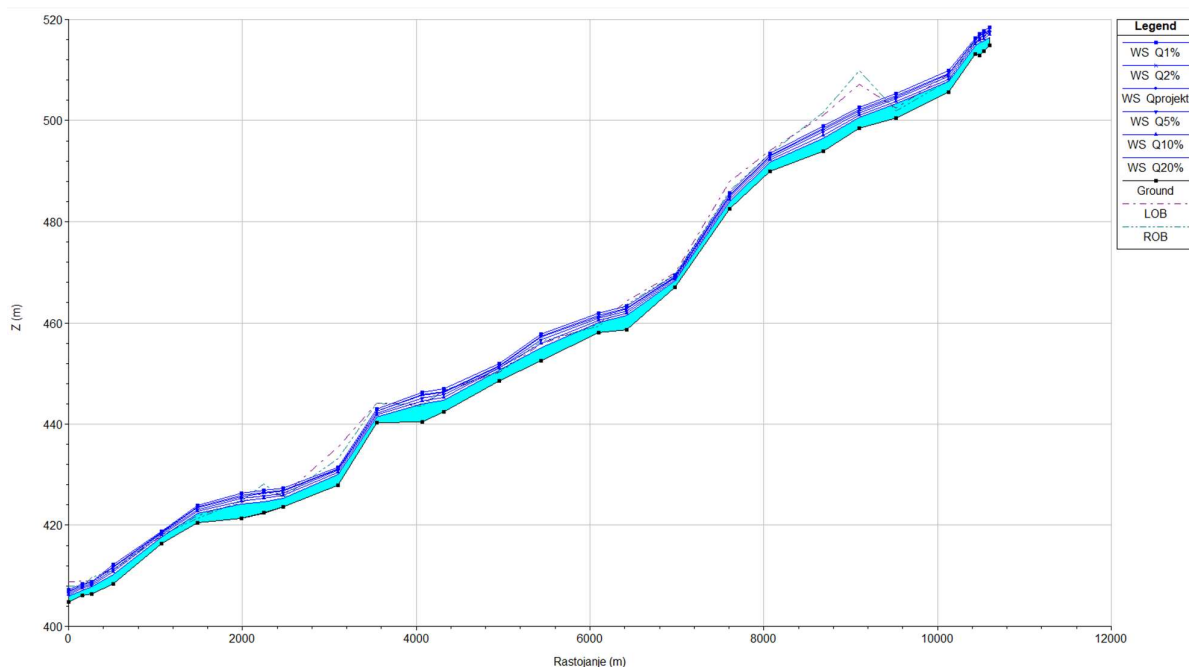
Хидрауличким прорачуном су за одговарајуће протицаје и задате граничне услове добијени нивои воде у попречним профилима, средње брзине течења воде у основном кориту и инундацији, површине протицајног профила, ширина водног огледала у прорачунским

профилима, Фрудов број и друге хидрауличке величине које пружа примењени софтвер и метод прорачуна.

Резултати прорачуна приказани у виду линија нивоа на подужном профилу (слика 71).

Из приложених табела, очигледна је неравномерност геометријских карактеристика корита водотока, као и значајна осцилација величина хидрауличких параметара.

Брзине у кориту реке Ђетиње на посматраној деоници за стогодишњу воду се крећу у интервалу 2,23–5,52 m/s. За меродавну петогодишњу воду брзине у кориту су 1,23 – 3,64 m/s.



Слика 71. Подужни профил са линијама нивоа за протицаје различите меродавне велике воде

Табела 43. Резултати прорачуна за корито реке Ђетиње за протицај Q20%

Стац.	Протицај	Ниво воде	Дубина воде у кориту	Ниво линије енергије	Пад линије енергије	Средња брзина у основном кориту	Површина протиц. профила	Ширина воденог огледала	Фрудов број
	(m³/s)	(m)	(m)			(m/s)	(m²)	(m)	
0+000,00	56,90	405,98	1,17	406,12	0,008586	1,67	34,05	38,10	0,56
0+160,52	56,90	407,16	0,97	407,26	0,005921	1,37	41,47	48,56	0,47
0+265,22	56,90	407,83	1,50	408,04	0,008808	1,99	28,59	25,09	0,60
0+510,98	56,90	410,28	1,86	410,58	0,012009	2,40	23,69	19,98	0,70
1+069,24	56,90	417,72	1,35	418,00	0,014776	2,33	24,39	25,53	0,76
1+484,68	56,90	422,32	1,87	422,59	0,008583	2,39	27,41	31,77	0,62
1+992,76	56,90	424,17	2,75	424,25	0,001677	1,25	45,37	22,21	0,28
2+245,04	56,90	424,61	2,19	424,69	0,001811	1,23	46,39	25,81	0,29
2+470,94	56,90	425,27	1,67	425,48	0,007854	2,02	28,17	22,33	0,57
3+097,27	56,90	430,05	2,16	430,28	0,007472	2,13	26,68	17,82	0,56
3+548,13	56,90	441,42	1,20	441,90	0,025669	3,07	18,56	19,39	1,00
4+070,12	56,90	443,97	3,60	444,06	0,001583	1,29	45,64	26,76	0,28
4+315,40	56,90	444,68	2,19	444,97	0,012794	2,40	23,70	20,83	0,72
4+956,33	56,90	450,73	2,17	450,97	0,007129	2,18	26,32	18,33	0,56
5+437,47	56,90	455,14	2,59	455,55	0,012997	2,84	20,06	12,79	0,72
6+100,02	56,90	460,04	2,02	460,16	0,004289	1,55	36,80	27,44	0,43
6+421,55	56,90	461,50	2,82	461,63	0,004844	1,57	36,34	29,66	0,45
6+981,83	56,90	468,26	1,26	468,63	0,027861	2,68	21,26	29,11	1,00
7+611,02	56,90	484,03	1,47	484,50	0,022875	3,04	18,73	17,97	0,95
8+068,69	56,90	491,80	1,82	492,10	0,012539	2,40	23,73	20,06	0,70
8+682,45	56,90	496,45	2,43	496,65	0,004882	1,99	28,61	15,04	0,46
9+102,07	56,90	500,69	2,17	501,22	0,025926	3,22	17,67	16,92	1,01
9+521,49	56,90	503,28	2,78	503,37	0,002065	1,35	49,11	37,24	0,32
10+125,90	56,90	507,71	2,11	508,38	0,027546	3,64	15,64	11,82	1,01
10+437,05	56,90	514,74	1,51	515,11	0,017280	2,69	21,14	19,43	0,82
10+486,51	56,90	515,37	2,42	515,58	0,005755	2,03	28,03	17,05	0,51
10+530,87	56,90	515,66	1,94	515,95	0,010820	2,38	23,91	18,71	0,67
10+600,66	56,90	516,48	1,65	516,70	0,010409	2,06	27,68	26,83	0,65

Табела 44. Резултати прорачуна за корито реке Ђетиње за протицај Q10%

Стац.	Протицај	Ниво воде	Дубина воде у кориту	Ниво линије енергије	Пад линије енергије	Средња брзина у основном кориту	Површина протиц. профила	Ширина воденог огледала	Фрудов број
	(m³/s)	(m)	(m)			(m/s)	(m²)	(m)	
0+000,00	93,4	406,29	1,48	406,50	0,008571	2,02	46,18	38,32	0,59
0+160,52	93,4	407,48	1,29	407,61	0,005671	1,64	56,93	49,03	0,49
0+265,22	93,4	408,14	1,80	408,48	0,011017	2,57	36,34	25,28	0,68
0+510,98	93,4	410,79	2,37	411,17	0,010755	2,74	34,06	21,38	0,69
1+069,24	93,4	418,03	1,67	418,45	0,016105	2,86	32,65	27,13	0,83
1+484,68	93,4	422,75	2,30	423,08	0,008156	2,76	41,81	33,61	0,63
1+992,76	93,4	424,79	3,37	424,91	0,001975	1,52	64,03	30,80	0,31
2+245,04	93,4	425,33	2,91	425,41	0,001989	1,25	74,43	43,36	0,31
2+470,94	93,4	425,93	2,33	426,17	0,005616	2,13	44,07	32,59	0,51
3+097,27	93,4	430,44	2,55	430,83	0,010076	2,76	33,81	18,92	0,66
3+548,13	93,4	441,81	1,59	442,45	0,023630	3,55	26,33	20,55	1,00
4+070,12	93,4	444,61	4,24	444,73	0,001721	1,59	63,61	30,07	0,30
4+315,40	93,4	445,34	2,85	445,55	0,008160	2,04	45,75	36,84	0,59
4+956,33	93,4	451,03	2,47	451,48	0,010307	2,96	32,09	19,24	0,70
5+437,47	93,4	455,94	3,39	456,39	0,010095	2,96	31,51	15,67	0,66
6+100,02	93,4	460,49	2,47	460,67	0,004452	1,91	49,18	27,89	0,45
6+421,55	93,4	461,97	3,29	462,15	0,004708	1,84	50,71	31,36	0,46
6+981,83	93,4	468,56	1,56	469,04	0,025486	3,07	30,42	31,66	1,00
7+611,02	93,4	484,40	1,84	485,09	0,023886	3,67	25,45	18,60	1,00
8+068,69	93,4	492,28	2,30	492,67	0,012085	2,76	33,88	22,52	0,72
8+682,45	93,4	497,12	3,10	497,41	0,005340	2,38	39,17	16,42	0,49
9+102,07	93,4	501,13	2,61	501,81	0,023894	3,66	25,54	18,90	1,00
9+521,49	93,4	503,82	3,32	503,93	0,002058	1,59	69,72	39,77	0,33
10+125,90	93,4	508,25	2,65	509,15	0,025043	4,18	22,37	12,79	1,00
10+437,05	93,4	515,13	1,90	515,67	0,017622	3,24	28,85	20,00	0,86
10+486,51	93,4	515,88	2,93	516,20	0,006884	2,51	37,25	18,81	0,57
10+530,87	93,4	516,22	2,50	516,58	0,009843	2,65	35,28	21,86	0,67
10+600,66	93,4	516,97	2,14	517,22	0,008418	2,23	41,82	30,38	0,61

Табела 45. Резултати прорачуна за корито реке Ђетиње за протицај Q5%

Стац.	Протицај	Ниво воде	Дубина воде у кориту	Ниво линије енергије	Пад линије енергије	Средња брзина у основном кориту	Површина протиц. профила	Ширина воденог огледала	Фрудов број
	(m³/s)	(m)	(m)			(m/s)	(m²)	(m)	
0+000,00	133,3	406,59	1,78	406,86	0,008572	2,32	57,53	38,53	0,61
0+160,52	133,3	407,78	1,59	407,95	0,005448	1,86	71,78	49,47	0,49
0+265,22	133,3	408,40	2,06	408,89	0,013186	3,10	42,98	25,45	0,76
0+510,98	133,3	411,24	2,82	411,71	0,009997	3,03	44,04	22,51	0,69
1+069,24	133,3	418,30	1,93	418,87	0,016891	3,34	40,54	31,96	0,88
1+484,68	133,3	423,13	2,68	423,52	0,007915	3,05	54,42	33,61	0,64
1+992,76	133,3	425,27	3,85	425,43	0,002143	1,78	78,91	31,81	0,33
2+245,04	133,3	425,83	3,41	425,93	0,001827	1,38	96,78	45,84	0,30
2+470,94	133,3	426,36	2,76	426,64	0,005248	2,37	61,19	42,95	0,51
3+097,27	133,3	430,82	2,93	431,36	0,011242	3,24	41,19	19,37	0,71
3+548,13	133,3	442,17	1,95	442,96	0,022353	3,92	33,99	21,75	1,00
4+070,12	133,3	445,16	4,79	445,32	0,001820	1,84	80,88	32,88	0,32
4+315,40	133,3	445,84	3,35	446,06	0,005596	2,06	64,59	38,32	0,51
4+956,33	133,3	451,17	2,61	451,95	0,016443	3,92	34,73	19,64	0,89
5+437,47	133,3	456,66	4,11	457,15	0,007574	3,09	43,76	18,50	0,60
6+100,02	133,3	460,86	2,84	461,12	0,004816	2,25	59,71	28,27	0,49
6+421,55	133,3	462,41	3,73	462,63	0,004548	2,06	64,85	32,77	0,47
6+981,83	133,3	468,84	1,84	469,42	0,023961	3,38	39,40	33,80	1,00
7+611,02	133,3	484,78	2,22	485,63	0,022799	4,09	32,62	19,17	1,00
8+068,69	133,3	492,65	2,67	493,16	0,012324	3,14	42,41	23,20	0,74
8+682,45	133,3	497,72	3,70	498,09	0,005630	2,69	49,57	17,82	0,51
9+102,07	133,3	501,56	3,04	502,34	0,021269	3,91	34,10	20,82	0,98
9+521,49	133,3	504,29	3,79	504,43	0,002078	1,80	88,84	41,55	0,34
10+125,90	133,3	508,75	3,15	509,85	0,023457	4,66	28,93	13,65	0,99
10+437,05	133,3	515,51	2,28	516,19	0,017620	3,63	36,68	21,09	0,88
10+486,51	133,3	516,32	3,37	516,76	0,007515	2,93	45,53	19,48	0,61
10+530,87	133,3	516,71	2,99	517,12	0,009178	2,86	46,53	24,37	0,66
10+600,66	133,3	517,41	2,58	517,70	0,007192	2,40	55,65	32,26	0,58

Табела 46. Резултати прорачуна за корито реке Ђетиње за протицај Q2%

Стац.	Протицај	Ниво воде	Дубина воде у кориту			Средња брзина у основном кориту	Површина протиц. профила	Ширина воденог огледала	Фрудов број
	(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(N/m²)	(m²)	(m)	
0+000,00	241.6	407.25	2.44	407.68	0.008584	2.90	83.31	39.00	0.63
0+160,52	241.6	408.46	2.27	408.72	0.004927	2.26	108.89	55.27	0.50
0+265,22	241.6	408.88	2.54	409.86	0.019835	4.38	55.11	25.74	0.96
0+510,98	241.6	412.26	3.84	412.91	0.008366	3.59	67.98	24.31	0.67
1+069,24	241.6	418.86	2.49	419.78	0.018222	4.30	58.80	33.22	0.96
1+484,68	241.6	423.95	3.50	424.50	0.00764	3.68	82.27	33.61	0.66
1+992,76	241.6	426.27	4.85	426.52	0.00238	2.29	118.55	41.22	0.37
2+245,04	241.6	426.89	4.47	427.03	0.001646	1.63	148.39	53.28	0.30
2+470,94	241.6	427.31	3.71	427.65	0.004199	2.70	104.29	48.01	0.49
3+097,27	241.6	431.47	3.58	432.49	0.016383	4.47	54.05	20.25	0.87
3+548,13	241.6	442.97	2.75	444.05	0.020403	4.60	52.49	24.32	1.00
4+070,12	241.6	446.30	5.93	446.55	0.001987	2.33	121.59	38.65	0.35
4+315,40	241.6	446.94	4.45	447.19	0.003606	2.23	108.43	41.41	0.44
4+956,33	241.6	451.94	3.38	453.19	0.017177	5.00	50.79	21.88	0.97
5+437,47	241.6	457.75	5.20	458.49	0.007554	3.87	66.93	24.03	0.64
6+100,02	241.6	461.88	3.86	462.27	0.004372	2.77	88.95	29.30	0.50
6+421,55	241.6	463.37	4.69	463.68	0.004398	2.47	97.65	35.65	0.48
6+981,83	241.6	469.43	2.43	470.23	0.021946	3.97	60.89	38.36	1.01
7+611,02	241.6	485.63	3.07	486.85	0.021454	4.89	49.41	20.28	1.00
8+068,69	241.6	493.49	3.51	494.26	0.01251	3.89	62.18	24.12	0.77
8+682,45	241.6	498.97	4.95	499.52	0.006207	3.28	73.62	20.55	0.55
9+102,07	241.6	502.60	4.08	503.51	0.015171	4.23	57.12	23.47	0.87
9+521,49	241.6	505.28	4.78	505.49	0.002161	2.24	131.69	44.85	0.36
10+125,90	241.6	509.87	4.27	511.40	0.019821	5.52	45.60	16.23	0.96
10+437,05	241.6	516.28	3.05	517.32	0.017987	4.51	53.79	24.01	0.93
10+486,51	241.6	517.21	4.26	517.96	0.009003	3.84	63.50	20.85	0.69
10+530,87	241.6	517.78	4.06	518.33	0.006892	3.27	74.72	27.59	0.61
10+600,66	241.6	518.37	3.54	518.76	0.005353	2.77	88.30	35.51	0.54

Табела 47. Резултати прорачуна за корито реке Ђетиње за протицај Q1%

Стац.	Протицај	Ниво воде	Дубина воде у кориту	Ниво линије енергије	Пад линије енергије	Средња брзина у основном кориту	Површина протиц. профила	Ширина воденог огледала	Фрудов број
	(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(N/m²)	(m²)	(m)	
0+000,00	241,6	407,25	2,44	407,68	0,008584	2,90	83,31	39,00	0,63
0+160,52	241,6	408,46	2,27	408,72	0,004927	2,26	108,89	55,27	0,50
0+265,22	241,6	408,88	2,54	409,86	0,019835	4,38	55,11	25,74	0,96
0+510,98	241,6	412,26	3,84	412,91	0,008366	3,59	67,98	24,31	0,67
1+069,24	241,6	418,86	2,49	419,78	0,018222	4,30	58,80	33,22	0,96
1+484,68	241,6	423,95	3,50	424,50	0,00764	3,68	82,27	33,61	0,66
1+992,76	241,6	426,27	4,85	426,52	0,00238	2,29	118,55	41,22	0,37
2+245,04	241,6	426,89	4,47	427,03	0,001646	1,63	148,39	53,28	0,30
2+470,94	241,6	427,31	3,71	427,65	0,004199	2,70	104,29	48,01	0,49
3+097,27	241,6	431,47	3,58	432,49	0,016383	4,47	54,05	20,25	0,87
3+548,13	241,6	442,97	2,75	444,05	0,020403	4,60	52,49	24,32	1,00
4+070,12	241,6	446,30	5,93	446,55	0,001987	2,33	121,59	38,65	0,35
4+315,40	241,6	446,94	4,45	447,19	0,003606	2,23	108,43	41,41	0,44
4+956,33	241,6	451,94	3,38	453,19	0,017177	5,00	50,79	21,88	0,97
5+437,47	241,6	457,75	5,20	458,49	0,007554	3,87	66,93	24,03	0,64
6+100,02	241,6	461,88	3,86	462,27	0,004372	2,77	88,95	29,30	0,50
6+421,55	241,6	463,37	4,69	463,68	0,004398	2,47	97,65	35,65	0,48
6+981,83	241,6	469,43	2,43	470,23	0,021946	3,97	60,89	38,36	1,01
7+611,02	241,6	485,63	3,07	486,85	0,021454	4,89	49,41	20,28	1,00
8+068,69	241,6	493,49	3,51	494,26	0,01251	3,89	62,18	24,12	0,77
8+682,45	241,6	498,97	4,95	499,52	0,006207	3,28	73,62	20,55	0,55
9+102,07	241,6	502,60	4,08	503,51	0,015171	4,23	57,12	23,47	0,87
9+521,49	241,6	505,28	4,78	505,49	0,002161	2,24	131,69	44,85	0,36
10+125,90	241,6	509,87	4,27	511,40	0,019821	5,52	45,60	16,23	0,96
10+437,05	241,6	516,28	3,05	517,32	0,017987	4,51	53,79	24,01	0,93
10+486,51	241,6	517,21	4,26	517,96	0,009003	3,84	63,50	20,85	0,69
10+530,87	241,6	517,78	4,06	518,33	0,006892	3,27	74,72	27,59	0,61
10+600,66	241,6	518,37	3,54	518,76	0,005353	2,77	88,30	35,51	0,54

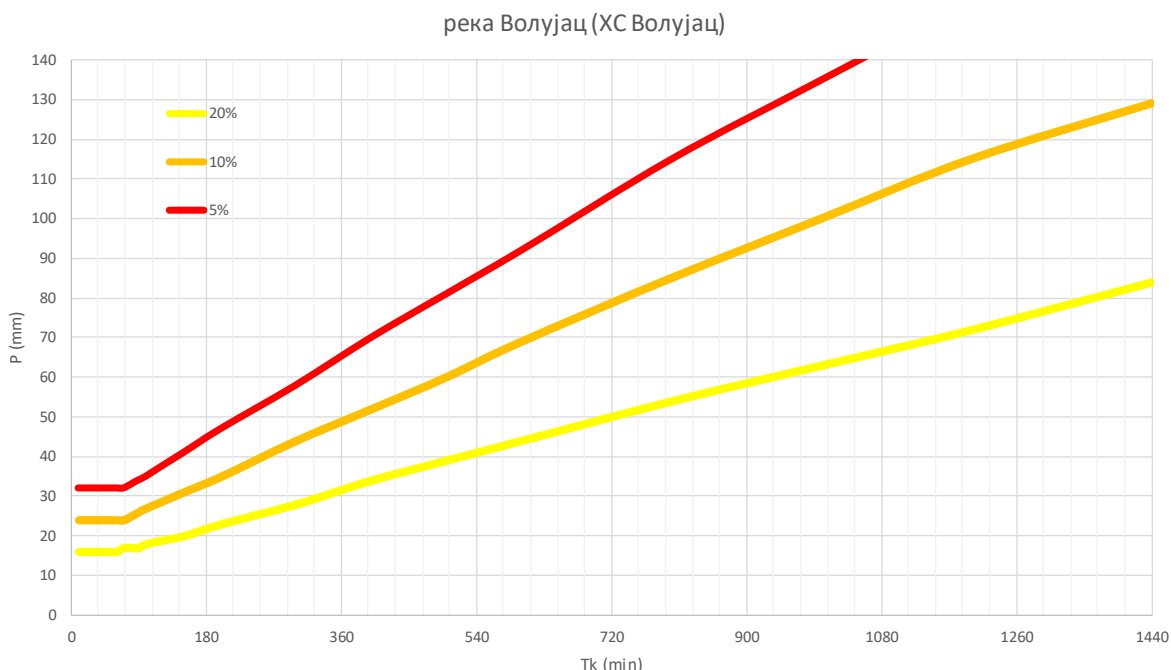
9. КРИТЕРИЈУМ ЗА АЛАРМИРАЊЕ СИСТЕМА РАНЕ ДОЈАВЕ БУЈИЧНИХ ПОПЛАВА

9.1 Критеријуми за алармирање на систему падавинских станица

Коришћењем методе синтетичког јединичног хидрограма прорачуна великих вода која је описана у поглављу 7.3 за све комбинације трајања кише ($T_k=10, 11, 12, \dots, 1440$ минута) и вредности бруто кише на сливу ($P=10, 11, 12, \dots, 200$ mm) дефинисане су вредности протицаја великих вода на профилима који су обрађени у поглављима 7.4, 7.5, 7.8 и 7.9. затим су за карактеристичне вредности протицаја великих вода ($p=5\%$, $p=10\%$ и $p=20\%$) дефинисане криве $T_k - P$. Ове криве приказане су са три боје: жута ($p=20\%$), наранџаста ($p=10\%$) и црвена ($p=5\%$).

9.1.1 Анализе нивоа алармирања на сливу Волујац

На реци Волујац, на профилу планиране ХС Волујац су дефинисани критеријуми за алармирање на систему репрезентативних кишомерних станица на овом сливу. Као што је речено анализирани су трајање кишне епизоде ($T_k - \text{min}$) и количина падавина ($P - \text{mm}$). Генерално, поплавне таласе стварају интензивне кише одређеног трајања.

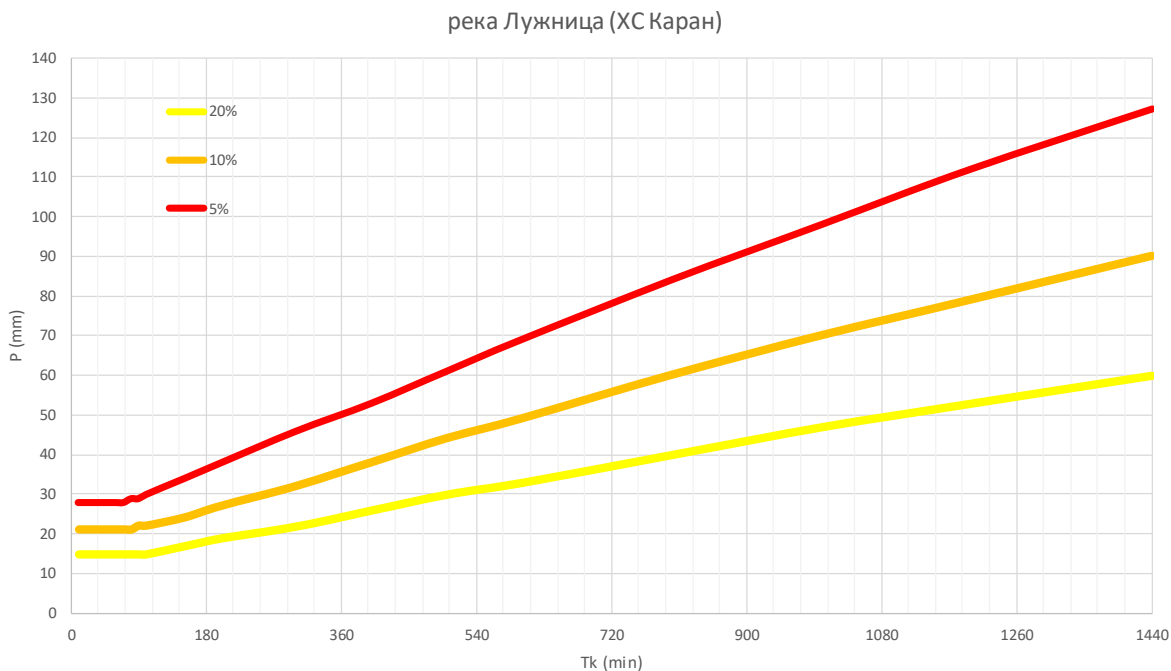


Слика 72. Критеријуми за алармирање на систему репрезентативних кишомерних станица на сливу Волујац (до профила ХС Волујац)

Са претходног графика се може видети које су то граничне вредности за алармирање. Нпр. ако за 720 минута (12 сати) падне 50 mm кише то је гранична вредност за укључивање „жутог“ аларма. Ако за исто време падне 63 mm кише то је гранична вредност за укључивање „наранџастог“ аларма. Ако пак за 12 сати падне 105 mm кише то је гранична вредност за укључивање „црвеног“ аларма.

9.1.2 Анализе нивоа алармирања на сливу Лужнице

На исти начин као и на Волујцу и на реци Лужници, на профилу планиране ХС Каран су дефинисани критеријуми за алармирање на систему репрезентативних кишомерних станица на овом сливу. Опет су анализирани трајање кишне епизоде ($T_k - \text{min}$) и количина падавина ($P - \text{mm}$). Приказ добијених резултата је дат на следећој слици.

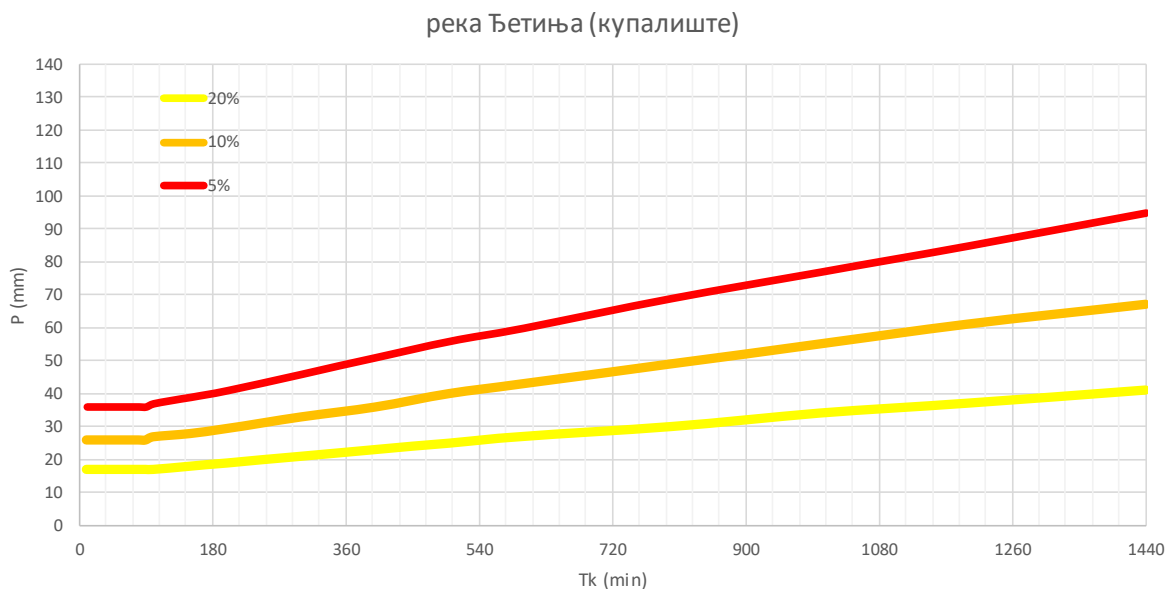


Слика 73. Критеријуми за алармирање на систему репрезентативних кишомерних станица на сливу Лужнице (до профила ХС Каран)

Са претходног графикона се може видети које су то граничне вредности за алармирање. Нпр. ако за 360 минута (6 сати) падне 23 mm кише то је гранична вредност за укључивање „жутог“ аларма. Ако за исто време падне 35 mm кише то је гранична вредност за укључивање „наранџастог“ аларма. Ако пак за 6 сати падне 50 mm кише то је гранична вредност за укључивање „црвеног“ аларма.

9.1.3 Анализе нивоа алармирања на сливу Ђетиње

На исти начин као и на Волујцу и Лужници, и на профилу купалишта на Ђетињи су дефинисани критеријуми за алармирање на систему репрезентативних кишомерних станица на овом сливу. Опет су анализирани трајање кишне епизоде ($T_k - \text{min}$) и количина падавина ($P - \text{mm}$). Приказ добијених резултата је дат на следећој слици.

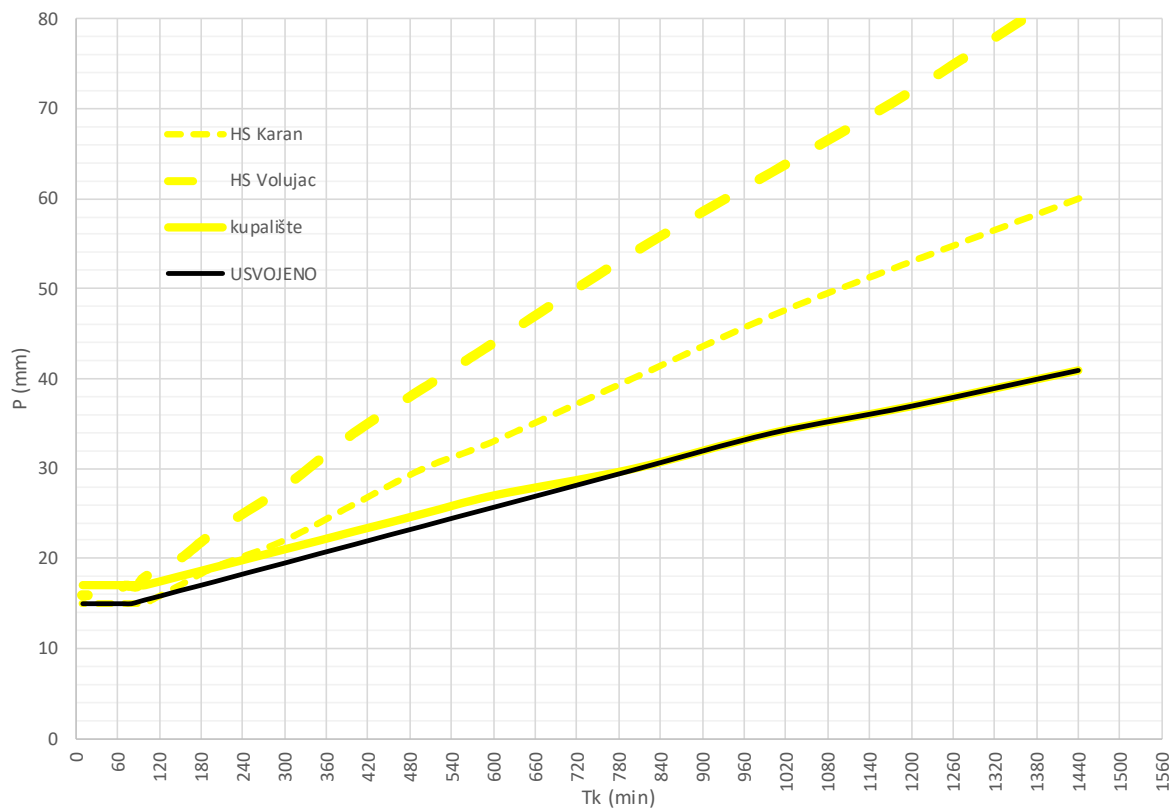


Слика 74. Критеријуми за алармирање на систему репрезентативних кишомernih станица на сливу Ђетиње (до профила купалишта) без дела слива који контролише брана Врутци

Са претходног графика се може видети које су то граничне вредности за алармирање. Нпр. ако за 1440 минута (24 сата) падне 40 mm кише то је гранична вредност за укључивање „жутог“ аларма. Ако за исто време падне 68 mm кише то је гранична вредност за укључивање „наранџастог“ аларма. Ако пак за 24 сата падне 95 mm кише то је гранична вредност за укључивање „црвеног“ аларма.

9.1.4 Усвојене вредности критеријума за алармирање на падавинским станицама на подручју града Ужица

Након појединачних анализа на три репрезентативна слива на територији града Ужица извршено је обједињавање одн. усвајање општих критеријума за сливове на територији града Ужица. Пројектним задатком је дефинисано да критеријуми аларма за вредности падавина треба да имају три степена. Први степен (жути аларм) сугерише повећање будности и приправности за реаговање у одбрани од бујичних поплава. Приказ парцијалних и усвојених резултата критеријуми за алармирање је дат на следећој слици и следећој табели.



Слика 75. Приказ парцијалних и усвојених резултата првих („жутих“) критеријума за алармирање на сливовима на територији града Ужица

Слика 76. Нумеричке вредности парцијалних и усвојених резултата првих („жутих“) критеријума за алармирање на сливовима на територији града Ужица

Жути аларм				
Tk (мин)	P(mm)			
	ХС Каран	ХС Волујац	купалиште	УСВОЈЕНО
1440	60	84	41	41
1200	53	72	37	37
1000	47	63	34	34
800	40	54	30	30
600	33	44	27	26
500	30	39	25	24
400	26	34	23	22
300	22	28	21	20
200	19	23	19	17
150	17	20	18	16
100	15	18	17	15
90	15	17	17	15
80	15	17	17	15
70	15	17	17	15
60	15	16	17	15
50	15	16	17	15
40	15	16	17	15
30	15	16	17	15
25	15	16	17	15
20	15	16	17	15

Жути аларм				
Тк (мин)	P(mm)			
	ХС Каран	ХС Волујац	купалиште	УСВОЈЕНО
15	15	16	17	15
10	15	16	17	15

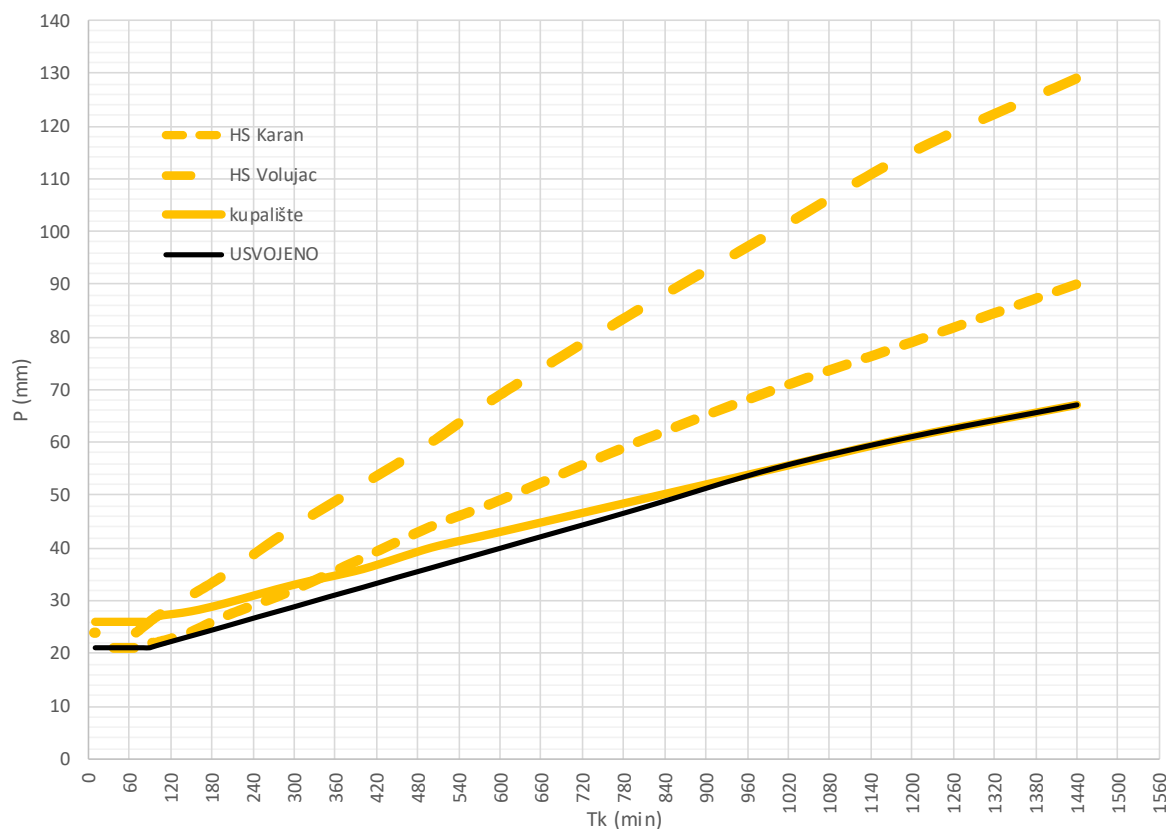
На основу приказаног се може усвојити да први критеријум за алармирање („жути“ аларм) укључује киша од 15 mm трајања до 100 минута, киша од 20 mm трајања 300 минута, одн. киша од 41 mm која падне за 24 часа.

Ако анализирамо ГМС Златибор може се рећи да је до сада било више од 65% година (44/67) када је максимална дневна вредност падавина била већа од 41 mm, али како су се у току године овакве падавине дешавале и више пута, може се рећи да се очекује да се жути аларм укључује у просеку једном (или неколико пута) годишње.

Други степен („наранџасти“ аларм) сугерише на стицање услова за проглашење редовне одбране од поплава. Приказ парцијалних и усвојених резултата критеријуми за алармирање је дат у следећој табели и на следећој слици.

Слика 77. Нумеричке вредности парцијалних и усвојених резултата других („наранџастих“) критеријума за алармирање на сликовима на територији града Ужица

Наранџасти аларм				
Тк (мин)	P(mm)			
	ХС Каран	ХС Волујац	купалиште	УСВОЈЕНО
1440	90	129	67	67
1200	79	115	61	61
1000	70	100	55	55
800	60	85	49	47
600	49	69	43	40
500	44	60	40	36
400	38	52	36	32
300	32	44	33	29
200	27	35	29,5	25
150	24	31	28	23
100	22	27	27	21
90	22	26	26	21
80	21	25	26	21
70	21	24	26	21
60	21	24	26	21
50	21	24	26	21
40	21	24	26	21
30	21	24	26	21
25	21	24	26	21
20	21	24	26	21
15	21	24	26	21
10	21	24	26	21

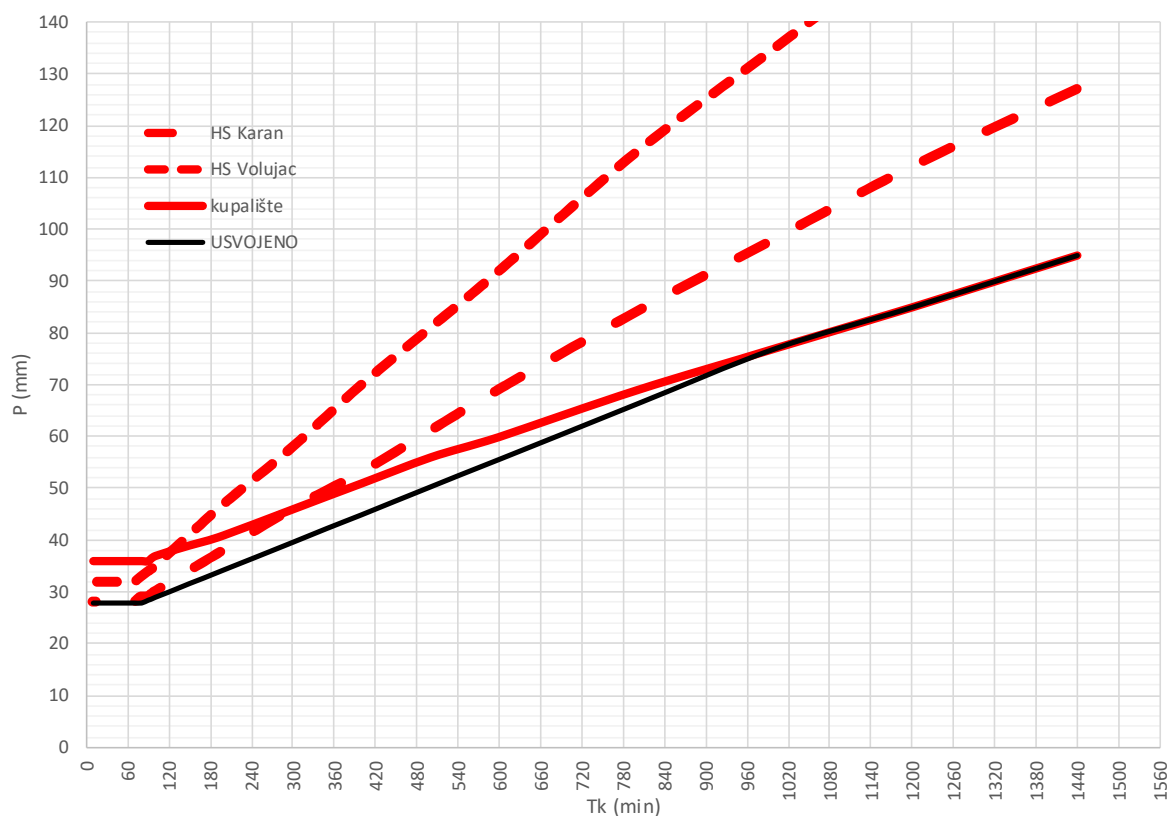


Слика 78. Приказ парцијалних и усвојених резултата других („наранџастих“) критеријума за алармирање на сливовима на територији града Ужица

На основу приказаног се може усвојити да други критеријум за алармирање („наранџасти“ аларм) укључује киша од 21 mm трајања до 100 минута, киша од 29 mm трајања 300 минута, одн. киша од 67 mm која падне за 24 часа.

Ако анализирамо ГМС Златибор може се рећи да је до сада било више од 18% година (12/67) када је максимална дневна вредност падавина била већа од 41 mm, али како су се у току године овакве падавине дешавале и више пута, одн. дешавале су се и краткотрајније кише јачег интензитета које би достигле граничну вредност, може се рећи да се очекује да се наранџасти аларм укључује у просеку једном у неколико година.

Трећи степен („црвени“ аларм) сугерише на стицање услова за увођења ванредне одбране од поплава. Приказ парцијалних и усвојених резултата критеријуми за алармирање је дат на следећој слици и следећој табели.



Слика 79. Приказ парцијалних и усвојених резултата трећих („црвених“) критеријума за алармирање на сливовима на територији града Ужица

Табела 48. Нумеричке вредности парцијалних и усвојених резултата трећих („црвених“) критеријума за алармирање на сливовима на територији града Ужица

Црвени аларм				
Тк (мин)	P(mm)			
	ХС Каран	ХС Волујац	купалиште	УСВОЈЕНО
1440	127	180	95	95
1200	112	155	85	85
1000	98	135	77	77
800	84	115	69	66
600	69	92	60	56
500	61	81	56	50
400	53	70	51	45
300	46	58	46	40
200	38	47	41	34
150	34	41	39	32
100	30	35	37	29
90	29	34	36	29
80	29	33	36	28
70	28	32	36	28
60	28	32	36	28
50	28	32	36	28
40	28	32	36	28
30	28	32	36	28
25	28	32	36	28
20	28	32	36	28
15	28	32	36	28

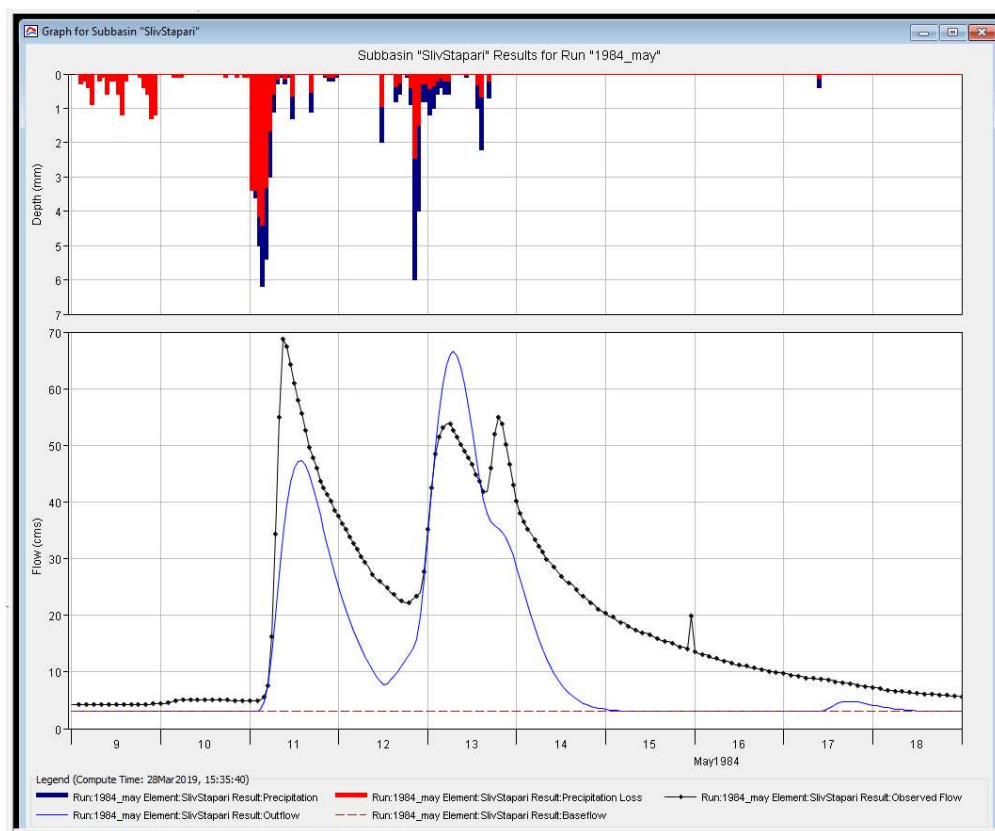
Црвени аларм				
Тк (мин)	P(mm)			
	ХС Каран	ХС Вољујац	купалиште	УСВОЈЕНО
10	28	32	36	28

На основу приказаног се може усвојити да трећи критеријум за алармирање („црвени“ аларм) укључује киша од 28 mm трајања до 80 минута, киша од 40 mm трајања 300 минута, одн. киша од 95 mm која падне за 24 часа.

Ако анализирамо ГМС Златибор може се рећи да је до сада било више од 5% година (3/67) када је максимална дневна вредност падавина била већа од 95 mm, али како су дешавале и краткотрајније кише јачег интензитета које би достигле граничну вредност, може се рећи да се очекује да се „црвени“ аларм укључује у просеку једном у 5-10 година.

9.1.5 Примери рада алармирања за расположиве историјске податке

Извршена је анализа поплавног таласа из маја 1984. године која представља пример за историјске податке када би се извршило укључивање „жутог“ аларма.



Слика 80. Приказ хидрограма поплавног таласа из маја 1984. године на ХС Стапари (Ђетиња) – Хидрограм је моделиран моделом НЕС HMS

Табела 49. Приказ укључивања аларма и хидрограма поплавног таласа из маја 1984. године на ХС Стапари (Ђетиња)

датум	T	P	Pkumulativno	Tk		Q HS Stapari
	(h)	(mm)	(mm)	(min)		(m³/s)
11.5.1984	1	0,1		0		4,88
11.5.1984	2	3,4	3,4	60		4,88
11.5.1984	3	3,6	7	120		5,04

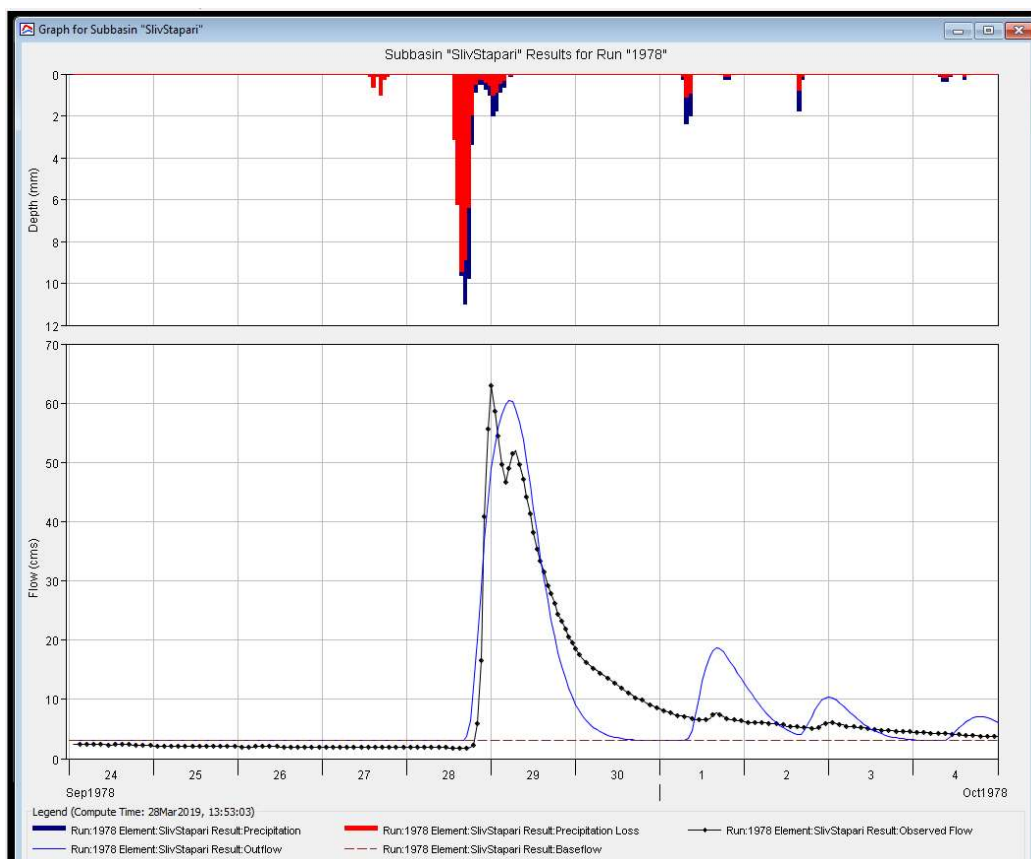
датум	T	P	Pkumulativno	Tk		Q HS Stapari
	(h)	(mm)	(mm)	(min)		(m ³ /s)
11.5.1984	4	5	12	180		5,53
11.5.1984	5	6,2	18,2	240		7,63
11.5.1984	6	5,4	23,6	300	Žuti alarm	16,2
11.5.1984	7	3	26,6	360		34,3
11.5.1984	8	1,1	27,7	420		55
11.5.1984	9	0,3	28	480		68,8
11.5.1984	10	0,1	28,1	540		67,5
11.5.1984	11	0,3	28,4	600		64,2
11.5.1984	12	0,1	28,5	660		61
11.5.1984	13	1,3	29,8	720		58
11.5.1984	14	0	29,8	780		55,6
11.5.1984	15	0	29,8	840		52,6
11.5.1984	16	0	29,8	900		49,6
11.5.1984	17	0	29,8	960		47,8

Из приказаног се може видети да би се за историјске податке из маја 1984. године „жути“ аларм укључио 11.5.1984. године у 06,00h. Време пика поплавног таласа на реци Ђетињи на ХС Стапари је 09,00h што је кашњење од три сата (+3h), док је време појаве пика хидрограма поплавног таласа на профилу купалишта у Ужицу 11,30h, што је кашњење од укупно 5,5 сати (+5,5h) од укључивања аларма. Може се констатовати да је од укључивања аларма до појаве пика таласа у Ужицу на располагању 5,5 часова. То време је расположиво да би се предузеле све потребне мере и радње у вези одбране од поплава.

Извршена је анализа поплавног таласа из септембра 1978. године која представља пример за историјске податке када би се извршило укључивање „жутог“ аларма.

Табела 50. Приказ укључивања аларма и хидрограма поплавног таласа из маја 1984. године на ХС Стапари (Ђетиња)

датум	T	P	Pkumulativno	Tk		Q HS Stapari
	(h)	(mm)	(mm)	(min)		(m ³ /s)
28.9.1978	14	2,5	0	2,50		1,70
28.9.1978	15	5	60	7,50		1,70
28.9.1978	16	7,7	120	15,20		1,70
28.9.1978	17	8,8	180	24,00	ALARM	1,86
28.9.1978	18	7,8	240	31,80		2,27
28.9.1978	19	2,7	300	34,50		5,84
28.9.1978	20	0,7	360	35,20		16,5
28.9.1978	21	0,4	420	35,60		40,8
28.9.1978	22	0,4	480	36,00		55,6
28.9.1978	23	0,6	540	36,60		62,9
28.9.1978	24	0,8	600	37,40		58,6
29.9.1978	1	1,6	660	39,00		54,4
29.9.1978	2	1,4	720	40,40		49,6
29.9.1978	3	0,7	780	41,10		46,6
29.9.1978	4	0,5	840	41,60		49,0
29.9.1978	5	0	900	41,60		51,4
29.9.1978	6	0,1	960	41,70		52,0
29.9.1978	7	0	1020	41,70		49,6
29.9.1978	8	0	1080	41,70		47,2
29.9.1978	9	0	1140	41,70		44,2
29.9.1978	10	0	1200	41,70		41,3



Слика 81. Приказ хидрограма поплавног таласа из септембра 1978. године на ХС Стапари (Ђетиња) – Хидрограм је моделиран моделом НЕС НМС

Из приказаног се може видети да би се за историјске податке из септембра 1978. године „нارانџасти“ аларм укључио 28.9.1978. године у 17,00h. Време пика поплавног таласа на реци Ђетињи на ХС Стапари је 23,00h што је кашњење од шест сата (+6h), док је време пристизања пика хидрограма поплавног таласа на профилу купалишта у Ужицу 29.9.1978. године у 01,30h, што је кашњење од укупно 8,5 сати (+8,5h) од укључивања аларма. Може се констатовати да је од укључивања аларма до појаве пика таласа у Ужицу на располагању 8,5 часова. То време је расположиво да би се предузеле све потребне мере и радње у вези одбране од поплава.

9.2 Критеријуми за алармирање на систему хидролошких станица

Коришћењем хидролошких метода дефинисане су вредности протицаја великих вода на профилима који су обрађени у поглављима 7.4, 7.5, 7.8 и 7.9. за карактеристичне вредности протицаја великих вода ($p=1\%$, $p=2\%$, $p=5\%$, $p=10\%$ и $p=20\%$). На бази овако дефинисаних вредности протицаја дефинисане су вредности критеријума за алармирање на систему хидролошких станица. Ови критеријуми су приказани са три боје: жута ($p=20\%$), нараџаста ($p=10\%$) и црвена ($p=5\%$).

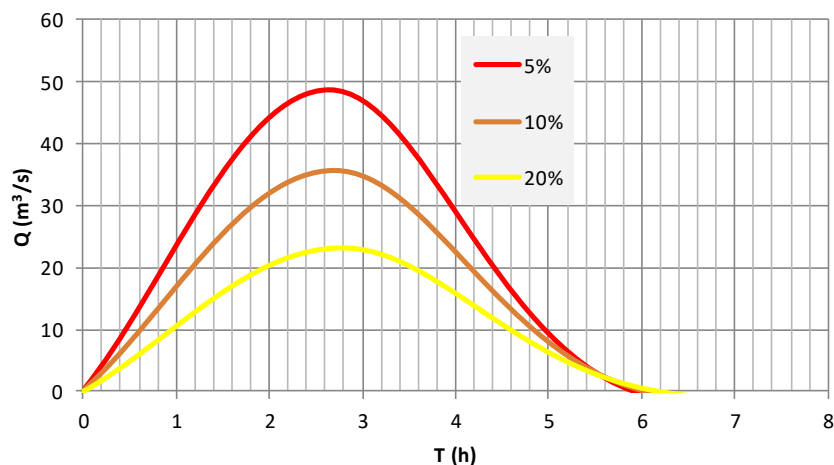
9.2.1 Анализе нивоа алармирања на профилу ХС Вољујац (Вољујац)

На реци Вољујац, на профилу планиране ХС Вољујац су дефинисани критеријуми за алармирање на бази дефинисаних вредности протицаја великих вода одређене вероватноће појаве и коресподентних нивои који су резултат хидрауличких анализа. Вредности протицаја и нивоа који представљају критеријуме алармирања на профилу ХС Вољујац су приказани у наредној табели и слици.

Табела 51. Вредности пикова великих вода на профилу ХС Вољујац

	р	Т	Q _{max}	H*	Z*
	(%)	(год)	(m ³ /s)	(cm)	(mm)
црвени аларм	5	20	48,8	69,00	558,19
наранџасти аларм	10	10	35,6	55,00	558,05
жути аларм	20	5	23,2	39,00	557,89

*Радна вредност коте „0“=557,50 mm



Слика 82. Вредности критеријума алармирања на профилу ХС Вољујац

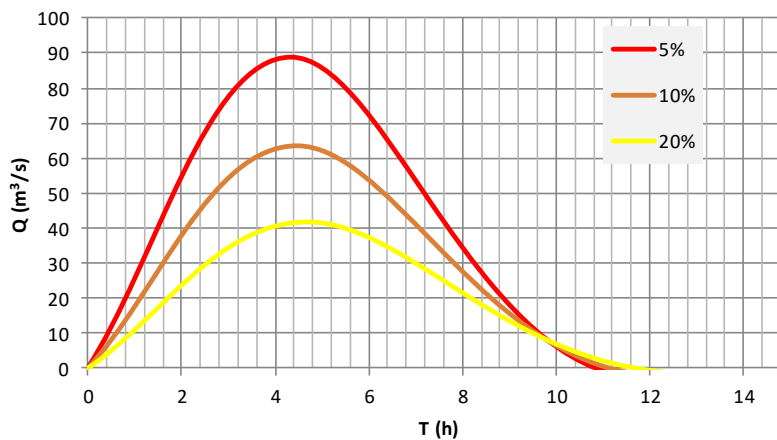
9.2.2 Анализе нивоа алармирања на профилу ХС Каран (Лужница)

На реци Лужници, на профилу планиране ХС Каран су дефинисани критеријуми за алармирање на бази дефинисаних вредности протицаја великих вода одређене вероватноће појаве и коресподентних нивои који су резултат хидрауличких анализа на овом профилу. Вредности протицаја и нивоа који представљају критеријуме алармирања на профилу ХС Каран су приказани у наредној табели и слици.

Табела 52. Вредности пикова великих вода на профилу ХС Каран

	р	Т	Q _{max}	H*	Z*
	(%)	(год)	(m ³ /s)	(cm)	(mm)
црвени аларм	5	20	88,8	213	389,13
наранџасти аларм	10	10	63,6	169	388,69
жути аларм	20	5	42,0	125	388,25

*Радна вредност коте „0“=387,00 mm



Слика 83. Вредности критеријума алармирања на профилу ХС Каран

9.2.3 Анализе нивоа алармирања на профилу ХС Стапари (Ђетиња)

На реци Ђетињи, на профилу планиране ХС Стапари су дефинисани критеријуми за алармирање на бази дефинисаних вредности протицаја великих вода одређене вероватноће појаве и коресподентних нивоа који су резултат хидрауличких анализа на овом профилу. Вредности протицаја и нивоа који представљају критеријуме алармирања на профилу ХС Стапари су приказани у наредној табели и слици.

Табела 53. Вредности пикова великих вода на профилу ХС Стапари

	p	T	Q _{max}	H*	Z*
	(%)	(год)	(m³/s)	(cm)	(mm)
црвени аларм	5	20	104	159	515,09
наранџасти аларм	10	10	77	133	514,83
жути аларм	20	5	55	108	514,58

*Радна вредност коте „0“=513,50 mm

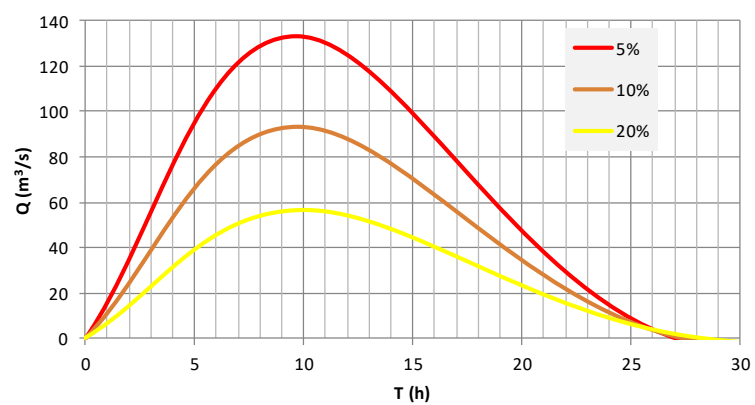
9.2.4 Анализе нивоа алармирања на профилу купалишта у Ужицу (Ђетиња)

На реци Ђетињи, на профилу купалишта након улива Волујца су дефинисани критеријуми за алармирање на бази дефинисаних вредности протицаја великих вода одређене вероватноће појаве и коресподентних нивоа који су резултат хидрауличких анализа на овом профилу. Вредности протицаја и нивоа који представљају критеријуме алармирања на профилу купалишта су приказани у наредној табели и слици.

Табела 54. Вредности пикова великих вода на профилу купалишта на реци Ђетињи након улива Волујца

	p	T	Q _{max}	H*	Z*
	(%)	(год)	(m³/s)	(cm)	(mm)
црвени аларм	5	20	133,3	72	407,22
наранџасти аларм	10	10	93,4	53	407,03
жути аларм	20	5	56,9	32	406,82

*Радна вредност коте „0“=406,50 mm



Слика 84. Вредности критеријума алармирања на на профилу купалишта на реци Ђетињи након улива Волујца

10. ПОСТАВКЕ ОСМАТРАЧКОГ СИСТЕМА – СПЕЦИФИКАЦИЈА ОПРЕМЕ

У оквиру осматрачког система за метеоролошке и хидролошке појаве које утичу на формирање поплава на територији Града Ужица, биће инсталиране:

1 (једна) аутоматска метеоролошка станица, која ће да мери:

- Брзину и правац ветра на стубу висине 10m
- Температуру ваздуха
- Влажност ваздуха
- Притисак
- Сунчево зрачење
- Падавине
- Температуру на 5cm од тла

3 (три) аутоматске климатолошке станице, које ће да мере:

- Брзину и правац ветра на 2m
- Температуру ваздуха
- Влажност ваздуха
- Притисак
- Падавине

3 (три) аутоматске падавинске станице, које ће да мере:

- Температуру ваздуха
- Влажност ваздуха
- Падавине

3 (три) сензора за мерење нивоа воде у токовима и

3 (три) водомерне летве за контролу и калибрисање сензора за мерење нивоа воде.

10.1 Мерна опрема - техничке карактеристике

10.1.1 Аутоматска метеоролошка станица са пратећом опремом

Station and sensor		Pieces
AUTOMATIC METEOROLOGICAL STATION, pluviometer, air temperature and humidity, air temperature at 5cm above the ground, air pressure, wind direction and speed, solar radiation, snow depth		1
SENSORS-General requiriments		
<i>All the sensors must be interchangeable. All sensors shall be independently operated by the electronics and data processing unit so that a possible failure of any of the sensors shall not affect the performance of the remaining sensors. The sensors must be tested to correctly operate in the system, and to fulfil all requirements of WMO manuals. All sensors must be able to operate in environmental conditions as specified and the required performance must be reached over the whole measurement and operational temperature range.</i>		
PLUVIOMETER, RAIN GAUGE / HEATED		1
General description	The precipitation shall be measured by a weighing gauge type of sensor . Compatible with WMO Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation (WMO-No.8). The rain gauge shall be fabricated of corrosion resistant and rugged material and be suitable for both solid and liquid precipitation. Pluviometer should be install on separate galvanized mast, in a such a way that rim of the sensor is at 1.5 meters from the ground. Sensor's rim must be heated.	
	Rain gauge should be completely insulated and the crown should be monitored by dedicated thermometers	
	The funnel, the crown and the weighting group will be equipped with thermal resistances which heat the rain-gauge	
Collection surface area	200 cm ²	
Measurement range -Amount (daily)	0 to 500 mm	
Resolution Amount	0,1 mm of rain, as minimum	
Accuracy Amount	± 0.1 mm with temperature range -25°C to +45°C	
Required measrement unertainty	0,1mm for ≤ 5mm, and 2% for >5mm	
Achievable measrement unertainty	5% or 0,1mm, as minimum	
Measurement range -Intesity	0,05 mm/h up to 1000mm/h	
Resolution Intensity	0,01 mm/h, as minimum	
Accuracy Intensity	± 0.1 mm/min with temperature range -25°C to +45°C	

Able to measure rain intensity at regular intervals	1 minute as minimum	
Bucket capacity	minimum 1400 mm	
Sampling interval	Configurable from 1 minute to 1 hour through data logger	
Operating temperature	-40°C to + 60 °C	
Protected class	minimum IP65	
AIR TEMPERATURE SENSOR AND AIR TEMPERATURE AT 5CM ABOVE THE GROUND		2
General description	Air temperature must be measured using standard Pt-100 1/5 DIN CLASS A. Sensor should be pre-calibrated and shall not require field re-setting. <u>Temperature and humidity measurement should be combined in one sensor unit,</u> with shield, natural ventilated.	
Measurement range	- 40°C to +60°C	
Resolution	0.1 °C or less	
Accuracy	±0.2 °C, or beter	
Operating conditions	-40°C to +60 °C and 0 to 100 % R.H.	
RELATIVE HUMIDITY SENSOR		1
General description	Relative humidity shall be measured with a thin film type capacitance sensor. The sensor must be protected from pollution by an appropriate, exchangeable filter. Different tehcnical solutions for both air temperature and relative humidity may be accepted. The sensor shall be easy detachable to allow quick replacement in the field, with shield, natural ventilated.	
Measurement range	0 to 100% R.H.(relative humidity)	
Accuracy	± 2% from 0 to 100RH	
Response time	<15s	
Resolution 1 % RH	1.0 % RH	
Long term stability	±2 % RH/year	
Operating range	- 40°C to +60 °C	
AIR PRESSURE (BAROMETRIC) SENSOR		1
General description	Fully electronic technology, or MEMS sensor - capacitive reliability and accuracy of measurement under any weather conditions and in presence of mechanical vibrations.	

	Extreme (gust wind) of the wind to determine by Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation WMO-No.8 CHAPTER 5. MEASUREMENT OF SURFACE WIND 5.8.3 Recommendations for the design of wind-measuring systems. Software must ensure the calculation, sending and archiving of gusts wind data.	
Measuring range	600 to 1100 hPa	
Resolution.	0.0011% Full Scale(FS) or beter of 0.1hPa	
Accuracy	±0.2 hPa or ±0.02% RH	
Long-term stability	±0.25 hPa/year	
Operating range	-40 °C to +60 °C	
WIND SENSOR		1
General description	The Wind Sensor shall use ultrasound measurement to determine horizontal speed and direction of the wind. Sensor heating is mandatory.	
–Wind speed:		
Measurement range	0 to 75m/s	
Resolution	0.1m/s	
Accuracy	± 0.5 m/s below 5 m/s, 10 % above 5 m/s	
Operating temperature	- 40°C to + 60 °C	
- Wind direction		
Measurement range	0 to 360°	
Resolution	3° or better	
Accuracy	±5° or better	
Threshold value	0.3m/s or better	
Operating temperature	-40°C to + 60 °C	
Protected class	IP66	
Watertight connectors;	Connecting cables sheltered in stainless steel support arms for total protection	
METEOROLOGICAL MAST		1
General description	10 meters high vertical tilting mast . The Mast shall be sufficient to securely mount the wind sensor(s) at 10 meters <u>+0.1 meter</u> in height, and all other sensors.	
	The mast shall include arms for sensors.	
	The mast shall include horizontal tube and arms for solar panel.	

	The mast shall include lightning protection (rod) and electrical grounding.	
	Galvanized steel protection (or other stainless material) , tilting mast, withstanding min. 75 m/s gusts.	
GLOBAL SOLAR RADIATION SENSOR (2nd class)		1
Spectral range	300 to 2800 nm	
Measurement range	0 to 24h	
Response time	Less than 30s	
Sensitivity	5-20 $\mu\text{V}/\text{Wm}^2$	
Maximum solar irradiance	2000 W/m^2	
Operating temperature	-40°C to +60 °C	
SNOW DEPTH SENSOR		1
Measurement range	0 ... 10 m	
Accuracy	0.1 % (FS)	
Resolution	1 mm	
Measurement principle	Ultrasonic	
Non-linearity	$\leq 0.15 \%$	
Minimum distance to the maximum expected snow depth	1 m	
DATA LOGGER		1
General features	Data logger especially designed for hydrometeorology and environmental measurements; Well proven and widely used model, produced by a primary brand name and tested in a large number of installations; Well-documented and versatile architecture allowing multiple third party extensions and sensors; Multi-tasking operating system capable to simultaneously log data and transmit data; Change of configuration should not affect stored logged data; Individual recording intervals for each channel; User configurable alarms (triggering); Must be compatible with all sensors which will be delivered and connected to the data logger to enable full operation of the system; Should be able to power up sensors, modem or other peripherals such as IP camera, at fixed arbitrary intervals defined by the user; Should be well documented to allow user to perform sensor installation, configuration and firmware update	

EMC standards	In accordance with IEC EN 61000-4-2,3,4,5,6,8 standards; The system must be compliant with all the applicable CE directives and standards or equivalent standards or directives in particular recipient country.	
Time synchronization	With GSM and GPRS (internet based time servers)	
EMC standards	In accordance with IEC EN 61000-4-2,3,4,5,6,8 standards; The system must be compliant with all the applicable CE directives and standards or equivalent standards or directives in particular recipient country.	
Data Memory	RAM fifo memory 4Mb up to 1.100.000 values and the possibility to use hand flash memory on USB; capable to store at least 6 months of data on hourly basis (all sensors).	
Display and input unit	LCD display legible in direct sunlight; keypad or equivalent input unit	
Communication Ports	USB and/or RS-232	
Number of channels	16 logical, (digital, impulse and/or analog)	
Serial input	RS232; RS422/485, SDI-12	
SDI-12 ports	Min. 1	
RS485 ports	Min. 1	
Analog input/output	Configurable analog, digital input/output	
Data exchange protocols	TCP-IP, FTP, SMTP, HTTP, MODBUS, DHCP, DNS, SLIP, PPP.; -Should be able to push data via GSM/GPRS/3G via FTP protocol; - Should be able to send data in preselected well documented format or standard format: ASCII, ZRXP, CSV, ...Transmission of encrypted data: HTTPS (TLS 1.2)	
Housing	IP41	
Monitoring of battery voltage level	Yes	
Power supply	9.0 – 28 VDC	
Remote configuration	Possibility for offline remote configuration (server based; i.e. logger can execute XML-commands that are generated on a server. Every time it connects to a server, it checks whether a new command is available and executes it, e.g. for firmware update or configuration change). Integrated web browser	
Operating conditions	from -40 to +70 degrees °C and 0% to 95% R.H.	
System Clock	The station must have a Real Time Clock (RTC) protected against power losses	
	The system must be able to operate in UTC	
	In addition, it must be possible to adjust the RTC using at least the following methods: -Locally via terminal commands; -Remote commands over a network; -Automatically from a central data collections system or a	

	server; -Automatically from a central data collections system or an NTP server .	
POWER SUPPLY UNIT		1
General description	Power control unit for power supply of data logger, modems and sensors. It must be possible to power the system from mains network, or with solar panels or with other renewable sources. In both cases the system should include rechargeable, sealed and maintenance free backup batteries sufficient for keeping the station running at least for 30 days without recharging. The backup batteries must have a charge regulator with protection against battery overcharge or deep discharge. The charger must have an indication of the battery condition and charging state. Power control unit for use with solar power cells. Including the auxiliary input from 12 DC with automatic battery charging and with all connecting cables. Power indicator connected to data logger as one of measured channels	
Solar panel power	Minimum 40W	
Lead-acid battery	Minimum 24Ah; with gel, hermetic closed	
	Lightning protection module for solar power supply	
	Overload and lightning protection module for sensor inputs	
	Deep discharge protection for battery	
Operating temperature	-40° to +60° C	
MOBILE NETWORK COMMUNICATION UNIT		1
General description	GPS/GPRS MODEM Quad Band EDGE Class 33, Quad Band GPRS Class 12	
	Programmable	
	Be able to concurrently use GSM and GPRS Service	
	Integrated TCP/IP stack	
Download speed	Up to 7,2 Mbit/s HSPA+	
Input-Output	Input-Output: RS232	
Operating range	-40 to +60 °C	
Accessories	GSM high gain bar antenna for external mounting with cable min. 5 m	
Software	Accompanying communication and configuration software for the modem	
CABINET OR CASING, CARPENTRY		1
General description	Weather proof protection housing minimum IP66 for outdoor installation with door lock; with parts for assembly	

	Anti-vandalism cabinet protection;	
	Stainless steel arms and mounting carpentry;	
SOFTWARE		1
	The system shall be shipped with PC-based setup software to allow an user-friendly configuration and modification of all system parameters and operation	
	The software must be able to configure at least the following features and functions: -Sensors to be connected into the system; -Measurement intervals for each sensor; -Sensor powering; -Calculations; -Data logging; -Output and messages; -Communication; -Alarms; -Software must ensure the calculation, sending and archiving of gusts wind data;	
	Microsoft Windows software for system configuration, communication and automatic data acquisition;	
	English language version;	
	All required licenses included;	
	System integrity check procedures.	
DOCUMENTATION		
General description	User manual, installation, repair, maintenance and operation instructions for datalogger and sensors;	
	Certificates for Standard Compliance;	
	All sensors must have a certificate of calibration accredited laboratories	
	All documents must be provided in English language	
INSTALLATION		
General	Bidder will provide the installation of the Supplies. Bidder shall be responsible for the transport and unloading of the Supplies to the site locations.	
START UP, CALIBRATION AND TESTING		
Site Acceptance Test (SAT) and Operational Test (OT)	The Supplies are considered to have been finally accepted when the Supplier has successfully installed the appropriate equipment, and software, and when the Site Acceptance Test (SAT) and Operational Test (OT) where carried out.	
	The Site Acceptance Test (SAT) and Operational Test (OT) will be carried out by the Supplier in accordance with Supplier's standard and acceptance test procedures. SAT and OT will be supervised by the Beneficiary or the Buyer.	

TRAINING OF OPERATORS		
	The Supplier will provide a minimum of 2 day user training at the user premises.	
WARRANTY		
General description	Minimum 12-month warranty on the Supplies, starting from the date of the acceptance of the Supplies by the Buyer.	
	The Beneficiary will incur no costs during the warranty.	

10.1.2 Аутоматска климатолошка станица са пратећом опремом

Station and sensor		Pieces
AUTOMATIC CLIMATOLOGICAL STATION, pluviometer, air temperature and humidity, air pressure, wind direction and speed		3
SENSORS-General requirments		
<i>All the sensors must be interchangeable. All sensors shall be independently operated by the electronics and data processing unit so that a possible failure of any of the sensors shall not affect the performance of the remaining sensors. The sensors must be tested to correctly operate in the system, and to fulfil all requirements of WMO manuals. All sensors must be able to operate in environmental conditions as specified and the required performance must be reached over the whole measurement and operational temperature range.</i>		
PLUVIOMETER, RAIN GAUGE / HEATED		3
General description	The precipitation shall be measured by a weighing gauge type of sensor . Compatible with WMO Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation (WMO-No.8). The rain gauge shall be fabricated of corrosion resistant and rugged material and be suitable for both solid and liquid precipitation. Pluviometer should be install on separate galvanized mast, in a such a way that rim of the sensor is at 1.5 meters from the ground. Sensor's rim must be heated.	
	Rain gauge should be completely insulated and the crown should be monitored by dedicated thermometers	
	The funnel, the crown and the weighting group will be equipped with thermal resistances which heat the rain-gauge	
Collection surface area	200 cm ²	
Measurement range -Amount (daily)	0 to 500 mm	
Resolution Amount	0,1 mm of rain, as minimum	
Accuracy Amount	± 0.1 mm with temperature range -25°C to +45°C	

Required measurement uncertainty	0,1mm for ≤ 5 mm, and 2% for >5 mm	
Achievable measurement uncertainty	5% or 0,1mm, as minimum	
Measurement range -Intensity	0,05 mm/h up to 1000mm/h	
Resolution Intensity	0,01 mm/h, as minimum	
Accuracy Intensity	± 0.1 mm/min with temperature range -25°C to +45°C	
Able to measure rain intensity at regular intervals	1 minute as minimum	
Bucket capacity	minimum 1400 mm	
Sampling interval	Configurable from 1 minute to 1 hour through data logger	
Operating temperature	-40°C to + 60 °C	
Protected class	minimum IP65	
AIR TEMPERATURE SENSOR		3
General description	Air temperature must be measured using standard Pt-100 1/5 DIN CLASS A. Sensor should be pre-calibrated and shall not require field re-setting. <u>Temperature and humidity measurement should be combined in one sensor unit,</u> with shield, natural ventilated.	
Measurement range	- 40°C to +60°C	
Resolution	0.1 °C or less	
Accuracy	± 0.2 °C, or beter	
Operating conditions	-40°C to +60 °C and 0 to 100 % R.H.	
RELATIVE HUMIDITY SENSOR		3
General description	Relative humidity shall be measured with a thin film type capacitance sensor. The sensor must be protected from pollution by an appropriate, exchangeable filter. Different tehcnical solutions for both air temperature and relative humidity may be accepted. The sensor shall be easy detachable to allow quick replacement in the field, with shield, natural ventilated.	
Measurement range	0 to 100% R.H.(relative humidity)	
Accuracy	$\pm 2\%$ from 0 to 100RH	

Response time	<15s	
Resolution 1 % RH	1.0 % RH	
Long term stability	±2 % RH/year	
Operating range	- 40°C to +60 °C	
AIR PRESSURE (BAROMETRIC) SENSOR		3
General description	Fully electronic technology, or MEMS sensor - capacitive reliability and accuracy of measurement under any weather conditions and in presence of mechanical vibrations.	
Measuring range	600 to 1100 hPa	
Resolution.	0.0011% Full Scale(FS) or better of 0.1hPa	
Accuracy	±0.2 hPa or ±0.02% RH	
Long-term stability	±0.25 hPa/year	
Operating range	-40 °C to +60 °C	
WIND SENSOR		3
General description	The Wind Sensor shall use ultrasound measurement to determine horizontal speed and direction of the wind. Sensor heating is mandatory.	
–Wind speed:		
Measurement range	0 to 75m/s	
Resolution	0.1m/s	
Accuracy	± 0.5 m/s below 5 m/s, 10 % above 5 m/s	
Operating temperature	- 40°C to + 60 °C	
- Wind direction		
Measurement range	0 to 360°	
Resolution	3° or better	
Accuracy	±5° or better	
Threshold value	0.3m/s or better	
Operating temperature	-40°C to + 60 °C	
Protected class	IP66	
Watertight connectors;	Connecting cables sheltered in stainless steel support arms for total protection	
METEOROLOGICAL MAST		3

General description	2.5 meters high vertical tilting mast . The Mast shall be sufficient to securely mount the wind sensor(s) at 2.2 meters <u>±</u> 0.1 meter in height, and all other sensors.	
	The mast shall include arms for sensors.	
	The mast shall include horizontal tube and arms for solar panel.	
	The mast shall include lightning protection (rod) and electrical grounding.	
	Galvanized steel protection (or other stainless material) , tilting mast, withstanding min. 75 m/s gusts.	
DATA LOGGER		3
General features	Data logger especially designed for hydrometeorology and environmental measurements; Well proven and widely used model, produced by a primary brand name and tested in a large number of installations; Well-documented and versatile architecture allowing multiple third party extensions and sensors; Multi-tasking operating system capable to simultaneously log data and transmit data; Change of configuration should not affect stored logged data; Individual recording intervals for each channel; User configurable alarms (triggering); Must be compatible with all sensors which will be delivered and connected to the data logger to enable full operation of the system; Should be able to power up sensors, modem or other peripherals such as IP camera, at fixed arbitrary intervals defined by the user; Should be well documented to allow user to perform sensor installation, configuration and firmware update	
EMC standards	In accordance with IEC EN 61000-4-2,3,4,5,6,8 standards; The system must be compliant with all the applicable CE directives and standards or equivalent standards or directives in particular recipient country.	
Time synchronization	With GSM and GPRS (internet based time servers)	
Data Memory	RAM fifo memory 4Mb up to 1.100.000 values and the possibility to use hand flash memory on USB; capable to store at least 6 months of data on hourly basis (all sensors).	
Display and input unit	LCD display legible in direct sunlight; keypad or equivalent input unit	
Communication Ports	USB and/or RS-232	
Number of channels	16 logical, (digital, impulse and/or analog)	
Serial input	RS232; RS422/485, SDI-12	
SDI-12 ports	Min. 1	
RS485 ports	Min. 1	
Analog input/output	Configurable analog, digital input/output	

Data exchange protocols	TCP- IP, FTP, SMTP, HTTP, MODBUS, DHCP, DNS, SLIP, PPP.; -Should be able to push data via GSM/GPRS/3G via FTP protocol; - Should be able to send data in preselected well documented format or standard format: ASCII, ZRXP, CSV, ...Transmission of encrypted data: HTTPS (TLS 1.2)	
Housing	IP41	
Monitoring of battery voltage level	Yes	
Power supply	9.0 – 28 VDC	
Remote configuration	Possibility for offline remote configuration (server based;. i.e. logger can execute XML-commands that are generated on a server. Every time it connects to a server, it checks whether a new command is available and executes it, e.g. for firmware update or configuration change). Integrated web browser	
Operating conditions	from -40 to +70 degrees °C and 0% to 95% R.H.	
System Clock	The station must have a Real Time Clock (RTC) protected against power losses	
	The system must be able to operate in UTC	
	In addition, it must be possible to adjust the RTC using at least the following methods: -Locally via terminal commands; -Remote commands over a network; -Automatically from a central data collections system or a server; -Automatically from a central data collections system or an NTP server .	
POWER SUPPLY UNIT		3
General description	Power control unit for power supply of data logger, modems and sensors. It must be possible to power the system from mains network, or with solar panels or with other renewable sources. In both cases the system should include rechargeable, sealed and maintenance free backup batteries sufficient for keeping the station running at least for 30 days without recharging. The backup batteries must have a charge regulator with protection against battery overcharge or deep discharge. The charger must have an indication of the battery condition and charging state.Power control unit for use with solar power cells. Including the auxiliary input from 12 DC with automatic battery charging and with all connecting cables. Power indicator connected to data logger as one of measured channels	
Solar panel power	Minimum 40W	
Lead-acid battery	Minimum 24Ah; with gel, hermetic closed	
	Lightning protection module for solar power supply	

	Overload and lightning protection module for sensor inputs	
	Deep discharge protection for battery	
Operating temperature	-40° to +60° C	
MOBILE NETWORK COMMUNICATION UNIT		3
General description	GPS/GPRS MODEM Quad Band EDGE Class 33, Quad Band GPRS Class 12	
	Programmable	
	Be able to concurrently use GSM and GPRS Service	
	Integrated TCP/IP stack	
Download speed	Up to 7,2 Mbit/s HSPA+	
Input-Output	Input-Output: RS232	
Operating range	-40 to +60 °C	
Accessories	GSM high gain bar antenna for external mounting with cable min. 5 m	
Software	Accompanying communication and configuration software for the modem	
CABINET OR CASING, CARPENTRY		3
General description	Weather proof protection housing minimum IP66 for outdoor installation with door lock; with parts for assembly	
	Anti-vandalism cabinet protection;	
	Stainless steel arms and mounting carpentry;	
SOFTWARE		
	The system shall be shipped with PC-based setup software to allow an user-friendly configuration and modification of all system parameters and operation	
	The software must be able to configure at least the following features and functions: -Sensors to be connected into the system; -Measurement intervals for each sensor; -Sensor powering; -Calculations; -Data logging; -Output and messages; -Communication; -Alarms;` -Software must ensure the calculation, sending and archiving of gusts wind data	
	Microsoft Windows software for system configuration, communication and automatic data acquisition;	
	English language version;	
	All required licenses included;	

	System integrity check procedures.	
DOCUMENTATION		
General description	User manual, installation, repair, maintenance and operation instructions for datalogger and sensors;	
	Certificates for Standard Compliance;	
	All sensors must have a certificate of calibration accredited laboratories	
	All documents must be provided in English language	
INSTALLATION		
General	Bidder will provide the installation of the Supplies. Bidder shall be responsible for the transport and unloading of the Supplies to the site locations.	
START UP, CALIBRATION AND TESTING		
Site Acceptance Test (SAT) and Operational Test (OT)	The Supplies are considered to have been finally accepted when the Supplier has successfully installed the appropriate equipment, and software, and when the Site Acceptance Test (SAT) and Operational Test (OT) where carried out.	
	The Site Acceptance Test (SAT) and Operational Test (OT) will be carried out by the Supplier in accordance with Supplier's standard and acceptance test procedures. SAT and OT will be supervised by the Beneficiary or the Buyer.	
TRAINING OF OPERATORS		
	The Supplier will provide a minimum of 2 day user training at the user premises.	
WARRANTY		
General description	Minimum 12-month warranty on the Supplies, starting from the date of the acceptance of the Supplies by the Buyer.	
	The Beneficiary will incur no costs during the warranty.	

10.1.3 Аутоматска падавинска станица са пратећом опремом

Station and sensor		Pieces
AUTOMATIC PRECIPITATION STATION, pluviometer, air temperature and humidity		3
<i>SENSORS-General requiriments</i>		
<i>All the sensors must be interchangeable. All sensors shall be independently operated by the electronics and data processing unit so that a possible failure of any of the sensors shall not affect the performance of the remaining sensors. The sensors must be tested to correctly operate in the system, and to <u>fulfil all requirements of WMO manuals</u>. All sensors must be able to operate in environmental conditions as specified and the required performance must be reached over the whole measurement and operational temperature range.</i>		
PLUVIOMETER, RAIN GAUGE / HEATED		3
General description	The precipitation shall be measured by a <u>weighing gauge type of sensor</u> . Compatible with WMO Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation (WMO-No.8). The rain gauge shall be fabricated of corrosion resistant and rugged material and be suitable for both solid and liquid precipitation. Pluviometer should be install on separate galvanized mast, in a such a way that rim of the sensor is at 1.5 meters from the ground. Sensor's rim must be heated.	
	Rain gauge should be completely insulated and the crown should be monitored by dedicated thermometers	
	The funnel, the crown and the weighting group will be equipped with thermal resistances which heat the rain-gauge	
Collection surface area	200 cm ²	
Measurement range -Amount (daily)	0 to 500 mm	
Resolution Amount	0,1 mm of rain, as minimum	
Accuracy Amount	± 0.1 mm with temperature range -25°C to +45°C	
Required measurement uncertainty	0,1mm for ≤ 5mm, and 2% for>5mm	
Achievable measurement uncertainty	5% or 0,1mm, as minimum	
Measurement range -Intensity	0,05 mm/h up to 1000mm/h	
Resolution Intensity	0,01 mm/h, as minimum	
Accuracy Intensity	± 0.1 mm/min with temperature range -25°C to +45°C	

Able to measure rain intensity at regular intervals	1 minute as minimum	
Bucket capacity	minimum 1400 mm	
Sampling interval	Configurable from 1 minute to 1 hour through data logger	
Operating temperature	-40°C to + 60 °C	
Protected class	minimum IP65	
AIR TEMPERATURE SENSOR		3
General description	Air temperature must be measured using standard Pt-100 1/5 DIN CLASS A. Sensor should be pre-calibrated and shall not require field re-setting. <u>Temperature and humidity measurement should be combined in one sensor unit,</u> with shield, natural ventilated.	
Measurement range	- 40°C to +60°C	
Resolution	0.1 °C or less	
Accuracy	±0.2 °C, or beter	
Operating conditions	-40°C to +60 °C and 0 to 100 % R.H.	
RELATIVE HUMIDITY SENSOR		3
General description	Relative humidity shall be measured with a thin film type capacitance sensor. The sensor must be protected from pollution by an appropriate, exchangeable filter. Different tehcnical solutions for both air temperature and relative humidity may be accepted. The sensor shall be easy detachable to allow quick replacement in the field, with shield, natural ventilated.	
Measurement range	0 to 100% R.H.(relative humidity)	
Accuracy	± 2% from 0 to 100RH	
Response time	<15s	
Resolution 1 % RH	1.0 % RH	
Long term stability	±2 % RH/year	
Operating range	- 40°C to +60 °C	
METEOROLOGICAL MAST		3
General description	2.2 meters high vertical tilting mast . The Mast shall be sufficient to securely mount all other sensors.	

	The mast shall include arms for sensors.	
	The mast shall include horizontal tube and arms for solar panel.	
	The mast shall include lightning protection (rod) and electrical grounding.	
	Galvanized steel protection (or other stainless material) , tilting mast, withstanding min. 75 m/s gusts.	
DATA LOGGER		3
General features	Data logger especially designed for hydrometeorology and environmental measurements; Well proven and widely used model, produced by a primary brand name and tested in a large number of installations; Well-documented and versatile architecture allowing multiple third party extensions and sensors; Multi-tasking operating system capable to simultaneously log data and transmit data; Change of configuration should not affect stored logged data; Individual recording intervals for each channel; User configurable alarms (triggering); Must be compatible with all sensors which will be delivered and connected to the data logger to enable full operation of the system; Should be able to power up sensors, modem or other peripherals such as IP camera, at fixed arbitrary intervals defined by the user; Should be well documented to allow user to perform sensor installation, configuration and firmware update	
EMC standards	In accordance with IEC EN 61000-4-2,3,4,5,6,8 standards; The system must be compliant with all the applicable CE directives and standards or equivalent standards or directives in particular recipient country.	
Time synchronization	With GSM and GPRS (internet based time servers)	
Data Memory	RAM fifo memory 4Mb up to 1.100.000 values and the possibility to use hand flash memory on USB; capable to store at least 6 months of data on hourly basis (all sensors).	
Display and input unit	LCD display legible in direct sunlight; keypad or equivalent input unit	
Communication Ports	USB and/or RS-232	
Number of channels	16 logical, (digital, impulse and/or analog)	
Serial input	RS232; RS422/485, SDI-12	
SDI-12 ports	Min. 1	
RS485 ports	Min. 1	
Analog input/output	Configurable analog, digital input/output	
Data exchange protocols	TCP- IP, FTP, SMTP, HTTP, MODBUS, DHCP, DNS, SLIP, PPP.; -Should be able to push data via GSM/GPRS/3G via FTP protocol; -	

	Should be able to send data in preselected well documented format or standard format: ASCII, ZRXP, CSV, ...Transmission of encrypted data: HTTPS (TLS 1.2)	
Housing	IP41	
Monitoring of battery voltage level	Yes	
Power supply	9.0 – 28 VDC	
Remote configuration	Possibility for offline remote configuration (server based;. i.e. logger can execute XML-commands that are generated on a server. Every time it connects to a server, it checks whether a new command is available and executes it, e.g. for firmware update or configuration change). Integrated web browser	
Operating conditions	from -40 to +70 degrees °C and 0% to 95% R.H.	
System Clock	The station must have a Real Time Clock (RTC) protected against power losses	
	The system must be able to operate in UTC	
	In addition, it must be possible to adjust the RTC using at least the following methods: -Locally via terminal commands; -Remote commands over a network; -Automatically from a central data collections system or a server; -Automatically from a central data collections system or an NTP server .	
POWER SUPPLY UNIT		3
General description	Power control unit for power supply of data logger, modems and sensors. It must be possible to power the system from mains network, or with solar panels or with other renewable sources. In both cases the system should include rechargeable, sealed and maintenance free backup batteries sufficient for keeping the station running at least for 30 days without recharging. The backup batteries must have a charge regulator with protection against battery overcharge or deep discharge. The charger must have an indication of the battery condition and charging state.Power control unit for use with solar power cells. Including the auxiliary input from 12 DC with automatic battery charging and with all connecting cables. Power indicator connected to data logger as one of measured channels	
Solar panel power	Minimum 40W	
Lead-acid battery	Minimum 24Ah; with gel, hermetic closed	
	Lightning protection module for solar power supply	
	Overload and lightning protection module for sensor inputs	
	Deep discharge protection for battery	

Operating temperature	-40° to +60° C	
MOBILE NETWORK COMMUNICATION UNIT		3
General description	GPS/GPRS MODEM Quad Band EDGE Class 33, Quad Band GPRS Class 12	
	Programmable	
	Be able to concurrently use GSM and GPRS Service	
	Integrated TCP/IP stack	
Download speed	Up to 7,2 Mbit/s HSPA+	
Input-Output	Input-Output: RS232	
Operating range	-40 to +60 °C	
Accessories	GSM high gain bar antenna for external mounting with cable min. 5 m	
Software	Accompanying communication and configuration software for the modem	
CABINET OR CASING, CARPENTRY		3
General description	Weather proof protection housing minimum IP66 for outdoor installation with door lock; with parts for assembly	
	Anti-vandalism cabinet protection;	
	Stainless steel arms and mounting carpentry;	
SOFTWARE		
	The system shall be shipped with PC-based setup software to allow an user-friendly configuration and modification of all system parameters and operation	
	The software must be able to configure at least the following features and functions: -Sensors to be connected into the system; -Measurement intervals for each sensor; -Sensor powering; -Calculations; -Data logging; -Output and messages; -Communication; -Alarms;`	
	Microsoft Windows software for system configuration, communication and automatic data acquisition;	
	English language version;	
	All required licenses included;	
	System integrity check procedures.	
DOCUMENTATION		
General description	User manual, installation, repair, maintenance and operation instructions for datalogger and sensors;	

	Certificates for Standard Compliance;	
	All sensors must have a certificate of calibration accredited laboratories	
	All documents must be provided in English language	
INSTALLATION		
General	Bidder will provide the installation of the Supplies. Bidder shall be responsible for the transport and unloading of the Supplies to the site locations.	
START UP, CALIBRATION AND TESTING		
Site Acceptance Test (SAT) and Operational Test (OT)	The Supplies are considered to have been finally accepted when the Supplier has successfully installed the appropriate equipment, and software, and when the Site Acceptance Test (SAT) and Operational Test (OT) where carried out.	
	The Site Acceptance Test (SAT) and Operational Test (OT) will be carried out by the Supplier in accordance with Supplier's standard and acceptance test procedures. SAT and OT will be supervised by the Beneficiary or the Buyer.	
TRAINING OF OPERATORS		
	The Supplier will provide a minimum of 2 day user training at the user premises.	
WARRANTY		
General description	Minimum 12-month warranty on the Supplies, starting from the date of the acceptance of the Supplies by the Buyer.	
	The Beneficiary will incur no costs during the warranty.	

10.1.4 Хидролошке станице

Station ans sensor		Pieces
AUTOMATIC HYDROLOGICAL STATION (RADAR LEVEL SENSOR)		3
General description	The RLS is a non-contact radar level sensor with pulse radar technology. The RLS offers a large measurement range with a small blanking distance and narrow beam width.	
	Lockable control cabinet with power supply as well as with the IP data logger for saving and remotely transferring hydrological data	
RADAR LEVEL SENSOR		3

Parameters measured	Water level / distance to water	
Measurement technology	Non-contact pulse radar	
Measurement range	min. 0.5 to 35 m	
Accuracy	min. 0.8 to 2 m: ± 10 mm; 2 to 30 m: ± 3 mm;	
Measuring time	max. 25 s	
Power supply	12/24 V DC;	
Interface	SDI-12, RS-485	
METEOROLOGICAL MAST		
General description	2.2 meters high vertical tilting mast. The Mast shall be sufficient to securely mount all other sensors.	
	The mast shall include arms for sensors.	
	The mast shall include horizontal tube and arms for solar panel.	
	The mast shall include lightning protection (rod) and electrical grounding.	
	Galvanized steel protection (or other stainless material) , tilting mast.	
DATA LOGGER		3
General features	Data logger especially designed for hydrometeorology and environmental measurements; Well proven and widely used model, produced by a primary brand name and tested in a large number of installations; Well-documented and versatile architecture allowing multiple third party extensions and sensors; Multi-tasking operating system capable to simultaneously log data and transmit data; Change of configuration should not affect stored logged data; Individual recording intervals for each channel; User configurable alarms (triggering); Must be compatible with all sensors which will be delivered and connected to the data logger to enable full operation of the system; Should be able to power up sensors, modem or other peripherals such as IP camera, at fixed arbitrary intervals defined by the user; Should be well documented to allow user to perform sensor installation, configuration and firmware update	
EMC standards	In accordance with IEC EN 61000-4-2,3,4,5,6,8 standards; The system must be compliant with all the applicable CE directives and standards or equivalent standards or directives in particular recipient country.	
Time synchronization	With GSM and GPRS (internet based time servers)	
Data Memory	RAM fifo memory 4Mb up to 1.100.000 values and the possibility to use hand flash memory on USB; capable to store at least 6 months of data on hourly basis (all sensors).	

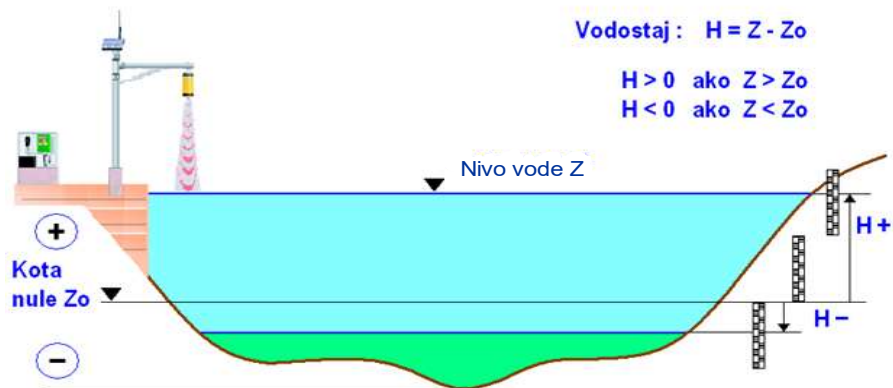
Display and input unit	LCD display legible in direct sunlight; keypad or equivalent input unit	
Communication Ports	USB and/or RS-232	
Number of channels	16 logical, (digital, impulse and/or analog)	
Serial input	RS232; RS422/485, SDI-12	
SDI-12 ports	Min. 1	
RS485 ports	Min. 1	
Analog input/output	Configurable analog, digital input/output	
Data exchange protocols	TCP-IP, FTP, SMTP, HTTP, MODBUS, DHCP, DNS, SLIP, PPP.; -Should be able to push data via GSM/GPRS/3G via FTP protocol; - Should be able to send data in preselected well documented format or standard format: ASCII, ZRXP, CSV, ...Transmission of encrypted data: HTTPS (TLS 1.2)	
Housing	IP41	
Monitoring of battery voltage level	Yes	
Power supply	9.0 – 28 VDC	
Remote configuration	Possibility for offline remote configuration (server based); i.e. logger can execute XML-commands that are generated on a server. Every time it connects to a server, it checks whether a new command is available and executes it, e.g. for firmware update or configuration change). Integrated web browser	
Operating conditions	from -40 to +70 degrees °C and 0% to 95% R.H.	
System Clock	The station must have a Real Time Clock (RTC) protected against power losses	
	The system must be able to operate in UTC	
	In addition, it must be possible to adjust the RTC using at least the following methods: -Locally via terminal commands; -Remote commands over a network; -Automatically from a central data collections system or a server; -Automatically from a central data collections system or an NTP server .	
POWER SUPPLY UNIT		3
General description	Power control unit for power supply of data logger, modems and sensors. It must be possible to power the system from mains network, or with solar panels or with other renewable sources. In both cases the system should include rechargeable, sealed and maintenance free backup batteries sufficient for keeping the station running at least for 30 days without	

	recharging. The backup batteries must have a charge regulator with protection against battery overcharge or deep discharge. The charger must have an indication of the battery condition and charging state. Power control unit for use with solar power cells. Including the auxiliary input from 12 DC with automatic battery charging and with all connecting cables. Power indicator connected to data logger as one of measured channels	
Solar panel power	Minimum 40W	
Lead-acid battery	Minimum 24Ah; with gel, hermetic closed	
	Lightning protection module for solar power supply	
	Overload and lightning protection module for sensor inputs	
	Deep discharge protection for battery	
Operating temperature	-40° to +60° C	
MOBILE NETWORK COMMUNICATION UNIT		3
General description	GPS/GPRS MODEM Quad Band EDGE Class 33, Quad Band GPRS Class 12	
	Programmable	
	Be able to concurrently use GSM and GPRS Service	
	Integrated TCP/IP stack	
Download speed	Up to 7,2 Mbit/s HSPA+	
Input-Output	Input-Output: RS232	
Operating range	-40 to +60 °C	
Accessories	GSM high gain bar antenna for external mounting with cable min. 5 m	
Software	Accompanying communication and configuration software for the modem	
CABINET OR CASING, CARPENTRY		3
General description	Weather proof protection housing minimum IP66 for outdoor installation with door lock; with parts for assembly	
	Anti-vandalism cabinet protection;	
	Stainless steel arms and mounting carpentry;	
SOFTWARE		3
	The system shall be shipped with PC-based setup software to allow an user-friendly configuration and modification of all system parameters and operation	

	The software must be able to configure at least the following features and functions: -Sensors to be connected into the system; -Measurement intervals for each sensor; -Sensor powering; -Calculations; -Data logging; -Output and messages; -Communication; -Alarms;	
	Microsoft Windows software for system configuration, communication and automatic data acquisition;	
	English language version;	
	All required licenses included;	
	System integrity check procedures.	
DOCUMENTATION		
General description	User manual, installation, repair, maintenance and operation instructions for datalogger and sensors;	
	Certificates for Standard Compliance;	
	All sensors must have a certificate of calibration accredited laboratories	
	All documents must be provided in English language	
INSTALLATION		
General	Bidder will provide the installation of the Supplies. Bidder shall be responsible for the transport and unloading of the Supplies to the site locations.	
START UP, CALIBRATION AND TESTING		
Site Acceptance Test (SAT) and Operational Test (OT)	The Supplies are considered to have been finally accepted when the Supplier has successfully installed the appropriate equipment, and software, and when the Site Acceptance Test (SAT) and Operational Test (OT) where carried out.	
	The Site Acceptance Test (SAT) and Operational Test (OT) will be carried out by the Supplier in accordance with Supplier's standard and acceptance test procedures. SAT and OT will be supervised by the Beneficiary or the Buyer.	
TRAINING OF OPERATORS		
	The Supplier will provide a minimum of 2 day user training at the user premises.	
WARRANTY		
General description	Minimum 12-month warranty on the Supplies, starting from the date of the acceptance of the Supplies by the Buyer.	
	The Beneficiary will incur no costs during the warranty.	

10.1.5 Водомерне летве

	STAFF GAUGES	pieces
General description	The water level represents the vertical difference between the water level and a fixed (zero) position. This fixed position is defined depending on the type of device by which measurements are made and can not be changed during the measurement period. At the location where hydrological stations are planned, water meters (vertical) must be installed. The watertight strips must be impact-resistant and resistant to weather conditions, up to 1m in length, with a total width of min. 140 mm.- max. 180 mm. Type: standard, enamelled. The staff gauges must be placed on the U-profile pillars or placed on the supporting columns of the bridge	3



Слика 85. Мерење нивоа воде



Слика 86. Тип водомерне летве

10.2 Клијентска WEB апликација

	Client WEB application	pieces
--	------------------------	--------

General description	The client WEB application should, after the correct login to the system, with the help of the user name and password, the user receives certain information that is allowed for viewing and analysis on the Server application page on the screen of his computer. The client application must have the ability to create various analyzes and reports that are required by various organizations for subsequent actions in removing deficiencies on the terrain. In order for the system to be accessible to all clients responsible for flood protection for the City of Uzice (display of WEB portals and SMS messages), the server application must operate according to the TCP / IP principle and in case of Internet protocol drop, backup communication with the server is done SMS. Messages received by TCP / IP or SMS are processed and stored in the MySQL database. Each unit in the field has a unique ID in the base. On the server side of the application, detailed analyzes of incoming data and alarms, which have arrived from remote locations, are performed. In the case of alarm messages, the server application sends electronic messages to the specified e-mail addresses, but also sends SMS to pre-assigned phone numbers. The server application is made so that users connect and receive certain data in real time via the WEB interface.	1
Technical specification	- for collecting data from measuring stations and meteorological server - for parsing input data and entering the database - for alarming - for web access to the system - Protecting access to users and rights - User settings - Selection of measuring point monitoring - Table display for the selected interval - Graphical representation of data for selected interval - Display alarm thresholds and editing - Display of generated alarms - Display intervals: daily and monthly - Software for the workstation - Access to the server and generate, and record SMS alerts	

11. ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ЗА ГРАЂЕВИНСКЕ РАДОВЕ И ИНСТАЛАЦИЈУ СТАНИЦА

Намена техничких услова

Намена услова је, да обезбеди квалитетно инсталирање опреме у сагласности са техничким прописима и стандардима. Због тога је извођач обавезан, да их се стриктно придржава и да све радове који су предмет ове Студије, изводи у сагласности са техничким условима, техничким извештајем, избором мерних станица и пројектима за постављање мерних станица. Због тога су понуђачи обавезни и да понуђеним ценама обухвате све трошкове, који су овим условима прописани да уђу у јединичне цене.

Садржај техничких услова

Технички услови су израђени за све позиције радова које су обухваћене овом Студијом. Уколико се на евентуалне непредвиђене радове због њихове специфичности не могу применити одредбе постојећих услова, обрађивач Студије ће израдити потребну допуну ових услова.

Радови предвиђени овом Студијом обухватају израду пројекта грађевинске радове за инсталирање станица у сливу, грађевински радови, набавка и инсталација метеоролошких, кишомерних станица и набавка и постављање радара и водомерних летви у кориту река.

У наставку текста су дати општи и посебни технички услови са елементима технологије извођења радова, док ће се поједини детаљи дати у опису и предмеру радова.

Општи технички услови

Извођач се мора придржавати Закона о безбедности и здрављу на раду (Сл. гласник Републике Србије бр. 101/05).

Имовинско - правни односи нису предмет ове Студије, те се решавање свих имовинско - правних питања препушта инвеститору, што је његова обавеза.

Увођење извођача у рад на изградњи и постављању станица врши инвеститор након сређивања имовинско - правних односа са власницима земљишта на којима се инсталира опрема, као и са одговарајућим привременим заузећем дела земљишта које је потребно за извођење радова.

У току извођења радова извођач је дужан да се користи површинама које су обухваћене трајним заузећем због постављања станица. Свака штета нанета прекорачењем означене површине трајног заузећа површина због постављања станица, пада на терет извођача.

За све радове извођач је дужан да да гарантни рок од једне године од дана пријема радова. У том року извођач је дужан да уклони све недостатке који су последица неквалитетног извођења радова.

Јединичне цене свих позиција радова и набавке станица и опреме у предрачуну су продајне цене извођача и оне обухватају:

а) Све потребне припремне и завршне радове које обухватају квалитетно и у целини завршен посао.

б) Све издатке за извршење самих радова и то: радну снагу, материјал са растуром, алатом, трошкове монтаже, транспорт, режијске трошкове, издатке за друштвене доприносе, као и све друге издатке по важећим прописима за структуру цена.

в) За све станице, материјале, полуфабрикате и готове делове који ће се употребити на овим радовима извођач је дужан да поднесе надзорном органу узорке на одобрење, односно да изврши систематско испитивање и да о том испитивању поднесе надзорном органу меродавне доказе. Сва испитивања падају на терет извођача радова. Материјал који не одговара техничким условима, прописима и стандардима, не сме се уградити, а извођач је дужан да га уклони са градилишта о свом трошку.

Израда пројектне документације за грађевинске радове

Извођач је обавезан да уради техничку документацију, пројекат грађевинских радова за постављање метеоролошких, кишомernih станица, радара и водомерних летви и пре почетка радова обавести инвеститора и РХМЗ.

Пре почетка извођења радова на објектима за инсталацију метеоролошких станица, кишомера, радара и водомерних летви, извођач радова мора да добије сагласност од Инвеститора и РХМЗ-а на урађену пројектну документацију.

Уколико пројекат није потпун или је нетачан, извођач радова је обавезан да благовремено допуни исти. Евентуално неопходно рушење већ изведених радова, која су последица неприхваћеног пројекта од стране инвеститора, падају на терет извођача, без права на накнаду трошкова и на продужење тока завршетка објекта.

Грађевински радови за инсталацију станица

У грађевинске радове за инсталацију метеоролошке станице спада изградња бетонске стопе за постављање стуба-јарбола, 10 метара високог (решетки масивни стуб и анкерисање није дозвољено). Стуб ће укључивати громобранску заштиту (шипку) и електрично уземљење. Заштита од поцинкованог челика (или другог нерђајућег материјала).

Изградња бетонске стопе за кишомерни стуб и попречни носачи за сензоре (плувио, температура, влажност ваздуха, зрачење).

На основу урађених пројеката извођач је обавезан да направи одговарајућу организацију извршења радова, као и план извршења радова, који ће поднети инвеститору и надзорном органу на одобрење.

Извођач радова је дужан да изведе све радове према пројектној документацији која је добила сагласност од Инвеститора и надзорног органа.

Све неспоразуме око извођења радова извођач је дужан да решава уз сагласност надзорног органа, који је именован од стране Инвеститора. Извођач треба да радове изводи по упутству надзорног органа, без кога се не могу вршити никакве измене, ни изводити значајне фазе.

За време грађења извођач је дужан да води уредну техничку документацију о извођењу радова. Ова документација мора бити према прописима за вођење техничке документације на градилишту и мора бити оверена од стране надзорног органа.

С обзиром да квалитет извршених радова зависи од климатских прилика за време извођења радова, то је извођач дужан да стално прати климатске прилике у којима се изводе радови. Градилиште се правовремено мора заштитити од неповољних климатских утицаја. Штете које би услед тога настале, падају на терет извођача радова.

Постављање станица

По завршетку грађевинских радова, извођач је дужан да инсталира аутоматску метеоролошку станицу, аутоматске климатолошке станице и аутоматске падавинске станице у сливу и радаре и водомерне летве у токовима Ђетиње, Волујачког потока и реке Лужнице.

За водомерне станице, потребно је:

- набавити и монтирати водомерне летве,
- изградити одговарајуће постоље за опрему,
- набавити и поставити метални стуб за монтажу соларног панела
- набавити и монтирати метални заклон,
- набавити и монтирати дигитални уређај (радар) за регистровање водостаја,
- набавити и монтирати комплет за соларно напајање.

Извођач радова је дужан да по извршеним грађевинским радовима и инсталацији станица и опреме уради примопредају за све изведене радове. Примопредаја може да се изврши и појединачно за сваку уграђену станицу и опрему.

Дефинитивни пријем радова се врши комисијски. Након пријема коначно извршених радова сачињава се записник који потписује извођач, надзорни орган и инвеститор.

Код преузимања коначно изведених радова морају се навести сви недостаци (ако их има) и мора се навести рок за њихово отклањање.

Инсталација серверске станице и софтвера

Да би систем функционисао потребно је инсталирати серверску станицу и адекватан софтвер којим ће Град Ужице бити независан по питању прикупљања потребних података за алармирање надоласака поплавних таласа. То значи да поред Републичког хидрометеоролошког завода Град Ужице ће имати приступ базама података о осмотреним подацима, да мења критеријуме за аларме, да по жељи, као примарни клијент, одређује ко ће добијати алармне сигнале, путем WEB апликације и преко СМС порука.

Мере заштите на раду

Мере заштите на раду применити у складу са Законом о безбедности и здрављу на раду, (Сл. Гласник РС 101/05 од 14.11.2005) и Законом о заштити од пожара (Сл. Гласник РС 111/09 од 29.12.2009.).

Мере заштите животне средине

У домену заштите животне средине треба пре свега имати на уму заштиту од загађења подземних вода и околног терена. Неопходно је применити одговарајуће превентивне мере заштите, имајући у виду следеће:

-У процесу израде свих теренских радова, резервоари са горивом за механизацију, као и сва средства за антикорозивну заштиту, боје, мазира и тд. која се користе у току процеса фарбања, бетонирања, ископа итд, морају бити са посебно обезбеђеним непропусним лименим и сличним заштитним подметачима, а као превентива било каквом исцуривању загађујућих материја у тло.

Санационе мере заштите од загађења подземних вода обухватају следеће активности:

-У случају инцидентног загађења тла у ужој или широј зони истражних објеката, неопходно је обезбедити стално присуство једног ровокопача (скип) и цистерне, а за потребе брзе израде одговарајућих дренажних ровова, шлицева, канала, а затим прикључења једне интервентне муљне пумпе за евакуацију загађене воде до цистерне.

-У случају мањих инцидентних загађења тла (површине терена) код претакања горива, уља, мазира итд. неопходно је хитно откопавање загађеног земљишта, утовар у одговарајуће транспортно средство и транспорт на за то прописану локацију.

-У случајевима било каквог загађења тла и подземних вода, сви радови се обустављају, а зависно од ситуације приступа одговарајућим радовима на даљем спречавању загађења.

12. ОПИС ПРИОРИТЕТА РАДОВА

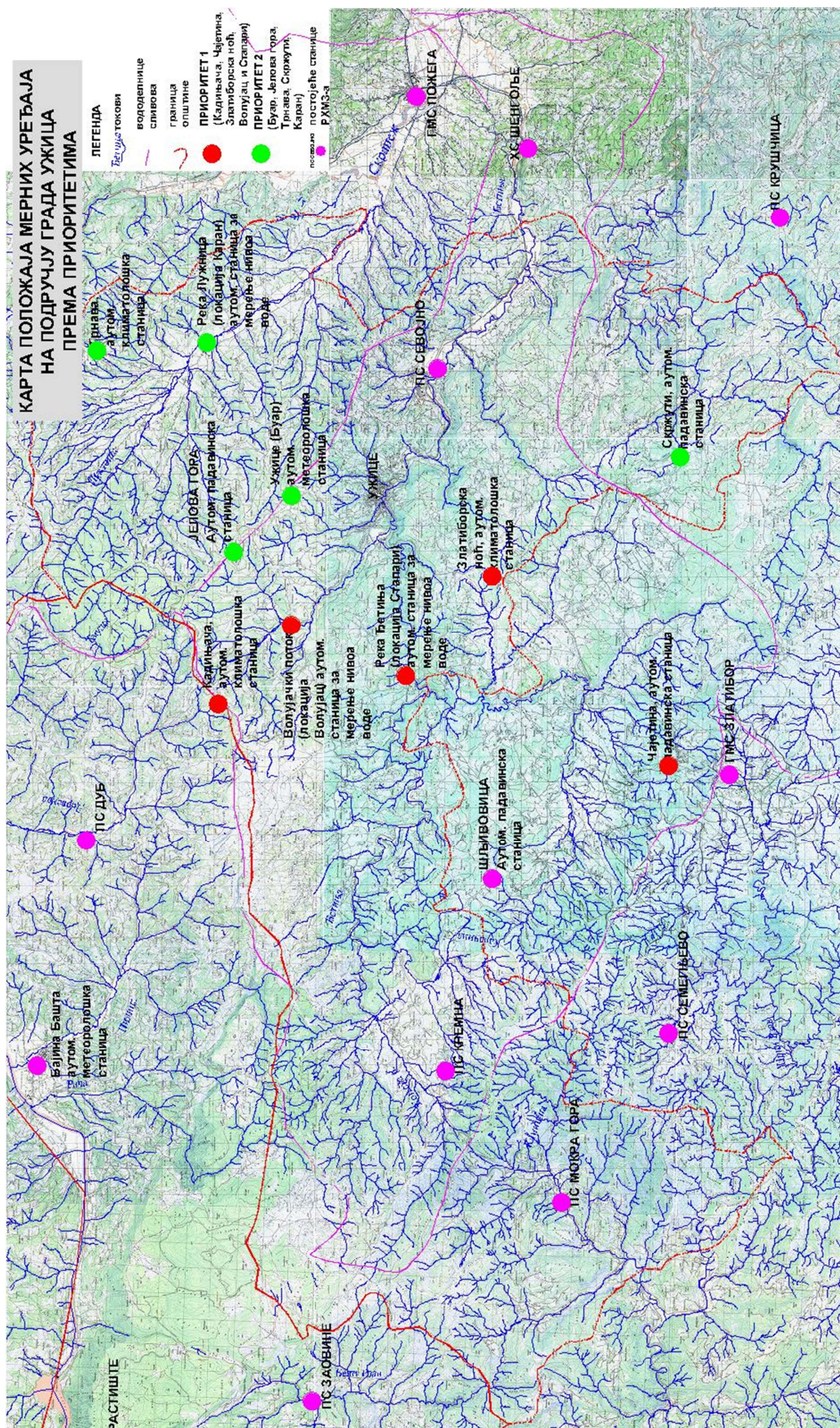
Приоритети који се тичу инсталације опреме за град Ужице првенствено зависе шта се брани од поплава и колике су штете које проузрокују поплавни таласи.

Према детаљној анализи локација на којима се предвиђа инсталација хидролошких станица, аутоматске метеоролошке, климатолошких и падавинских станица, у приоритету 1 су дате хидролошке станице на реци Ђетињи и потоку Вољујац и аутоматске климатолошке станице на локацијама Кадињаца и Златиборска ноћ и аутоматска падавинска станица Чајетина.

Остале станице, аутоматска метеоролошка станица на локацији Буар, аутоматска климатолошка станица Трнава и аутоматске падавинске станице на локацијама Јелова гора и Скржути, као и хидролошка станица на реци Лужници, локација Каран, биће инсталиране у приоритету 2. У табели 55. дат је приказ инсталације станице и опреме на локацијама на територији града Ужица. На слици 87. дат је приказ постојећих станица РХМЗ-а и будуће, по приоритетима.

Табела 55. Приказ инсталације станица на локацијама на подручју Града Ужица

Бр. приоритета	Станице Локације- координате	Аутоматска метеоролошка станица (кишомер, температура, влажност, притисак, сун. зрачење, ветар на 10m)	Аутоматска климатолошка станица (кишомер, температура, влажност, притисак, ветар на 2m)	Аутоматска падавинска станица (кишомер, температура, влажност)	Аутоматска станица за мерење нивоа воде (радар)	Водомерна летва
Приоритет 1	Чајетина X = 7396865.1 Y = 4845892.9			+		
	Кадињаца X = 7399246.2 Y = 4863817.9		+			
	Златиборска ноћ X = 7404035.7 Y = 4853114.4		+			
	ХС Стапари X = 7400238 Y = 4856362.2				+	+
	ХС Вољујац X = 7402180 Y = 4860956.2				+	+
Приоритет 2	Буар X = 7407210.6 Y = 4860956.7	+				
	Јелова гора X = 7405052 Y = 4863206.5			+		
	Скржути X = 7408722.8 Y = 4845848			+		
	Трнава X = 7412821.2 Y = 4868530.2		+			
	ХС Каран X = 7413123.7 Y = 4864258.7				+	+



Слика 87. Карта положаја мерних места на подручју града Ужица по приоритетима

13. ПРЕДМЕР И ПРЕДРАЧУН

За постављање метеоролошких и кишомernih станица у сливу и радара и водомерних летви у токовима, а према спецификацији станица и опреме и на основу техничких услова за извођење радова, дат је предмер и предрачун радова.

У предмеру и предрачуну радова је дата укупна цена (Табела 45), ако би се извели сви радови и инсталирала сва опрема на предвиђеним местима у сливу (аутоматска мереоролошка, климатолошке и падавинске станице) и у токовима (радари и водомерне летве).

Да би систем функционисао и давао неопходне метеоролошке и хидролошке податке за најаву и адекватну одбрану од поплава у Граду Ужицу, неходно је инсталирати 2 (две) аутоматске климатолошке станице (Кадињача и Златиборска ноћ), једну аутоматску падавинску станицу (Чајетина) и 2 (два) сензора за мерење нивоа воде у токовима, са постављањем водомерних летви (Волујачки поток и река Ђетиња).

У Табели 46 приказан је ПРИОРИТЕТ 1 и дат је предмер и предрачун радова и цена за неопходне радове, који би били у приоритету 1.

У Табели 47 су остали радови који у оквиру ПРИОРИТЕТА 2 би били инсталирани једна аутоматска метеоролошка станица-Буар, 2 (две) аутоматске падавинске станице-Јелова гора и Скржути, једна аутоматска климатолошка станица (Трнава) и један сензор за мерење нивоа воде на реци Лужници-Каран).

Табела 45. УКУПНИ РАДОВИ НА ИНСТАЛАЦИЈИ СТАНИЦА

No.	POSITION OF WORKS	Unit of measure	pieces	Unit price (€)	Unit (€)
1	PREPARATION WORKS				
1.1	Preparation of technical documentation for construction works for installation of automatic meteorological station, automatic climatological stations and automatic precipitation stations and radar water meters for water level measurement, all according to technical conditions	piece	13		
	TOTAL 1.				
2	CONSTRUCTION WORKS				
2.1	Construction works for installation of automatic meteorological station-Buar (with mast 10m for wind measurement), all according to technical conditions	piece	1		

2.2	Construction works for installation of automatic climatological station-Trnava, Kadinjača, Zlatiborska noć (with mast 2,2m for wind measurement), all according to technical conditions	piece	3		
2.3	Construction works for installation of automatic precipitation station-Jelova Gora, Skržut, Čajetina, according to technical conditions	piece	3		
2.4	Construction works for installing radar for water level measurement, Đetinja, Volujački potok and Lužnica, all according to technical conditions	piece	3		
2.5	Construction works for laying water level gauges, Đetinja, Volujački potok and Lužnica, all according to technical conditions	piece	3		
	TOTAL 2.				
3	PURCHASE, TRANSPORT AND INSTALLATION OF EQUIPMENT				
3.1	Purchase, transport and installation of automatic meteorological station-Buar, all according to equipment specification and technical conditions	piece	1		
3.2	Purchase, transport and installation of automatic climatological station-Trnava, Kadinjača, Zlatiborska noć, all according to the equipment specification and technical conditions	piece	3		
3.2	Purchase, transport and installation of precipitation station, automatic precipitation stations-Jelova gora, Skržuti, Čajetina, all according to the equipment specification and technical conditions	piece	3		
3.4	Purchase, transport and installation of water level radar, Đetinja, Volujački potok and Lužnica, all according to the equipment specification and technical conditions	piece	3		
3.5	Purchase, transport and installation of staff gauges, for Đetinja, Volujački potok and Lužnica, all according to the specification of equipment and technical conditions	piece	3		
	TOTAL 3.				
4	SERVER AND SOFTWARE				
4.1	Server and Software Client, all to the specifications of the equipment and technical conditions	piece	1		

4.2	Creation of a software application for WEB display, all according to the equipment specification and technical conditions	piece	1		
	TOTAL 4.				
5	TRAINING COURSE				
5.1	Personnel training that will be in charge of system implementation	piece	1		
	TOTAL 5.				
	TOTAL 1+2+3+4+5				

Табела 46. ПРИОРИТЕТ 1 ПРЕДВИЂЕНИХ РАДОВА

No.	POSITION OF WORKS	Unit of measure	pieces	Unit price (€)	Unit (€)
1	PREPARATION WORKS				
1.1	Preparation of technical documentation for construction works for installation of automatic climatological cells - automatic climatological station - Kadinjača, Zlatiborska noć, automatic precipitation station - Čajetina and radars, water meters for water level radar, Đetinja and Volujački potok, all according to technical conditions	piece	7		
	TOTAL 1.				
2	CONSTRUCTION WORKS				
2.1	Construction works for installation of automatic climatological station - automatic climatological station-Trnava, Kadinjača, Zlatiborska noć (with mast 2,2m for wind measurement), all according to technical conditions	piece	2		
2.2	Construction works for installation of automatic precipitation station, Čajetina, according to the technical conditions	piece	1		
2.3	Construction works for installing radars for water level measurement, Đetinja and Volujački potok, all according to technical conditions	piece	2		
2.4	Construction works for installation of water meters for water level measurement, Đetinja and Volujački potok, all according to technical conditions	piece	2		
	TOTAL 2.				
3	PURCHASE, TRANSPORT AND INSTALLATION OF EQUIPMENT				
3.1	Purchase, transport and installation of automatic climatological station, Kadinjača, Zlatiborska noć, all according to the equipment specification and technical conditions	piece	2		
3.2	Purchase, transport and installation of automatic precipitation station, Čajetina, all according to the equipment specification and technical conditions	piece	1		

3.3	Purchase, transport and installation of radars for water level measurement, Đetinja and Volujački potok, all according to the equipment specification and technical conditions	piece	2		
3.4	Purchase, transport and installation of water meters for measuring the water level, Đetinja and Volujački potok, all according to the equipment specification and technical conditions	piece	2		
	TOTAL 3.				
4	SERVER AND SOFTWARE				
4.1	Server and Software Client, all to the specifications of the equipment and technical conditions	piece	1		
4.2	Creation of a software application for WEB display, all according to the equipment specification and technical conditions	piece	1		
	TOTAL 4.				
5	TRAINING COURSE				
5.1	Personnel training that will be in charge of system implementation	piece	1		
	TOTAL 5.				
	TOTAL 1+2+3+4+5				

Табела 47. ПРИОРИТЕТ 2 ПРЕДВИЂЕНИХ РАДОВА

No.	POSITION OF WORKS	Unit of measure	pieces	Unit price (€)	Unit (€)
1	PREPARATION WORKS				
1.1	Preparation of technical documentation for construction works for installation of automatic meteorological station - Buar, automatic climatological stations - Trnava and automatic precipitation stations, Jelova gora and Skržuti, and radar and water meters for measuring the water level, the river Lužnica, all according to technical conditions	piece	6		
	TOTAL 1.				
2	CONSTRUCTION WORKS				

2.1	Construction works for installation of automatic meteorological station-Buar (with mast 10m for wind measurement), all according to technical conditions	piece	1		
2.2	Construction works for installation of automatic climatological station-Trnava (with mast 2,2m for wind measurement), all according to technical conditions	piece	1		
2.3	Construction works for installation of automatic precipitation station-Jelova Gora, Skržut according to technical conditions	piece	2		
2.4	Construction works for installing radar for water level measurement, Lužnica river, all according to technical conditions	piece	1		
2.5	Construction works for laying water level gauges, Lužnica river, all according to technical conditions	piece	1		
	TOTAL 2.				
3	PURCHASE, TRANSPORT AND INSTALLATION OF EQUIPMENT				
3.1	Purchase, transport and installation of automatic meteorological station-Buar, all according to equipment specification and technical conditions	piece	1		
3.2	Purchase, transport and installation of automatic climatological station-Trnava, all according to the equipment specification and technical conditions	piece	1		
3.3	Purchase, transport and installation of precipitation station, automatic precipitation stations-Jelova gora, Skržuti, all according to the equipment specification and technical conditions	piece	2		
3.4	Purchase, transport and installation of water level radar, Lužnica river, all according to the equipment specification and technical conditions	piece	1		
3.5	Purchase, transport and installation of staff gauges, for Lužnica river, all according to the specification of equipment and technical conditions	piece	1		
	TOTAL 3.				
	TOTAL 1+2+3				

14. СУМАРНИ ПРИКАЗ СТУДИЈЕ И ЗАКЉУЧАК

Увод

Град Ужице је доживело историјске поплаве (1926, 1959, 1967, 1968, 1975, 1981) али у последњих 10-так година (2009, 2011, 2014, 2016, 2018.) претрпело велике штете од бујичних падавина и поплава. Ова Студија је тачно показала колике су то поплаве биле (вероватноће појаве) и које су слабости у систему одбране од поплава на подручју Града.

Студијом су јасно дефинисани сливови који представљају директну опасност за Град Ужице (сливови Ђетиње и Сушице и слив Волујачког потока) и слив Лужничке реке, који ће у неком даљем развоју система ране најаве бити неопходан да се разматра, гледајући целокупан слив Скрапежа и одбране од поплава Пожеге и других градова низводно на реци Западној Морави.

Избор локација за метеоролошку, климатске и падавинске станице у сливу и хидролошке станице у токовима

Детаљним обиласком терена и увидом у постојеће хидродролошке, метеоролошке и падавинске станице које се већ налазе на терену, а у оквиру су осматрачког система РХМЗ-а, дефинисане су нове станице и оне које су у оквиру осматрачког система РХМЗ-а, а налазе се на ширем подручју Града Ужица, биће замењене.

Предвиђено је да се инсталира три типа станица:

4. Аутоматска метеоролошка станица
5. Аутоматска климатолошка станица
6. Аутоматска падавинска станица

На локацији Буар постоји радарски центар РХМЗ-а и у оквиру њега метеоролошка станица, која ради по мануелном принципу. Предвиђено је да се изврши замена и постави аутоматска метеоролошка станица, која би мерила падавине, температуру, влажност ваздуха, притисак, брзину и правац бетра на висини од 10m и осунчавање (сунчево зрачење).

Аутоматске климатолошке станице би биле постављене на локацијама Трнава, Кадињача и Златиборска ноћ. Станица би мерила падавине, температуру ваздуха, влажност ваздуха, притисак и брзину и правац ветра на висини од 2m.

Аутоматске падавинске станице би биле постављене на локацијама Јелова гора, Скржути и Чајетина. Падавинска станица би мерила падавине, температуру ваздуха и влажност ваздуха.

Локација Сајиновина је укинута и уместо ње користиће се аутоматска падавинаска станица Шљивовица, која се поставља у оквиру пројекта за Дрину, финансирана од стране Светске банке, а која је непун километар раздаљине од Сајиновине.

Оваквим распоредом направио би се круг осматрачког система. Тиме би се метеоролошки подаци, неопходни за одбрану од поплава, прослеђивали Граду Ужице из ког правца и које количине падавина се јављају.

Хидро-метеоролошке анализе и прорачуни

Током израде Студије прикупљени су метеоролошки и хидролошки подаци, који су били доступни од стране РХМЗ-а, са свих околних станица које су у ближој и даљој околини Града Ужица (дневне количине падавина са станица за период 1946-2013. - постоје прекиди у мерењима). Детаљно су анализирани и часовни подаци са главних метеоролошких станица Златибор и Пожега. Такође су узети у анализу и добијени подаци са бране и акумулације „Врутци“.

Што се тиче хидролошких прорачуна, израчунати су меродавни протицаји за вероватноће појаве $Q_{1\%}$, $Q_{2\%}$, $Q_{5\%}$, $Q_{10\%}$ и $Q_{20\%}$. Овако широк дијапазон протицаја прорачунат је из разлога провере купалишта на реци Ђетињи и регулације реке Ђетиње кроз Ужице.

Током израде ове студије је уочено да је оперативним планом обране од поплава за 2019. годину предвиђен критеријум од $Q_{1\%}=173 \text{ m}^3/\text{s}$. за реку Ђетињу, профил купалиште-регулација. Предлажемо да се овај критеријум (на основу кога се уводе мере одбране од поплава) преиспита кроз израду наменске експертизе која би обухватила и најновије поплаве у последњих 10-так година, као и утицај бране и акумулације Врутци, јер је срачунати протицај реке Ђетиње за $Q_{1\%}=241 \text{ m}^3/\text{s}$.

Одређивање критеријума за аларме за падавине и протицаје

На основу хидро-метеоролошких прорачуна и анализа, као и на основу морфометријских карактеристика сливова, дошло се до одређивања критеријума за алармирање на систему падавинских станица и хидролошких профила.

За кишомерне станице усвојено је да први критеријум за алармирање („жути“ аларм) укључује киша од 15 mm трајања до 100 минута, киша од 20 mm трајања 300 минута, одн. киша од 41 mm која падне за 24 часа.

Усвојено је да други критеријум за алармирање („наранџасти“ аларм) укључује киша од 21 mm трајања до 100 минута, киша од 29 mm трајања 300 минута, одн. киша од 67 mm која падне за 24 часа.

Усвојено је да трећи критеријум за алармирање („црвени“ аларм) укључује киша од 28 mm трајања до 80 минута, киша од 40 mm трајања 300 минута, одн. киша од 95 mm која падне за 24 часа.

На основу историјских поплава и падавина које су пратиле те поплаве (1984, 1978.), детаљном анализом установљено је да је време појаве пика хидрограма поплавног таласа, 1978. године, на раци Ђетињи, путовало од ХС Страгари до Ужица за 5,5h. Што се тиче поплаве из 1984. године, време појаве пика хидрограма поплавног таласа који је путовао од ХС Стапари до Ужица је био 8,5h.

Коришћењем хидролошких метода дефинисане су вредности протицаја великих вода на профилима који су обрађени у поглављима 7.4, 7.5, 7.8 и 7.9. за карактеристичне вредности протицаја великих вода ($p=1\%$, $p=2\%$, $p=5\%$, $p=10\%$ и $p=20\%$). На бази овако дефинисаних

вредности протицаја дефинисане су вредности критеријума за алармирање на систему хидролошких станица. Ови критеријуми су приказани са три боје: жута ($p=20\%$), наранџаста ($p=10\%$) и црвена ($p=5\%$), на профилима ХС Вољујац, Каран, Стапари и купалишта на Ђетињи.

Табеларно то би изгледало:

На профилу ХС Вољујац

	p	T	Q _{max}	H*	Z*
	(%)	(год)	(m ³ /s)	(cm)	(mm)
црвени аларм	5	20	48,8	69,00	558,19
наранџасти аларм	10	10	35,6	55,00	558,05
жути аларм	20	5	23,2	39,00	557,89

На профилу ХС Каран

	p	T	Q _{max}	H*	Z*
	(%)	(год)	(m ³ /s)	(cm)	(mm)
црвени аларм	5	20	88,8	213	389,13
наранџасти аларм	10	10	63,6	169	388,69
жути аларм	20	5	42,0	125	388,25

На профилу ХС Стапари

	p	T	Q _{max}	H*	Z*
	(%)	(год)	(m ³ /s)	(cm)	(mm)
црвени аларм	5	20	104	159	515,09
наранџасти аларм	10	10	77	133	514,83
жути аларм	20	5	55	108	514,58

И на профилу купалишта на реци Ђетињи

	p	T	Q _{max}	H*	Z*
	(%)	(год)	(m ³ /s)	(cm)	(mm)
црвени аларм	5	20	133,3	72	407,22
наранџасти аларм	10	10	93,4	53	407,03
жути аларм	20	5	56,9	32	406,82

Избор станица

За прогнозу и најаву бујичних таласа потребно је располагати подацима о интензитету и количини падавина као и подацима о нивоу воде у токовима. Потребно је да се сви осматрени подаци тренутно прослеђују осматрачком центру и одговорним људима у Граду Ужицу. За то је потребна опрема која ће својим перформансама да задовољи захтеве Наручиоца.

Опрема која се инсталира, мора да испуни услове:

- да је савремена и функционална;

- да станице и сензори задовољавају препоруке Светске метеоролошке организације (WMO) за метеоролошке инструменте и осматрања (WMO - No 8 Guide to Meteorological Instruments and methods of Observation);
- флексибилане конструкције која је отпорна на спољне атмосферске утицаје;
- да буде стабилна и једноставна за рад;
- Потребно је да се мерење обавља електронским сензорима, који региструју осматране појаве најмање једном у 5 минута и имају припремљен начин бележења и чувања података као и систем за бежични пренос података;
- Кишни сензор мора да има тачност мерења од 0,1mm падавина;
- Аутоматска станица за мерење нивоа воде мора да буде без директног контакта са водом (радар систем). Мерни опсег: min. 0,5m - max.35m. Тачност: min. 0,8 до 2 m: ± 10 mm; 2 до 30m: ± 3 mm;
- Уређаји за мерење нивоа воде у току и сензори за интензитет и количину падавина, морају да имају предвиђену могућност програмирања активирања аларма за задате услове појава;
- Са обзиром да се Град Ужице налази на подручју два слива (Дрински и Западноморавски) да све станице буду компатибилне са станицама које се инсталирају на сливу реке Дрине, у оквиру пројекта који финансира Светска банка;
- За Град Ужице битно је да систем ране најаве поплавних таласа буде независан. То подразумева да поседује клијентски софтвер и WEB приказивање, који ће бити инсталиран на серверској станици, у Ужицу и бити повезан са свим станицама на територији Града Ужица (инсталиране нове и оне које су у систему РХМЗ-а). Инсталацијом оваквог софтвера Ужице ће имати предност над другим општинама и градовима на сливу Западне Мораве, односно, постаће Регионални центар за праћење поплавних таласа за овај слив. Остале општине и градови моћи ће, у будуће, да се надовежу на овај систем;
- Гарантни рок за комплетну станицу, све сензоре и делове буде најмање 1 годину;

За рад успостављеног мониторинга потребно је обезбедити редовна средства, која морају да покрију трошкове рада људи на мониторингу и перманентну обуку људства.

Приоритети приликом постављања станица

Према детаљној анализи локација на којима се предвиђа инсталација хидролошких станица, аутоматске метеоролошке, климатолошких и падавинских станица, у приоритету 1 су дате хидролошке станице на реци Ђетињи и потоку Волујац и аутоматске климатолошке станице на локацијама Кадињача и Златиборска ноћ и аутоматска падавинска станица Чајетина.

Аутоматска климатолошка станица Кадињача је предвиђена да покрива Волујачи поток и правовремено Граду Ужицу најави бујичне падавине.

Аутоматске климатолошке станица Златиборска ноћ и аутоматска падавинска станица Чајетина се налазе у сливу Сушице, главне притоке Ђетиње, где правовременом најавом Граду Ужицу ће давати информацију који интензитет и количине падавина ће пасти на слив.

У приоритету 2 предвиђена је инсталација аутоматске метеоролошке станице на локацији Буар, аутоматске климатолошке станице Трнава и аутоматске падавинске станице на локацијама Јелова гора и Скржути, као и хидролошка станица на реци Лужници, локација Каран.

Калибрација система ране најаве

Калибрација система мора да се изврши у периоду после 2 године, након инсталације опреме и пуштања у рад система. Тада треба да се уради детаљна анализа прикупљених и осматраних података и дају нови критеријуми за аларме који најављују обилне падавине и поплавне таласе.

Обука особља

Испоручилац опреме је дужан да изврши обуку људства који ће учествовати у имплементацији система ране најаве бујичних поплава за Град Ужице. Поред упознавања са хардвером, испоручилац опреме је дужан и да обучи људство за коришћење софтвера, а такође и упозна са практичном применом и руковањем WEB портала и системом алармирања.

Остало

Опрема које ће бити уграђена има свој гарантовани радни век и амортизацију, што мора бити предвиђено буџетом, као и трошкове редовног сервисирања и замене дотрајале опреме. Такође, опрема и њени делови се могу оштетити деловањем природних сила или услед вандализма, посебно она опрема која се не налази у близини кућа.

Зато је потребно извршити осигурање опреме за случај оштећења природним силама (удар грома, клизање и одрон земље, бујична поплава и сл.), као и од вандалског уништавања и крађе.

Инвеститор мора да добије дозволу, сагласност, односно, реши имовинско-правне односе око заузећа површина на којима ће да се инсталирају станице (школско двориште, хотелско двориште, мостови, локација РХМЗ-Буар).

За поуздано функционисање система мора бити обезбеђено финансијско и техничко одржавање, инвеститор мора да обезбеди напајање 220V за сваку станицу, интернет сервера и услуга провајдера GSM и GPRS услуга. То може бити обезбеђено директним појединачним уговарањем наручиоца са пружаоцима таквих услуга или поједностављено у виду уговарања редовног одржавања система са испоручиоцем мерне опреме и система за пренос података.

15. ЛИТЕРАТУРА

1. Хидролошки годишњаци СФР Југославије и РХМЗ Србије, Београд
2. Климатолошки годишњаци СФР Југославије и РХМЗ Србије, Београд
3. Прохаска С., Петковић Т. Методе за прорачун великих вода, Део 2 - Проблеми вода на хидролошки неизученим профилима, Грађевински календар, Београд, 1990. године
4. Водопривредна основа Србије, Институт за водопривреду Јарослав Черни, Београд, 2001. год.
5. Плавшић Јасна., Увод у хидрологију, Грађевински Факултет, Београд, 2001. год.
6. Прохаска С., Ристић В., Хидрологија кроз теорију и праксу, Рударско-геолошки факултет, Београд, 2002. год.
7. Анализа оправданости изградње ХЕ "Врутци", Институт за водопривреду Јарослав Черни, Београд, 2002. године
8. Прохаска С., Хидрологија - I Део, Београд, 2003. год.
9. Студија одржавања, управљања и осматрања 8 високих брана "Врутци на Ђетињи", Институт за водопривреду Јарослав Черни, Београд, 2005. године
10. Прохаска С., Хидрологија - II Део, 2008. год.
11. Водопривредна основа Србије, Хидрометеоролошке подлоге, РХМЗ и Институт за водопривреду Јарослав Черни, Београд, 2009. године
12. Драгана Милијашевић, Вероватноћа појаве великих вода на реци Ђетињи, Географски институт „Јован Цвијић” САНУ, Београд, Србија, 2010. године
13. Генерални пројекат 8 МХЕ на водопривредним објектима (Бован, Барје, Златибор, Ровни, Врутци, Парменац, Врутци и Врутци), Институт за водопривреду Јарослав Черни, 2011. године,
14. Интезитети јаких киша у Србији, Стеван П., Владислава Бартош Дивац, Институт „Јарослав Черни“, Београд, 2014. године
15. Студија за постављање мерно-регулационе станице и кишомера у сливу реке Ђетиње и система раног упозорења" - Институт за водопривреду "Јарослав Черни", Београд, 2014. године,
16. Прохаска С., Хидрологија - III Део, Београд, 2017. год.
17. Хидролошки годишњаци РХМЗ Србије, Београд
18. Климатолошки годишњаци РХМЗ Србије, Београд
19. Подаци о раду бране Врутци и захватањима/испуштањима воде из акумулације Врутци, ЈП Водовод Ужице,
20. Хидролошки и климатолошки подаци, РХМЗ Србије