

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ

мр Даница Жупански

**РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА  
ОДРЕЂИВАЊЕ ЗОНА ЗАШТИТЕ ОД  
ПОВРШИНСКОГ НАНОСА НА  
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИМ ДЕОНИЦАМА  
СЛИВА РЕКЕ ДРИНЕ**

Докторска дисертација

Београд, 2015.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FORESTRY FACULTY

Danica Županski, M.S.

**DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY  
FOR DEFINING THE ZONES OF THE  
PROTECTION FROM SURFACE DEBRIS  
AT EXPERIMENTAL SECTIONS OF THE  
DRINA RIVER CATCHMENT AREAS**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015.

**МЕНТОР:**

Проф. др Ратко Ристић, дипл.инж.шум., редовни професор Шумарског факултета, Универзитета у Београду.

**КОМИСИЈА:**

Проф. др Станимир Костадинов, дипл.инж.шум., редовни професор Шумарског факултета, Универзитета у Београду

Проф. др Зоран Никић, дипл.инж.геол., редовни професор Шумарског факултета, Универзитета у Београду

Проф. др Раде Цвјетићанин, дипл.инж.шум., ванредни професор Шумарског факултета, Универзитета у Београду

Проф. др Славољуб Драгићевић, ванредни професор Географског факултета, Универзитета у Београду.

**ДАТУМ ОДБРАНЕ:**

## **ИЗЈАВА ЗАХВАЛНОСТИ**

Током израде ове докторске дисертације, која је обухватила обимна истраживања, имала сам подршку бројних колега и институција, којима желим да се захвалим, а посебно: Гавриловић Зорану, дипл.инж., из Института "Јарослав Черни", за помоћ током теренских истраживања слива Дрине; Светлани Павловић, за помоћ у обради неких графичких прилога и пријатељској подршци; Републичком геодетском заводу из Београда; Републичком хидрометеоролошком заводу Србије.

Такође, захваљујем се ментору, проф. др Ратку Ристићу, као и члановима Комисије, проф. др Станимиру Костадинову, проф. др Зорану Никићу, проф. др Радету Цвјетићанину и проф. др Славољубу Драгићевићу, као и проф. др Милану Кнежевићу, за помоћ и подршку у припреми и изради ове дисертације.



## КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈА И ИНФОРМАЦИЈА

Редни број (РБ):	
Идентификациони број (ИБР)	
Тип документа (ТД):	Монографска публикација
Тип записа (ТЗ):	Текстуални штампани документ
Врста рада (ВР):	Докторска дисертација
Аутор (АУ):	мр Даница Жупански, дипл.инж.
Ментор/ко-ментор (МН):	Проф. др Ратко Ристић, редовни професор Шумарског факултета Универзитета у Београду
Наслов рада (НР):	Развој методологије за одређивање зона заштите од површинског наноса на експерименталним деоницама слива реке Дрине
Језик публикације (ЈЗ):	Српски/ћирилица
Језик извода (ЈИ):	Српски/енглески
Земља публикавања (ЗП):	Србија
Географско подручје (УГП):	Србија
Година (ГО):	2015
Издавач (ИЗ):	Ауторски репринт
Место и адреса (МА):	11030 Београд, Кнеза Вишеслава 1
Физички опис рада (ФОП):	10 погл., 264 стр., 127 лит. навода, 32 таб., 85 сл., 24 дијаграма., 15 графикана
Научна област (НО):	Биотехничке науке
Ужа научна област	Ерозија и конзервација земљишта и вода
УДК:	630*116.3(497.11)(282.2Drina)(043.3)
Чува се (ЧУ):	Библиотека Шумарског факултета, Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд
Важна напомена (ВН):	Нема

### KEY WORD DOCUMENTATION

Assession number (ANO):	
Identification number (INO)	
Document Type (DT):	Monograph documentation
Type of record (TR):	Textual printed document
Content code (CC):	Doctoral dissertation
Author (AU):	Danica Županski, M.S.
Menthor (MN):	PhD Ratko Ristić, full professor of the Faculty of Forestry, University of Belgrade
Title (TI):	Development of a methodology for defining the zones of the protection from surface debris at experimental sections of the Drina river catchment areas
Language of text (LT):	Serbian/ Cyrillic alphabet
Language of abstract (LA):	Serbian/English
Country of publication (CP):	Serbia
Locality of publication (LP):	Belgrade
Publication year (PY):	2015
Publisher (PU):	The Authors reprint
Publication place (PP):	11030 Belgrade, Kneza Višeslava 1
Physical description (PD):	10 chapt., 264 pages, 127 ref., 32 tables, 85 figures, 24 diagrams, 15 graphicons.
Scientific field (SF):	Biotechnical Science
Scientific discipline (SD):	Erosion and Soil and Water Conservation
UC:	630*116.3(497.11)(282.2Drina)(043.3)
Holding data (HD):	Library of Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, 11030 Belgrade, Serbia
Note (N):	N/O

## РЕЗИМЕ

Површински нанос представља глобални еколошки проблем, чија је појава повезана са површинским водама: рекама, језерима, естуарима, морима и океанима. Повећање количине површинског наноса у акумулацијама ХЕ Бајина Башта, ХЕ Зворник и ХЕ Потпећ, у сливу реке Дрине (површине 19570 km<sup>2</sup>), изазвало је више негативних утицаја као што су: ометање производње електричне енергије, редукација запремине акумулација, смањење површине воденог огледала и обала, деградација естетских квалитета простора и квалитета воде. Основни циљ истраживања је био да се предложи методологија за одређивање зона заштите од површинског наноса и оптималне мере заштите на експерименталним деоницама слива Дрине, што би допринело успостављању контроле и постепеном престанку негативних утицаја.

Основна хипотеза је била, да површински нанос доспева са неконтролисаних депонија комуналног отпада које се налазе у узводним деловима слива или у зони експерименталних деоница, као и на сливним површинама које им гравитирају. Због тога је истражена веза између положаја депонија и узводних притока реке Дрине. Издвојена су два доминантна утицаја на формирање везе: колебање нивоа воде у реци и изливање из корита, у релативно раван простор дна речне долине и утицај гравитације на странама речних долина. Они су били основа за дефинисање уже и шире зоне заштите. Ужа зона заштите је одређена као појас земљишта између линије средњег и максималног водостаја за повратни период од  $T = 100$  година. Шира зона је одређена топографском вододелницом директних падина. Анализа ризика од доспевања површинског наноса, урађена је на дигиталном моделу терена (ДМТ) Србије, применом компјутерског програма ArcGis10.ESRI.

Истраживање стања депонија је показало да све локације представљају неконтролисане депоније и примарни извор површинског наноса. Најризичније депоније се налазе у плавној зони река, имају малу површину, испод 100 m<sup>2</sup> и дуги период експлоатације, од 10 - 20 год. Задржавање мале површине депонија у

вишегодишњем периоду експлоатације је последица доспевања отпада у водотоке и стварања површинског наноса. Секундарни извор површинског наноса у хидрографској мрежи реке Дрине, представљају бране, чији се преливи и ободни канали користе за пропуштање вишка воде и површинског наноса, што је у складу са водопривредним условима и функционисањем брана у периодима евакуације великих вода: април - мај и новембар - децембар.

У моделу добијеном на основу резултата вишеструке регресионе анализе, потврђена је статистичка значајност везе између хидролошких и геоморфолошких услова (утицаја максималног водостаја и надморске висине депонија) на доспевање површинског наноса у реку Дрину и притоку Лим. Контролу и заштиту водотока од површинског наноса, могуће је реализовати изградњом хидротехничких и антиерозионих објеката, као и санацијом депонија у оквиру дефинисаних зона заштите.

Слив реке Дрине деле, Република Црна Гора, Република Србија и Република Босна и Херцеговина, тако да површински нанос представља регионални еколошки проблем који захтева заједничку координацију активности на примени мера заштите.

**Кључне речи:** површински нанос, неконтролисане депоније, зоне заштите

**Научна област:** Биотехничке науке

**Ужа научна област:** Ерозија и конзервација земљишта и вода

**УДК:** 630\*116.3(497.11)(282.2Drina)(043.3)

## SUMARRY

Surface debris is a global environmental problem, associated with surface waters: rivers, lakes, estuaries, seas and oceans. Increased amounts of surface debris in the reservoirs of the HPP Bajina Bašta, HPP Zvornik and HPP Potpeć on the Drina river basin (area of 19570 km<sup>2</sup>) have been causing negative impacts such as: disruption of power generation, reduction of storage capacity, reduction of water surface and coastal area, degradation of aesthetic quality of the space and water quality. The main objective of this research is to propose a methodology for determining the protection zone of surface debris and optimal protection measures in experimental sections of the river Drina, eventually helping in establishing a better control and a gradual diminishing of negative impacts.

The main hypothesis was that surface debris is transported due to uncontrolled municipal solid waste landfills that are located in the upstream parts of the catchment area or in the experimental section, and the catchment areas to which they gravitate. Therefore, the link between the landfill sites and the upstream tributaries of the river Drina was investigated. We have isolated two dominant influences of these connections: fluctuation of the water level in the river and spills in riverbed on the relatively flat area of the bottom of the river valley, and the effects of gravity on the sides of the river valley. They were the basis for defining narrow and wider protection zones. The narrower zone is defined as a belt of land between the lines of medium and maximum water level for the return period of  $T = 100$  years. The wider zone is determined by topographic watershed. Risk analysis of the surface debris transport in the river Drina, was performed on a digital terrain model (DTM) of Serbia, using the computer program ArcGis10.ESRI.

The study of landfills have shown that all sites are uncontrolled landfills and a primary source of surface debris on land. The riskiest landfills are located in flood zone of the river Drina and its tributaries, have a small area of less than 100 m<sup>2</sup>, and a long period of exploitation of 10 - 20 years. Retention of a small area in the multi - year period of exploitation is the result of waste transfer from the landfills into the rivers and

production of the surface debris. The secondary source of surface debris in the hydrographic network of the river Drina are dams with overflows and channels used for the leakage of excess water and debris downstream, in accordance with the waterworks operation of dams during the periods of spillways: April - May and November - December.

The model obtained from the results of multiple regression analysis confirmed a statistically significant relationship between the hydrological and geomorphological conditions (the influence of the maximum water level and an altitude of uncontrolled landfills) to the debris transport in the river Drina and Lim tributary. The control and protection from the surface debris can be devised on the basis of combined hydraulic and anti-erosion facilities and works, as well as the remediation of landfills within defined zones of protection.

The Drina river basin is shared by Republic of Montenegro, Republic of Serbia, and Republic of Bosnia and Herzegovina, implying that the surface debris is a regional environmental problem that requires a common coordination and implementation of the protection measures.

**Key words:** surface debris, uncontrolled landfills, protection zones

**Scientific field:** Biotechnical Sciences

**Major scientific field:** Erosion and Soil and Water conservation

**UDK:** 630\*116.3(497.11)(282.2Drina)(043.3)

## САДРЖАЈ

<b>Ментор дисертације и чланови Комисије за одбрану</b>	i
<b>Изјава захвалности</b>	ii
<b>Кључна документација</b>	iii
<b>Key documentation</b>	iv
<b>Резиме</b>	v
<b>Summary</b>	vii
<b>Садржај</b>	ix
<b>1. УВОД</b>	1
1.1. Предмет истраживања	4
1.2. Циљ и значај истраживања	4
1.3. Структура докторске дисертације	5
<b>2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ</b>	6
2.1. Општи приступ	6
2.2. Подручје истраживања	6
2.3. Врсте података и избор метода	8
<b>3. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА</b>	13
3.1. Извори површинског наноса	13
3.2. Одређивање граница приобаља и ширине појаса за заштиту река	16
3.3. Објекти и радови за заштиту од површинског и речног наноса, ерозије земљишта и бујичних поплава	23
3.3.1. Хидротехнички објекти	23
3.3.2. Санација неконтролисаних депонија	26
3.3.3. Објекти и радови за заштиту од ерозије земљишта и бујичних поплава који се уобичајено примењују у Србији	26
3.3.3.1. Технички објекти и радови	27
3.3.3.2. Биолошки и биотехнички радови	30
3.3.3.3. Административне мере заштите	33
3.4. Значај шума за еколошку заштиту река	34

<b>4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА</b>	<b>35</b>
4.1. Општи услови средине на сливном подручју реке Дрине	35
4.1.1. Карактеристике рељефа и топографије терена	35
4.1.2. Хидрографске карактеристике	37
4.1.3. Геолошке и хидрогеолошке карактеристике	38
4.1.4. Карактеристике климе и хидролошке карактеристике	39
4.1.5. Педолошке карактеристике и начин коришћења земљишта	42
4.1.6. Хидро - морфолошке промене река и језера	43
4.1.7. Тачкасти и расути извори загађења	45
4.1.8. Неконтролисане депоније комуналног отпада	46
4.2. Посебни услови средине на експерименталним деоницама 1 и 2	49
4.2.1. Геолошка подлога	49
4.2.1.1. Експериментална деоница 1	49
4.2.1.2. Експериментална деоница 2	53
4.2.2. Педолошка подлога	61
4.2.2.1. Експериментална деоница 1	61
4.2.2.2. Експериментална деоница 2	65
4.2.3. Шумска вегетација	72
4.2.3.1. Експериментална деоница 1	72
4.2.3.2. Експериментална деоница 2	76
4.2.4. Начин коришћења земљишта према класификацији Corine	82
4.2.4.1. Експериментална деоница 1	82
4.2.4.2. Експериментална деоница 2	83
4.2.5. Интензитет ерозије земљишта, продукција ерозионог материјала и пронос наноса (МПЕ, Гавриловић С., 1972)	87
4.2.5.1. Експериментална деоница 1	88
4.2.5.2. Експериментална деоница 2	89
4.2.6. Одлагање комуналног отпада на неконтролисане депоније	99
4.2.6.1. Експериментална деоница 1	99
4.2.6.2. Експериментална деоница 2	102
4.2.7. Пропуштање површинског наноса преко брана низводно и примена парцијалних мера заштите акумулација	107



4.2.7.1. Експериментална деоница 1	107
4.2.7.2. Експериментална деоница 2	109
4.2.8. Мониторинг количине доспелог површинског наноса и квалитет вода у акумулационим језерима	112
4.2.8.1. Експериментална деоница 1	113
4.2.8.2. Експериментална деоница 2	117
4.3. Одређивање уже зоне заштите на основу утицаја максималног водостаја на доспевање површинског наноса у водотоке	118
4.3.1. Експериментална деоница 1	121
4.3.2. Експериментална деоница 2	122
4.3.3. Основне карактеристике бујичних притока Дрине на експерименталним деоницама	125
4.4. Одређивање шире зоне заштите на основу утицаја нагиба директних падина на доспевање површинског наноса у водотоке	132
4.4.1. Експериментална деоница 1	134
4.4.2. Експериментална деоница 2	135
4.5. Процена ризика од доспевања површинског наноса са депонија у реке Дрину и Лим	146
4.5.1. Експериментална деоница 1	147
4.5.2. Експериментална деоница 2	147
<b>5. РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ УТИЦАЈА ВЕЗЕ ИЗМЕЂУ ПОЛОЖАЈА ДЕПОНИЈА И МАКСИМАЛНИХ ВОДОСТАЈА РЕКА ДРИНЕ И ЛИМА НА ДОСПЕВАЊЕ ПОВРШИНСКОГ НАНОСА</b>	151
5.1. Концепт модела	151
5.2. Опис података	152
5.3. Дескриптивна статистика	156
5.4. Корелација између променљивих	157
5.5. Регресиони модел	158
<b>6. ДИСКУСИЈА О РЕЗУЛТАТИМА ИСТРАЖИВАЊА</b>	180
6.1. Општи услови средине у сливном подручју реке Дрине	180
6.2. Посебни услови средине на експерименталним деоницама 1 и 2	182
6.3. Одређивање уже зоне заштите на основу утицаја максималног	

водостаја на доспевање површинског наноса у водотоке	185
6.4. Одређивање шире зоне заштите на основу утицаја нагиба директних падина на доспевање површинског наноса у водотоке	186
6.5. Процена ризика од доспевања површинског наноса са депонија у реке Дрину и Лим	187
6.6. Развој модела за оцену утицаја везе између положаја депонија и максималних водостаја река Дрине и Лима на доспевање површинског наноса	187
<b>7. ЗАКЉУЧАК</b>	189
<b>8. ЛИТЕРАТУРА</b>	192
<b>9. ПРИЛОЗИ</b>	204
9.1. Расподела вероватноће појаве максималних водостаја на хидролошким станицама у сливу реке Дрине, према Pearson III расподели	205
9.2. Варијанте регресионог модела за експерименталне деонице 1 и 2, у програму Statgraphics centurion	230
<b>10. БИОГРАФИЈА АУТОРА</b>	244

## 1. УВОД

Постоји више извора површинског наноса као што су: неконтролисане депоније, стихијска одлагалишта грађевинског и индустријског материјала (Araujo & Costa, 2006), непрописни објекти за прераду хране и производњу амбалаже (Moore, et al. 2011), незаштићени испусти атмосферских вода из насеља (Nakada, et al., 2004), неуређене плаже и видиковци (Derrick, 2002; Aliani et al., 2003), итд.. У свим наведеним изворима површинског наноса, значајно је учешће пластике. Пластичан отпад има способност плутања по површини воде, иако већи део тог наноса убрзо потоне и транспортује се воденим струјама по дну река, мора и океана (Ryan, et al., 2009).

Појава плутајућег наноса је први пут регистрована у другој половини XX века у САД, и повезана је са проналаском и масовном употребом производа од пластике (Leichter, 2011). Пластичан отпад садржи: трајне органске загађиваче (POPs - persistent organic pollutant), полицикличне ароматичне хидроугљенике (ПАН - polycyclic aromatic hydrocarbons), полихлороване бифениле (PCBs - polyhlorinated biphenyls), групу органских материја (SOM - sorbent organic matter) и групу нафтних угљоводоника (PHCs - petroleum hydrocarbon), који се у воденој средини ослобађају и ступају у хемијске реакције (Ogata, et al., 2009), а могу их апсорбовати и организми (Teuten, et al., 2007). Органски загађивачи могу утицати на повећање температуре воде, смањење кисеоника, промену рН вредности и промену салинитета (Covich, et al., 1999). Промене квалитета воде могу утицати на еколошке процесе (Bolton & Shellberg, 2001; Pool, 2010), који доводе до еутрофикације (Crossley, et al., 2002). Удео пластичног отпада у комуналном отпаду износи 5 - 10 % (Barnes, et al., 2011), у површинском наносу 40 - 80 % (Teuten, et al., 2011), а на дну река, мора и океана, преко 80 % (Barnes, et al., 2011).

Претходна истраживања морфолошког састава површинског наноса у реци Дрини, показала су да се углавном састоји од: пластичних кеса, флаша и чаша, пластичне амбалаже, стиропора, гума, алуминијумског отпада и мањим делом од органског отпада, биљног и животињског порекла (Županski & Gavrilović, 2006).

Уочено је да се површински нанос разликује од уобичајеног, речног наноса и природног наноса од дрвета, који постоји у рекама. Због тога је површински нанос издвојен у нову категорију наноса, чије су основне карактеристике: (а) претежно антропогено порекло, и (б) хетероген састав. По доспевању у реку, површински нанос плута по површини воде, због чега се често назива и плутајући нанос. После извесног времена он тоне, делимично или потпуно на дно, што је уочено током пражњења акумулације ХЕ Потпећ, 1999, 2002 и 2005. год. Током транспорта у речном току површински нанос може плутати по површини воде, а у одређеним околностима јавља се у лебдећем стању (између површине и дна) или се таложи на речном дну (Županski & Ristić, 2012).

У Србији се годишње производи око 2.374.374 тона комуналног отпада. Комунална предузећа сакупљају око 57 % отпада из урбаних средина и претежно одлажу на депоније (Стратегија управљања отпадом, 2010). У Закону о управљању отпадом у Србији (2010), Босни и Херцеговини (2003) и Црној Гори (2011), предвиђена је изградња санитарних депонија, а за одлагање се користе неконтролисане локације. Према Федералном плану управљања отпадом (2011), у Босни и Херцеговини се одложи годишње око 2.200.000 тона неопасног и опасног отпада на одлагалишта, од којих 1893 представљају неуређене депоније (Хациефендић, 2010). Према подацима Завода за статистику Црне Горе (2013), у 2012. години је одложено 279.667 тона отпада на неодговарајућа одлагалишта.

Вишедеценијска загађења река отпадним материјама, проузроковала су деградацију многих река као што су, на пример: Борска река у Србији (Milijašević, et al., 2011), река Блекстон у САД (US Army Corps of Eng., 1994), река Доња Рајна у Немачкој (Lenders, 2003), итд. Због тога је заштита квалитета речне воде и еколошког интегритета, важан циљ рехабилитације деградираних река.

Недоследности које постоје у дефинисању зоне заштите као појаса земљишта са функцијом еколошке заштите акватичне средине или функцијом заштите од поплава, уочио је Bren (1993, 1995, 1998). Према, Phardt, et al., (2000) заштита река има примарну еколошку функцију у оквиру природних граница приобаља, које је

дефинисано као: "тродимензионални простор који чини, река и појас земљишта уз реку, у дубину са припадајућим изданима, у висину са простором крошњи дрвећа, живим и неживим светом". Аутори, Verry et al., (2004) наводе да је приобаље варијабилне ширине, и ту тврдњу поткрепљују на примеру четири типа речних долина.

Заједничко мишљење већине истраживача је да зону заштите река треба дефинисати што ближе природним границама приобаља, у оквиру којих постоји јака хидро - геоморфолошка веза између водостаја у реци и топографије терена (Pool G., 2010), што је омогућено коришћењем дигиталног модела терена и компјутерских програма, ArcGis9.3.ESRI (Aunan, et al., 2005; Holmes & Goebel, 2010) и ArcGis10.ESRI, (Abood & Maclean, 2011). Резултати истраживања Jencso, et al., (2010), показали су да постоји хидролошка повезаност између директних падина и приобаља код планинских сливова као и да отицај површинске воде са падина утиче на количину подземне воде. Никић (2003), објашњава појаву маловодног отицаја у речесионом периоду, код малих и средњих водотока, хидрогеолошким условима, односно алиментирањем воде из хидрогеолошког колектора. Према Freeman, et al., (2007), у речном сливу постоји просторна 3D хидролошка веза: лонгитудинална (узводно - низводно), латерална (плавна зона), вертикална (између атмосфере и површинске и подземне воде), и еколошка (између енергије, материје и организама), па свака хидроморфолошка промена утиче на промену еколошког стања (Wolock et al., 2004).

Заштита квалитета површинских вода и достизање нивоа "доброг статуса" река до 2027. год., основна је идеја Оквирне директиве о водама (Skoulikidis, 2002). Међутим, 14 година после усвајања, ова директива (WFD, 2000) је доживела велику критику. Hering, et al., (2010) сматрају да је основни разлог неуспеха примена погрешне методологије са акватичним организмима (фитопланктон, фитобентос, бентосни макробескичмењаци, макрофите и рибе) за дефинисање величине загађења и статуса водних тела. Озбиљне критике директиве потичу од шумарске струке. Futter, et al., (2011) наводе да је термин шума споменут само једном, а термин шумарство, ниједном. Lorz, et al., (2007), сматрају да стање шума

треба да буде индикатор еколошког стања река, јер шуме у Немачкој заузимају око 30% територије и постоје позитивни резултати њиховог утицаја на квалитет вода, а Nisbet, (2001) наводи резултате истраживања утицаја шума у приобаљу на пречишћавање речне воде. Појава површинског наноса у реци Дрини проузрокује деградацију квалитета површинских и подземних вода и представља проблем за достизање "доброг статуса", према Оквирној директиви о водама.

### **1.1. Предмет истраживања**

Предмет истраживања у тези обухвата:

- стање комуналних депонија у сливном подручју реке Дрине и могућност доспевања површинског наноса у водотоке,
- мониторинг површинског наноса у акумулационим језерима,
- одређивање зона заштите од доспевања површинског наноса у реку Дрину,
- избор оптималних мера заштите, и
- израду регресионог модела за оцену утицаја хидро - геоморфолошких услова на доспевање површинског наноса у реку Дрину и притоку Лим.

### **1.2. Циљ и значај истраживања**

Основни циљ истраживања је дефинисање методологије која треба да пружи једноставан и ефикасан приступ за решење растућег проблема површинског наноса у хидрографској мрежи реке Дрине. У развоју методологије истраживања су усмерена да објасне појаву површинског наноса, везу између претпостављеног узрока појаве (неконтролисаних депонија) и уочене последице (количине доспелог површинског наноса у акумулацијама хидроелектрана), као и недостатке у примени досадашњих мера заштите. Обзиром да се ради о просторној вези између депонија и водотока у сливном подручју реке Дрине, важан циљ је да се издвоје фактори који утичу на доспевање површинског наноса и дефинишу делови слива и границе зона, у којима се веза остварује. У тим зонама би се предложиле оптималне мере заштите.

Због заједничког проблема површинског наноса на територијама, Црне Горе, Републике Српске, Федерације БиХ и Србије, резултати истраживања би могли да се користе за израду регионалног плана заштите реке Дрине од површинског наноса, као и да се примене за реке које имају сличан проблем са површинским наносом.

### **1.3. Структура докторске дисертације**

Теза има десет поглавља. У уводу се говори о општој проблематици површинског наноса. У другом поглављу су приказани материјали и методе који су коришћени у истраживању. У трећем поглављу је изложен преглед досадашњих истраживања. У четвртом делу су приказани резултати истраживања општих услова средине сливног подручја реке Дрине и посебних услова средине на експерименталним деоницама слива. Затим су приказани резултати истраживања издвојених фактора који имају директан утицај на доспевање наноса: максималног водостаја и нагиба директних падина, који су коришћени за одређивање уже и шире зоне заштите. У истом поглављу су приказани и резултати анализе ризика од доспевања површинског наноса. У петом делу је приказан регресиони модел за оцену утицаја хидролошко-геоморфолошких услова на доспевање наноса у хидрографску мрежу слива Дрине. У шестом делу је изложена дискусија о резултатима истраживања. У седмом делу су закључна разматрања. У осмом делу је преглед литературе, у деветом су прилози, а у десетом делу је изложена биографија аутора.

## **2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ**

Ово поглавље се састоји из следећих целина: општи приступ, подручје истраживања и врсте података и избор метода, у којима су детаљно су описани, материјали, технике и методе који су коришћени у истраживању.

### **2.1. Општи приступ**

Општи приступ у истраживању, састоји се из три фазе:

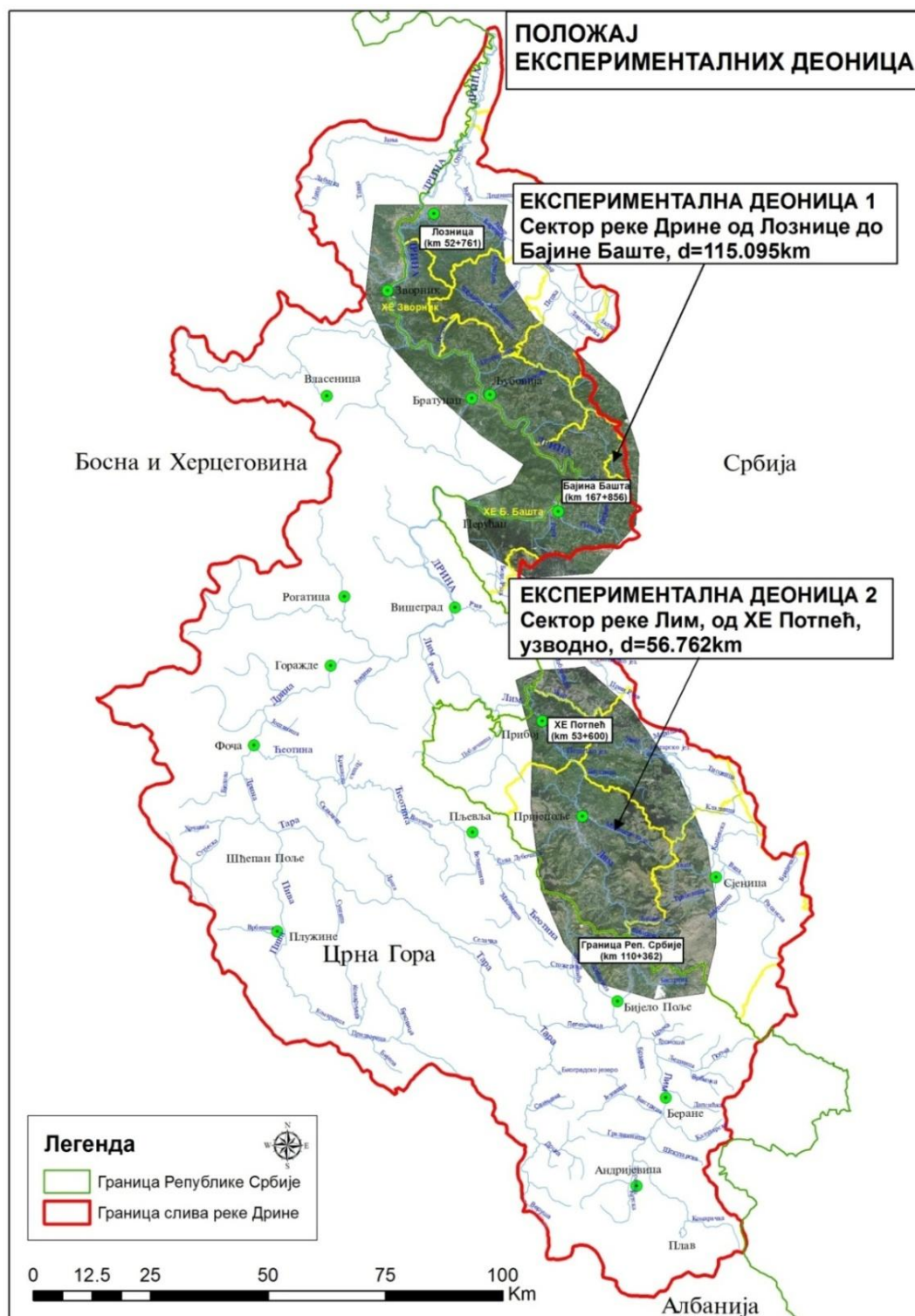
- прва фаза обухвата прибављање и анализу расположивих података о површинском наносу (студије, пројекти, научни радови, хидролошки подаци из РХМЗ-а, топографске, геолошке, вегетацијске и педолошке карте, техничку документацију за акумулације ХЕ Бајина Башта, ХЕ Зворник и ХЕ Потпећ из предузећа "Енергопројект-Хидроинжењеринг" и Института за водопривреду "Јарослав Черни", из Београда, итд.),
- друга фаза обухвата теренска истраживања (стање депонија, стање површинског наноса у ушћима притока, функционалност шумске вегетације за задржавање наноса, прикупљање података о површинском наносу од локалних заједница, учествовање у акцијама чишћења језера од површинског наноса и мерење доспелих количина наноса у акумулацијама, ХЕ Бајина Башта, ХЕ Зворник и ХЕ Потпећ, и
- трећа фаза је обухватила обраду података истраживања и писање рада.

### **2.2. Подручје истраживања**

Истраживања су урађена на две експерименталне деонице (сл.1) у сливу реке Дрине у Србији:

- експериментална деоница 1, обухвата потез од града Лозница до насеља Бајина Башта, са дужином тока реке Дрине од 115 km,
- експериментална деоница 2, обухвата потез узводно од хидроелектране Потпећ, са дужином тока реке Лим од 57 km, до државне границе Србије и Црне Горе.





Сл. 1. Положај експерименталних деоница 1 и 2, на сливу реке Дрине

На експерименталној деоници 1, налазе се акумулациона језера, ХЕ Зворник и ХЕ Бајина Башта, а на експерименталној деоници 2, акумулационо језеро ХЕ Потпећ.

### 2.3. Врсте података и избор метода

Истраживање депонија комуналног отпада као главног извора површинског наноса на сливу Дрине, урађено је због:

- пластичног отпада који се појављује као заједничка компонента морфолошког састава површинског наноса и комуналног отпада,
- званичних података о локацијама депонија у Србији (Агенције за заштиту животне средине, Републике Србије, 2010), и
- мишљења локалног становништва да су депоније, главни извор површинског наноса у сливу реке Дрине.

Прво истраживање депонија урађено је 2006. год., у општинама: Бајина Башта, Вишеград, Устипрача, Федерално Горажде, Фоча, Рогатица, Чајниче, Рудо, Пријепоље, Прибој, Нова Варош, Бијело Поље, Беране, Андријевица и Плав (Županski & Gavrilović, 2006). Локације тзв. "главних" депонија су снимљене GPS уређајем (Garmin 60CSx) и фотографисане. Примењен је и метод анкете за добијање општих података о депонијама и површинском наносу у водотоцима од надлежних из комуналних предузећа, као и становника који користе депоније. Друго истраживање је урађено је 2009. године у општинама: Љубовија, Сребрница, Братунац, Зворник, Мали Зворник и Лозница (Институт за водопривреду "Јарослав Черни", 2009; Županski & Milojević, 2010).

Подаци о локацијама депонија, допуњени су 2010. год., подацима Агенције за заштиту животне средине Републике Србије, и систематизовани у GIS подлогу за компјутерску обраду у програму ArcGis10.ESRI. Из регистра Агенције, преузете су геодетски снимљене локације депонија са оригиналним ознакама и унешене на одговарајуће карте (геолошку, педолошку, вегетацијску, итд.). Ознаке депонија представљају почетна, латинична слова општина, месних заједница и броја депоније, као на пример, општина Лозница, месна заједница Козјак, број депоније 1 (lo-ko 1). За анализу међусобних утицаја између услова средине и депонија на доспевање површинског наноса у хидрографску мрежу реке Дрине, на експерименталним деоницама 1 и 2, коришћене су одговарајуће карте Србије, и СФР Југославије. За анализу утицаја геолошких карактеристика терена на

доспевање површинског наноса, коришћена је Основна геолошка карта (ОГК) СФР Југославије, у размери 1:100.000 са одговарајућим тумачима за листове: Зворник (Мојсиловић С., и др., 1968), Љубовија (Кубат И., и др., 1968), Ваљево (Мојсиловић С., и др., 1975), Титово Ужице (Мојсиловић С., и др., 1978), и Пријепоље (Ћирић А., и др., 1977). За анализу утицаја карактеристика земљишта на доспевање површинског наноса, коришћена је Педолошка карта СФР Југославије (Антоновић Г., 1982), у размери 1:50.000, за секције, Лозница 4, Зворник 2, Крупањ 3 и 4, Ваљево 3 и 4, Титово Ужице 3, Вишеград 2 и 4, Пљевља 1, 2 и 4, Сјеница 3 и 4. За анализу утицаја шумске вегетације на доспевање површинског наноса, поред непосредних, теренских истраживања стања вегетације на експерименталним деоницама, коришћена је и Карта природне потенцијалне вегетације СФР Југославије у размери 1:1.000.000 (Јовановић Б., Мишић В., 1983/1986). За анализу начина коришћења земљишта коришћена је карта Согине за Србију из 2006. год. За анализу утицаја ерозије на доспевање површинског наноса, коришћена је Карта ерозије Србије из Водопривредне основе Србије (2001).

За израду ове дисертације, урађен је мониторинг површинског наноса (2009 - 2011. год.), у договору са надлежнима из ХЕ Бајина Башта, ХЕ Зворник и ХЕ Потпећ. Мониторинг се састојао, из учешћа у акцијама чишћења акумулационих језера које су организовале хидроелектране, и систематизације прикупљених података, као што су: фото-документација, записници о количинама извађеног наноса и коришћење механизације и опреме (Županski & Ristić, 2012). У акцијама чишћења, примењена је следећа процедура:

- сакупљање наноса са површине воде, утовар у чамце и истовар на обали,
- ручна сепарација отпада (пластични отпад, ауто гуме, лименке, дрво, итд.),
- транспорт отпада на рециклажу или депоније. Пластични отпад је упакован у PVC кесе (1.20 x 0.8m), а органски отпад је утоварен у пластичне контејнере од 1m<sup>3</sup>. Дрвени отпад је подељен за огрев.

У циљу могућности примене Метода потенцијала ерозије (МПЕ, Гавриловић С., 1972) за прорачун количине доспевања површинског наноса у реципијенте,

посебна пажња је посвећена прорачуну количине ерозионог и бујичног наноса на експерименталним деоницама 1 и 2, према једначини, која гласи:

$$W_{\text{god}} = T \cdot H_{\text{god}} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot F, \text{ где је,}$$

$W_{\text{god}}$  – укупна продукција ерозионог материјала на сливу, у  $\text{m}^3/\text{god}$

$T$  – температурни коефицијент подручја

$H_{\text{god}}$  – средња годишња количина падавина у  $\text{mm}$

$\pi$  – 3.14

$Z$  – коефицијент ерозије слива

$F$  – површина слива у  $\text{km}^2$ .

За прорачун су коришћени подаци са метеоролошких станица на подручју експерименталних деоница 1 и 2, за период обраде од 1949 до 2006. год., добијени од Републичког хидрометеоролошког завода Србије (РХМЗ). Заступљеност категорија ерозије на експерименталним деоницама је преузета са Карте ерозије Србије из Водопривредне основе Србије (2001).

У развоју методологије за одређивање зона заштите, примењен је метод анализе општих и посебних услова средине на доспевање површинског наноса, а затим, метод синтезе за дефинисање фактора директног утицаја: максималног водостаја и нагиба директних падина. Линија максималног водостаја за  $T=100$  година, усвојена је као гранична линија између уже и шире зоне заштите. Обзиром да карта плавних зона, није до сада урађена у Србији, примењена су три метода за одређивање плавне зоне. То су:

- а) метод индикативне плавне зоне на основу података о прорачунатим вредностима коте  $\text{max}$ . водостаја на меродавним хидролошким станицама за повратни период од  $T=100$  година (применом теоријских и емпиријских расподела Пирсон (Pearson) III и теста Колмогорова за 99 % обезбеђености (прилог 9.1), и интерполације изохипси на ДМТ,
- б) метод хидрауличког прорачуна HEC-RAS, за повратни период од  $T=100$  год., према подацима који су преузети из техничке документације Енергопројект - Хидроинжењеринг", (1998. год., и 2012. год.), и Института "Јарослав Черни" (2010), и

- в) компјутерски модел Abood & Maclain (2011).

Одабран је модел Abood & Maclain (2011), због широког опсега могућности за примену код одређивања плавне зоне. Модел је примењен за водотоке који су испуњавали два услова: да имају податке мерења водостаја са најмање две хидролошке станице у сливу (према РХМЗС), и податке за локације депонија, према евиденцији Агенције за заштиту животне средине (2010). Такве услове су испуниле само реке Дрина и Лим.

Методологија заштите реке Дрине од површинског наноса, представљена је на карти процене ризика. За израду ове карте коришћен је дигитални модел терена Србије (ДМТ, Републичког геодетског завода Србије) са резолуцијом од 30 метара (величина пиксела је 30 x 30 m), у комбинацији са орто - фото снимцима терена у размери 1:25.000. Дигитални модел терена има координатни систем ознаке: WGS\_1984\_UTM\_Zona 34 N. На ДМТ су унети подаци о локацијама депонија (Агенције за заштиту животне средине Републике Србије, 2010). Затим су одређене локалне топографске вододелнице, као границе шире зоне, на основу примене програма ArcGis10.ESRI, softwear, Python 2.6, са визуелним приказом Hillshade за добијање перцепције дубине, односно 3D визуелизацију простора.

На основу података о максималном водостају на меродавним хидролошким станицама, формиране су линије плавних зона, применом компјутерског модела Abood & Maclain (2011). Све депоније које су се нашле у ужој зони заштите, дефинисане су као високо - ризичне за доспевање површинског наноса, депоније у широј зони, као средње - ризичне и депоније изван уже и шире зоне, дефинисане су као ниско ризичне.

Предлог објеката и радова за заштиту водотока од површинског наноса, урађен је у складу са дефинисаним зонама заштите (уже и шире зоне). Предложени су следећи објекти и радови:

- хидротехнички објекти (решетке, скретнице, ланчанице, итд.), према НЕС, No.9 (2005),

- санација неконтролисаних депонија (дезинфекција, дератизација и дезинсекција, измештање отпада, итд.), и
- антиерозиони радови (технички, биотехнички, и биолошки) и административне мере, које се уобичајено користе за заштиту од ерозије земљишта и бујица у Србији.

За израду регресионог модела за оцену утицаја везе између депонија и максималних водостаја река Дрине и Лима на доспевање површинског наноса, примењени су следећи статистички методи: дескриптивна статистика, корелациона анализа, регресиона анализа (једноставна и вишеструка), као и статистички тестови ( $t$  - тест и  $F$  - тест). Подаци су обрађени у статистичком програму Statgraphics centurion (2013).

### 3. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

Досадашња истраживања, која се могу довести у везу са површинским наносом, повезана су са тачкастим и расутим изворима загађења у сливу, одређивањем оптималног заштитног појаса у руралном и урбаном пределу и применом мера заштите од доспевања наноса у водотоке. Због тога је у даљем раду изложен преглед истраживања и мера заштите, које могу допринети објашњењу појаве површинског наноса и спречавању негативних утицаја.

#### 3.1. Извори површинског наноса

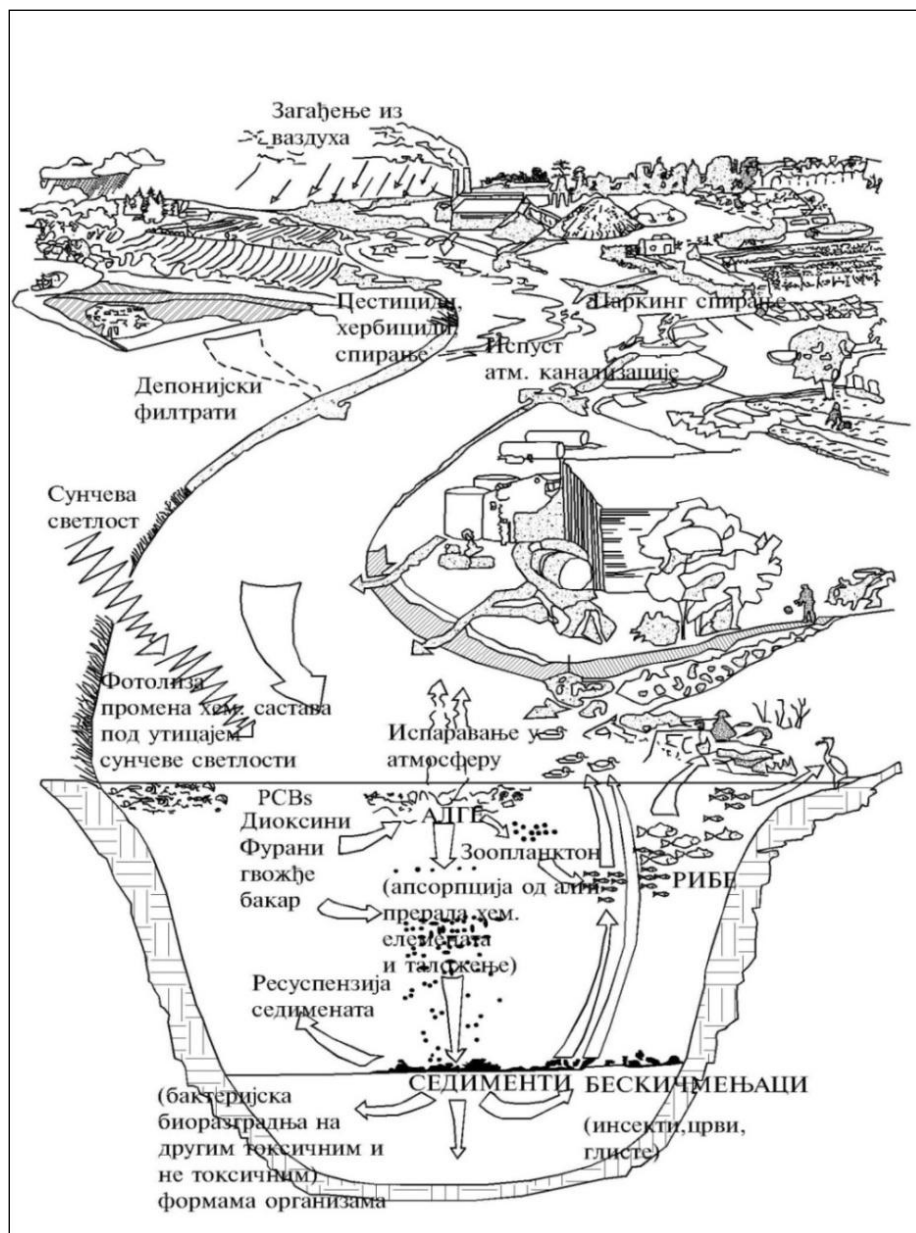
Извори површинског наноса у сливу река могу бити:

- антропогеног порекла (неправилно ускладиштени пластични производи и отпад, испусти атмосферских вода, неконтролисане депоније, итд.), и
- природног порекла (изумрли биљни и животињски делови).

Постоји више извора површинског наноса, антропогеног порекла. На сл. 2, приказани су тачкасти и расути извори загађења реке Rouge (US Army Corps of Engineers, 1994). Сви расути извори загађења реке представљају изворе површинског наноса. Чине их вештачки произведени или употребљени материјали, често са токсичним својствима, који су неправилно ускладиштени или депоновани, па могу доспети у водоток и постати површински нанос. Неконтролисане депоније представљају важан извор површинског наноса и расутог загађења слива.

Према резултатима истраживања, Teuten, et al., 2011, у узорцима плутајућег наноса су нађени: POPs - трајни органски загађивачи (енгл.: persistent organic pollutant) као што су, пестициди и поливинил хлорид; PAH - полициклични ароматични хидроугљеници (енгл.: polycyclic aromatic hydrocarbons), као што су, угарци од сагоревања органског отпада, опушци цигарета, итд.; PCBs - полихлоровани бифенили (енгл.: polychlorinated biphenyls), као што су, отпадна уља из трансформатора, боје и лакови, фуран и диоксин; SOM - група органских

материја (енгл.: sorbent organic matter), као што су, тампони, улошци и пелене; РНС - група нафтних угљоводоника (енгл.: petroleum hydrocarbon; chlorinated hydrocarbons), као што су бензин и нафта, који су аеробно биоразградиви, што значи да у води троше доступан кисеоник.



Сл. 2. Извори загађења реке Rouge (US Army Corps of Engineers, 1994)

Све наведене групе загађивача имају способност да се ослобађају у води и ступају у различите хемијске, физичке и органо-хемијске везе и реакције, транспортују се



водом или организмима који су их примили преко дигестивног тракта или коже, и учествују у ланцу исхране (Teuten, et al., 2007).

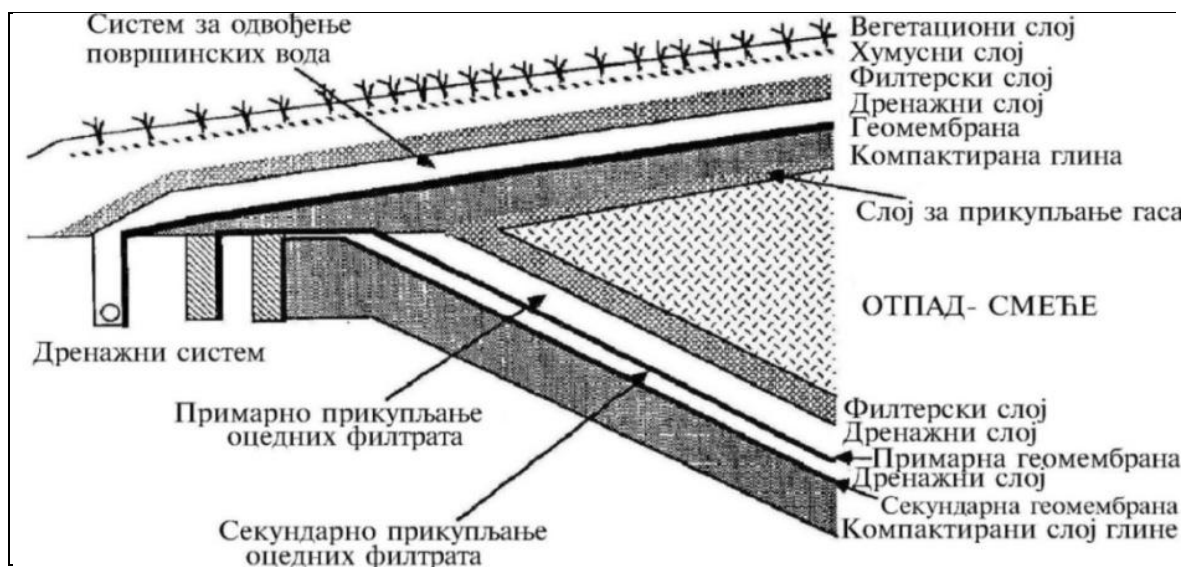
Најчешће локације неконтролисаних депонија су поред река и потока. Јахић М. (1980), разликује:

- сметлишта, у којима су комунални и други отпади ускладиштени без техничких и санитарних прописа, у виду набацаних гомила на равном терену или у јаругама и јамама, без прекривања отпада изолационим и инертним материјалом, и
- санитарне депоније, у којима су чврсти отпади контролисано одложени, уз примену техничких и санитарних прописа за ту врсту отпада, чиме се обезбеђује заштита животне средине.

Daniel D. (1994) наводи да су санитарне депоније објекти изграђени од слојева компактираног смећа и прекривке, код којих се примењује технологија санитарног одлагања, одвођења и третмана оцедних филтрата и гасова из отпада (уградњом одговарајућих система). На сл. 3, приказана је шема дренажног система санитарне депоније.

Пречишћавање филтрата се врши ван депоније, као и третман гасова у циљу заштите околине. Изолационе баријере су од пластифициране фолије (High density polyethylene - HDPE) са водопрпусношћу  $\geq 1 \times 10^{-9}$  m/sec или компактиране глине. У околини санитарне депонија се постављају пијезометри за мониторинг утицаја филтрата из отпада на загађење подземних вода. Комунални отпад је хетерогеног састава и порекла. Просечан, морфолошки састав комуналног отпада је: стакло 7 %, метал 8.5 %, пластика 8 %, отпад од хране 7.4 %, баштенски отпад 17.6 %, папир 40 %, остало 11.6 % (Daniel D., 1994).

Одлагање отпада на санитарне депоније представља санитарну меру заштите простора у коме људи живе. Насупрот томе, код неконтролисаних депонија, не постоји примена мера заштите животне средине, тако да такве локације представљају изворе загађења воде, ваздуха и земљишта као и изворе површинског наноса.



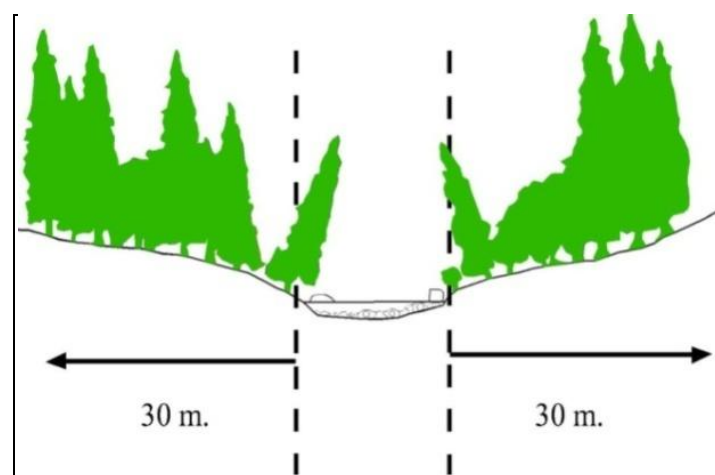
Сл. 3. Шема дренажног система за прикупљање оцедних филтрата од отпада на санитарној депонији (Daniel D., 1994)

Шумски пожари и шумске сече су извори површинског наноса природног порекла. На мањим рекама и потоцима, дебла и гране могу изазвати локално плављење (Abbe & Montgomery, 1996; Bocchiola, et al., 2002). Шумски пожари могу озбиљно да угрозе стабилност падина, изазову појаву ерозије и клизишта. У периоду од 1990 - 2005 год., у Србији је изгорело у пожарима око 43.000 хектара шума (Dragićević, et al., 2011). Оборено дрвеће може утицати на смањење брзине речног тока и прилив органских материја и представља уточиште за акватичне организме, нарочито рибе (Santi, et al., 2007). Код пројектовања брана у планинском подручју, треба да се води рачуна о пропустима за дебла као и рибљим стазама, а посебан проблем представљају запуњени акумулациони простори брана које се више не користе (Hart et al., 2002).

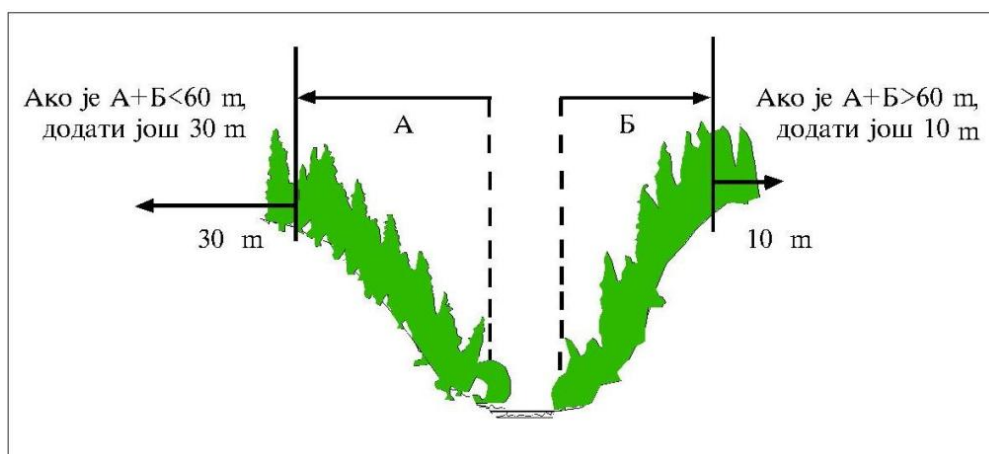
### 3.2. Одређивање граница приобаља и ширине појаса за заштиту река

Постоји велика противречност у дефинисању ширине појаса за заштиту река, у складу са природним условима или према људским потребама. Резултати тих сукобљених интереса се реализују кроз прилагођене форме управљања простором (Bren, 1993). Због геоморфолошких и хидролошких утицаја, дефинисање горње границе приобаља је неизвесно и непрецизно (Clerici, et al., 2011).

Одређивање "фиксне" ширине појаса заштите у руралном и тростепеног појаса у урбаном подручју је најједноставнија мера заштите река. Минимална ширина заштитног шумског појаса (сл. 4) за реке у Канади износи 30 метара (Ministry of Environment, Canada, 2005). Ширина појаса у локалним прописима, може бити само већа, у односу на државне, у зависности од распона речних долина, као што је приказано на сл. 5. У заштитном шумском појасу, постоји забрана сече, осим елиминације старих и болесних стабала.



Сл. 4. За потоке и мање реке, ширина шумског појаса је 30 m (Ministry of Environment, Canada, 2005)



Сл. 5. За реке са распонам долина  $< 60$  m, појас се проширује за 30 m, а за кањоне и клисуре  $> 60$  m, додаје се још 10 m (Ministry of Environment, Canada, 2005)

Сличан пропис постоји и у Сједињеним државама. Ширина појаса заштите у руралном подручју износи минимално 30 m, према U.S.Army Corps of Eng. (1991).

Ширина заштитне зоне у урбаној средини је подређена антропогеним активностима. Према прописима Агенције за заштиту животне средине (U.S., EPA, 2005), заштитна зона реке у урбаном пределу је тростепена (сл. 6), и чини је:

#### *Зона речне обале*

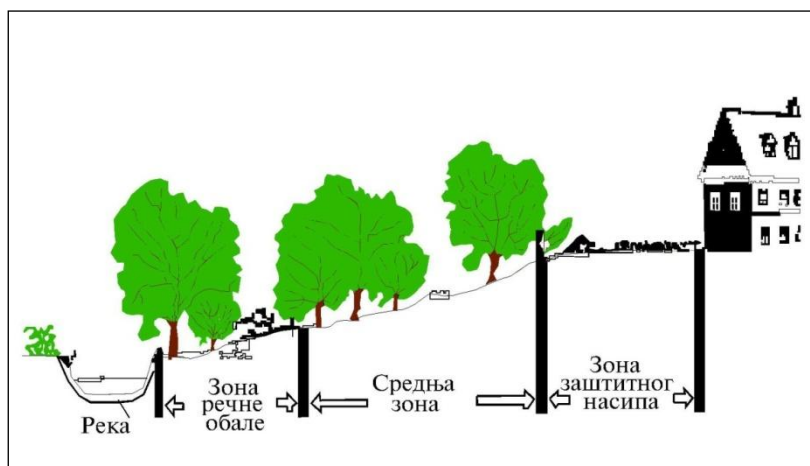
- има значај у заштити физичког и еколошког интегритета екосистема реке,
- почиње од ивице речног корита и има min. ширину око 8 m (25 ft)
- основна функција ове зоне је заштита од поплава,
- вегетацију чине аутохтоне врсте дрвећа, жбуња и трава.

#### *Средња зона*

- представља појас земљишта између речне обале и спољне зоне. Има ширину око 15 m (50 ft),
- намењена је за активну и пасивну рекреацију (трчање, шетња, возња бицикла),
- вегетацију чине аутохтоне врсте дрвећа, жбуња и трава.

#### *Спољна зона заштитног насипа*

- има функцију спречавања наглог отицање атмосферске воде,
- почиње од спољашње ивице средње зоне, и има min. ширину од 7.5 m (25 ft), до најближег грађевинског објекта,
- у овој зони је ограничена изградња објеката високоградње или водонепропусних покривача (асфалтираних улица),
- уобичајена је травна вегетација.



Сл. 6. Три зоне заштите у урбаном пределу (U.S., EPA, 2005)

У Закону о водама Србије (Сл. гласник РС, бр. 30/2010) у члану 9, дефинисано је:

- "приобално земљиште", као појас земљишта непосредно уз корито за велику воду које служи одржавању заштитних објеката и корита за велику воду и обављању других активности које се односе на управљање водама.
- "ширина појаса приобалног земљишта" је до 10 метара у подручју незаштићеном од поплава, и до 50 метара у подручју заштићеном од поплава (зависно од величине водотока, односно заштитног објекта), рачунајући од ножице насипа према браћеном подручју.

У законској регулативи Србије, постоји значајна разлика у односу на иностране прописе за рурално подручје, док су прописи за урбано подручје слични и регулисани Законом о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/09; 50/13) и урбанистичким плановима за уређење обала и приобаља. На пример, у Закону о шумама (Сл. гласник РС, бр. 30/2010), Закону о заштити животне средине (Сл. гласник РС, бр. 36/09), Закону о водама (Сл. гласник РС, бр. 30/10) и Закону о заштити и одрживом коришћењу рибљег фонда (Сл. гласник РС, бр. 36/09), није споменут термин "шума" или шумски појас за еколошку заштиту река и акватичних заједница у руралном подручју.

Тај пропуст је необичан, јер територија Србије има разгранату хидрографску мрежу и претежно брдско-планинску територију, са потенцијалном шумском вегетацијом поред река, која има заштитну улогу у спречавању доспевања површинског наноса.

**Одређивање границе приобаља анализом 3D простора речне долине**, је савремени приступ, који је омогућен сателитским снимањем површине земље и применом дигиталних модела терена. Ihardt, et al., (2000) су дефинисали приобаље као 3D интерактивно подручје између реке и земљишта уз реку, као што је приказано на сл. 7.

За одређивање граница приобаља предложена су 3 параметра, која утичу на функционалне карактеристике: плавна зона, речне терасе и нагиб падина између плавне зоне и речних тераса.



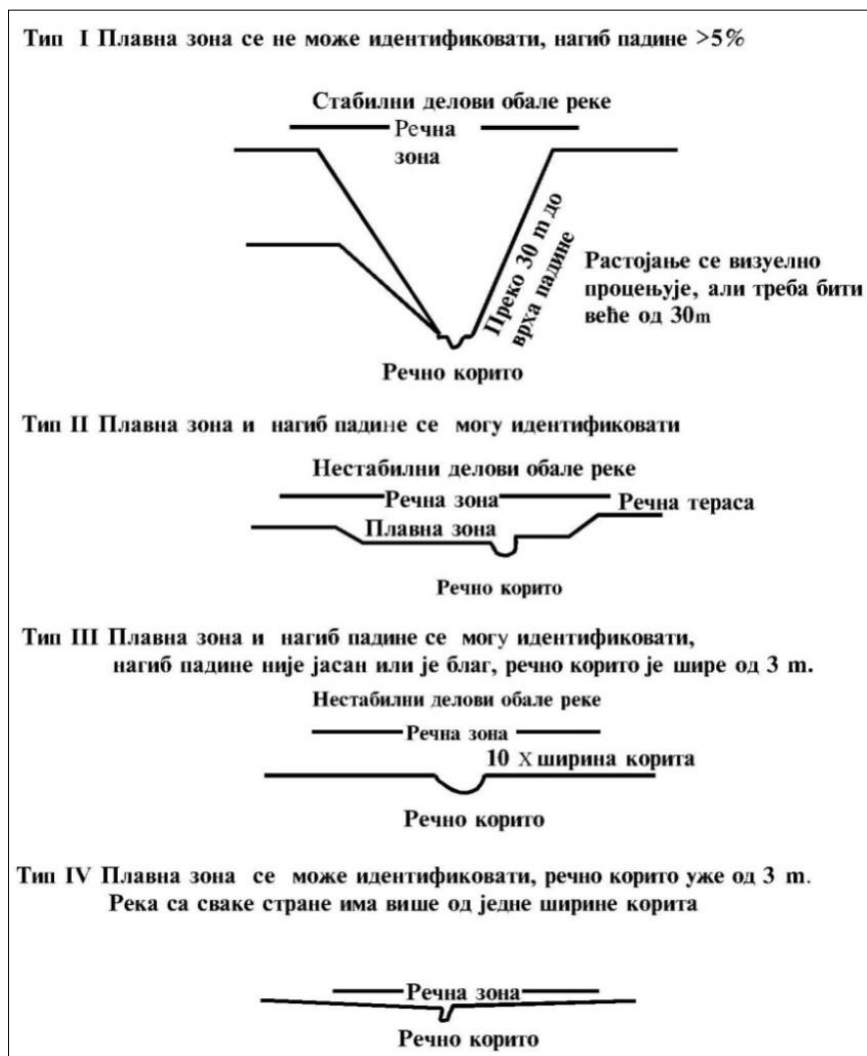
Сл. 7. Еколошки модел речног приобаља. (Illhardt, et al., 2000)

Verry, et al., (2004), истичу да је критеријум геоморфологије речне долине важан за дефинисање граница приобаља. На сл. 8, види се приказ 4 типа речне долине. Код типа I, плавна зона се не може идентификовати, а стране речне долине су веома стрме, тако да се код одређивања појаса заштите, на ширину распона речне долине, додаје још 30 m. Код типа II, плавна зона, речне терасе и нагиб падина између плавне зоне и речних тераса се могу идентификовати, тако да њихова заједничка ширина, представља појас заштите реке. За одређивање граница приобаља код речних долина типа III и IV, критеријум је плавна зона, дефинисана нагибом терена ( $<5^\circ$ ) и ширином речног корита ( $> 3$  m, или  $< 3$  m).

Holmes & Goebel, (2011), предлажу да се пропис за "фиксну" ширину приобаља, замени варијабилном ширином, као резултат природних граница приобаља, одређених на основу геоморфолошке анализе.

На сл. 9, приказано је подручје истраживања у националном парку у држави Охајо (Cuaahoga Valley National Park), на дигиталном моделу терена са "фиксном" ширином приобаља од 15.24 m и 91.24 m (50 и 100 ft) и варијабилном ширином,

мануално уцртаном на основу експертске анализе и примене програма ArcGis 9.3.ESRI.



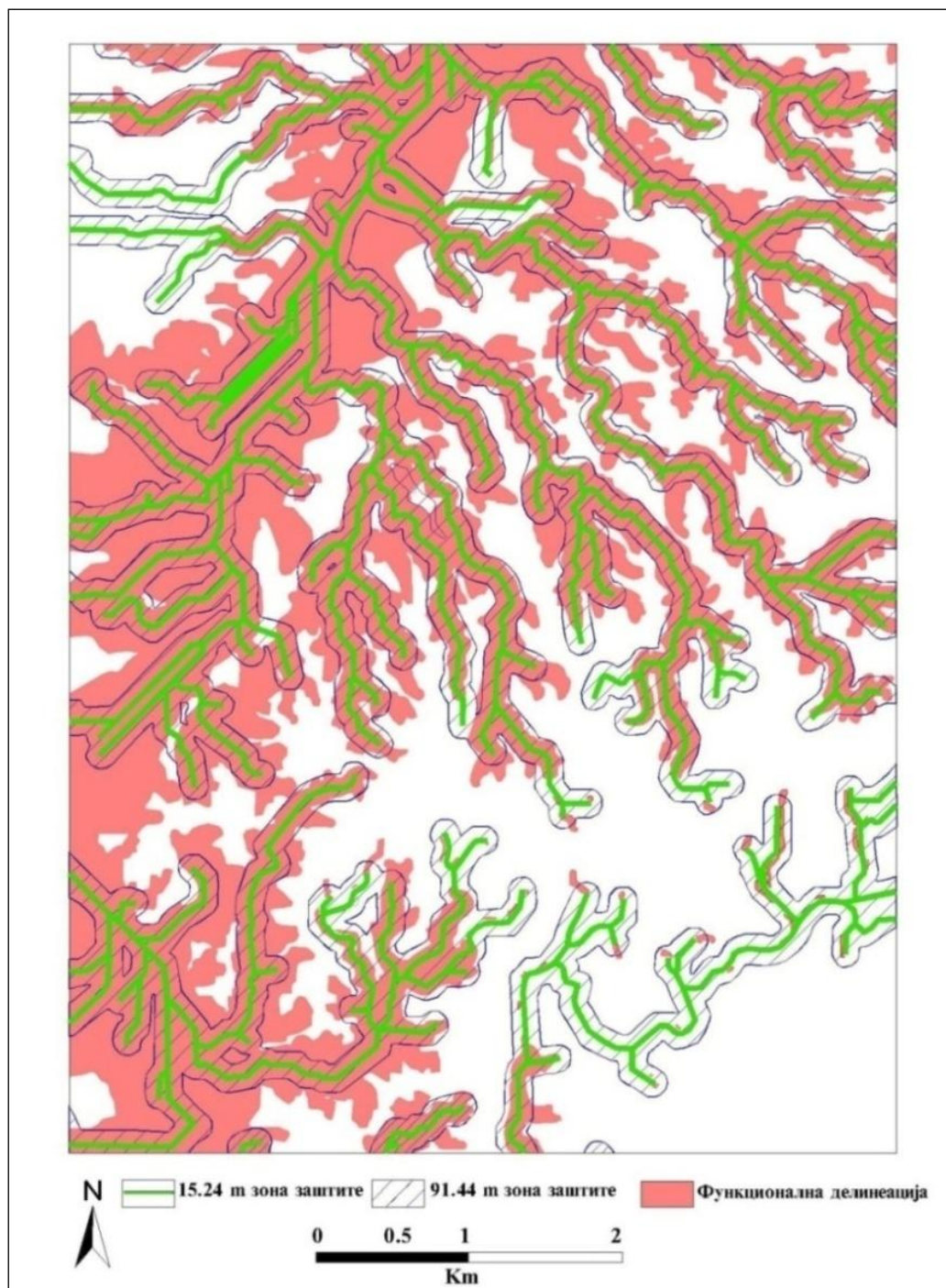
Сл. 8. Шематски приказ четири типа долине реке (Verry, et al., 2004)

За анализу подручја националног парка, коришћене су следеће подлоге (Holmes & Goebel, 2011):

- топографска карта у  $P = 1 : 24000$ ,
- прегледна карта националног парка у  $P = 1 : 24000$ ,
- аеро снимци подручја, са резолуцијом од 1 m,
- дигитални модел терена (ДМТ) са резолуцијом од 30 m,
- карта путева у  $P = 1 : 24000$ , и
- хидрографска карта у  $P = 1 : 24000$ .



Према резултатима експертске анализе и теренског рекогносцирања, мануелно је одређена линија која разграничава приобаље на основу усвојене вредности нагиба терена од 5 %, према Verry, et al., (2004). Падином је проглашен рељеф чији је нагиб био већи од 5 %, а приобаље, када је нагиб био мањи од 5 %.



Сл. 9. Фиксна ширина приобаља према прописима и варијабилна ширина на основу функционалне делинеације (Holmes & Goebel, 2011)



**Одређивање 3D приобаља на основу разлике између средње и максималне висине водостаја** у моделу Abood & Maclain, (2011), урађено је применом програма, ArcGIS10.ESRI (software Python 2.6.). Подручје истраживања је обухватило неколико сливова у држави Мичиген. Прибављени су подаци водостаја (минималног, средњег и максималног) за сваки водоток са две хидролошке станице. Период обраде података је био 50 година. За језера и мочваре, програм аутоматски додаје ширину појаса заштите од 30.5 m. Применом модела Abood & Maclain (2011), на дигиталном моделу терена истраженог подручја, добијена је варијабилна ширина заштитног појаса око река и језера (плавна зона). Тај појас је дефинисан као приобаље.

### **3.3. Објекти и радови за заштиту од површинског и речног наноса, ерозије земљишта и бујичних поплава**

За заштиту од поплава, као и заштиту река од површинског и речног наноса, примењују се различити хидротехнички објекти и радови. За заштиту животне средине од негативних утицаја неконтролисаних депонија, примењују се радови на санацији депонија. За заштиту сливног подручја од ерозије земљишта и бујица, примењују се антиерозиони радови у сливу и радови за уређење бујица. Неки објекти и радови као и мере заштите, могу бити ефикасни и за заштиту од површинског наноса, тако да ће бити разматрани у даљем тексту.

**3.3.1. Хидротехнички објекти** су насипи, обалоутврде, преграде, прагови, акумулације, итд., који се граде у кориту река и служе за заштиту од вода (Костадинов С., 2008). У табели 1, (Hydraulic Engineers Circular, 2005), приказани су хидротехнички објекти за заштиту водотока од површинског и речног наноса:

- Скретница за нанос служи да задржи и усмери нанос, десно и лево од улива. Има облик латиничног слова V. (сл. 10).
- Решетка се поставља на месту улива потока или испуста цеви у акумулацију или водоток, и служи да задржи нанос, који се касније уклања (сл. 11).

- Ланчаница се састоји из бова и ланаца или конопаца који спајају бове. Служи да усмери нанос, како би се лакше извадио из воде (сл. 12).
- Бране од бетонских елемената (полупропусне), служе за задржавање речног и плутајућег наноса (сл. 13).

**Табела 1.** Водич за избор хидротехничког објекта за контролу плутајућег и речног наноса (НЕС, 2005)

Врсте наноса	скретница	решетка	цеваст испирач	мадрац	зид, рибља кост	броне и базени	комб. метод
лаган плутајући		X		X			X
средњи плутајући	X	X					X
тежак плутајући	X				X		
плутајући нанос			X			X	
муљ, песак			X			X	
шљунак, камен			X	X		X	
камење	X						



**Сл. 10.** Скретница на пропусту поред пута (НЕС, 2005)

Хидротехнички објекти имају велики значај за заштиту од речног и површинског наноса. Ефикасност примене неких објеката, као што су бране и решетке, зависи од редовног одржавања, односно чишћења и уклањања наноса, јер би они у супротном проузроковали плављење.



**Сл. 11.** Решетка на изливу отпадних вода (НЕС, 2005)



**Сл. 12.** Двострука ланчаница у каналу (НЕС, 2005)



**Сл. 13.** Комбинација ланчанице и полупропусне преграде (НЕС, 2005)

**3.3.2. Санација неконтролисаних депонија** обухвата радове чији је општи циљ заштита животне средине. У оквиру радова на санацији депонија, најчешће се примењује: компактирање и стабилизација одложеног отпада, израда косина депоније, одводњавање површинских вода, одвођење депонијских гасова, итд. Према Правилнику о критеријумима за одређивање локације и уређење депонија отпадних материјала (Сл. гласник РС бр. 54/92), контрола загађења подземне воде у близини депонија, врши се два пута годишње у три пијезометра, са низводне стране депоније. Измештање депонија није увек могуће и зависи од количине одложеног отпада, удаљености санитарне депоније, механизације и опреме, итд. Због тога је уобичајена пракса у Србији да се веће депоније затварају (без санације), са минималним улагањем у финално прекривање и рекултивацију, а мање депоније измештају. Санација, уређење и финално затварање депонија су предвиђени законским прописима: Законом о управљању отпадом (Сл. гл. РС бр. 36/09 и 88/10), Уредбом о одлагању отпада на депоније (Сл. гл. РС бр. 92/2010) и Правилником о критеријумима за одређивање локације и уређење депонија отпадних материјала (Сл. гл. РС бр. 54/92). Примена санитарних мера заштите за неконтролисане депоније је значајна за заштиту од површинског наноса.

### **3.3.3. Објекти и радови за заштиту од ерозије земљишта и бујичних поплава који се уобичајено примењују у Србији**

Бујичне поплаве са ерозионим наносом проносе и површински нанос. Често се обе врсте наноса могу уочити на ушћима бујичних притока у реку Дрину. Уочено је да постоји сличност у доспевању ерозионог и површинског наноса, као и да неки радови и објекти, утичу на задржавање обе врсте наноса. Због тога су анализирани уобичајени антиерозиони радови и мере заштите у Србији (Костадинов, 2008):

- технички радови, обухватају изградњу подужних и попречних грађевина за уређење бујичних корита (регулације, обалоутврде, ретензије, земљани насипи, преграде, прагови, бране, консолидациони појасеви, канали, и др.),
- биолошки и биотехнички радови, обухватају систем комплексних мера (пошумљавање голети; мелиорације деградираних шума, ливада и пашњака; израда система плетера за санацију јаруга; подизање

ветрозаштитних и снегозаштитних појасева; израда контурних ровова са садњом на заплавима; формирање илофилтерских система и др.),

- агротехнички радови (радови на мелиорацијама пољопривредних земљишта, поправци структуре земљишта, увођење плодореда, терасирање земљишта, контурно - појасна обрада земљишта, наводњавање, итд.),
- економско - газдинске мере (организација и искоришћавање земљишта у сливу, искоришћавање шума, пашњака, малих акумулација за наводњавање, риболов, планирање ловишта, итд.),
- административне мере (доношење и примена закона и прописа о забрани прекомерне испаше, увођење контурног орања, проглашење заштитних шума и пашњака, планска сеча шума и друга ограничења у вези са поседом земљишта и стоке у ерозионим подручјима и бујичним сливовима, итд.), и
- просветно-васпитне и пропагандне мере (организација курсева, предавања, стручних и научних скупова, публикација радова са актуелним проблемима у водопривреди, заштити од ерозије и бујица, итд.).

#### **3.3.3.1. Технички објекти и радови**

*Бране и ретенциони базени* погодни су за заустављање ерозионог наноса и површинског наноса и његову акумулацију (сл. 14, 15 и 16). Могу бити конструисани и у серијама, код терена са израженим падом.

*Консолидациони објекти*, имају задатак да стабилизују постојеће корито и на тај начин спрече покретање старих плавина и меандрирање бујичних токова (сл. 17). При пројектовању консолидационих објеката веома је важно да се конструишу у односу на правац речне матице. На пример, у горњем току Лима (потез од Плава до Берана), и средњем току код Бијелог Поља, постоји више плавина, обраслих младом вегетацијом, на невезаним седиментима. При поводњама реке Лим, која је бујичног карактера, долази до покретања и одношења плавина, а са њима и вегетације, која доспева до акумулације Потпећ као површински нанос.

Изградња одговарајућих консолидационих објеката, значајно би допринела заустављању ерозионог наноса из бујичних поплава као и површинског наноса.



**Сл. 14.** Бујична преграда запуњена наносом (фото: непознати аутор)



**Сл. 15.** Систем бујичних преграда на притоци реке Неретве  
(фото: Гавриловић С.)

Савремено уређење бујица, према Костадинову (2008), подразумева еколошки приступ у избору антиерозионих радова и мера заштите који треба да су усаглашени са природом и очувањем животне средине. На пример, попречни објекти у кориту су корисни за задржавање и смањење количине бујичног наноса, као и површинског наноса, али могу бити штетни за рибљу популацију, па их треба, уколико је могуће, заменити клизним каскадама и рапавим брзотоком.



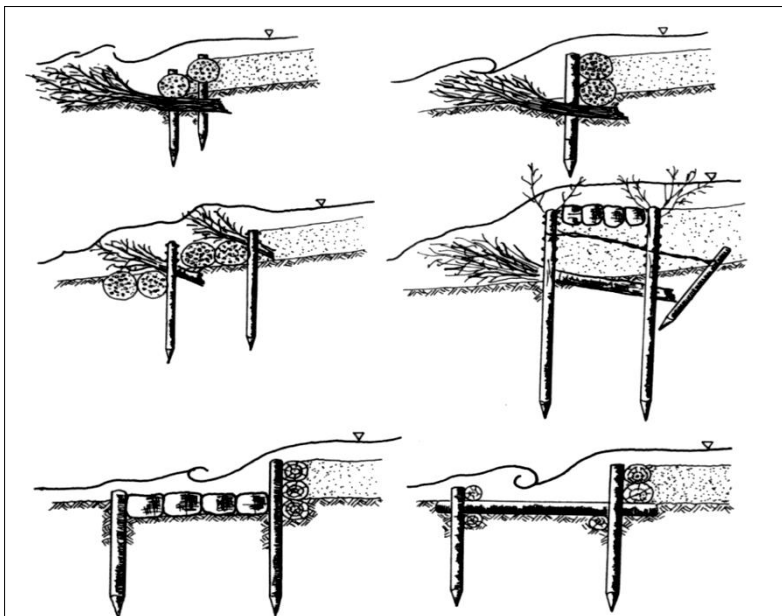
На сл. 18 су приказани типови прагова за натурално уређење водотока. Ти прагови би били ефикасни и за задржавање површинског наноса.



**Сл. 16.** Решеткаста бујична преграда на реци Радици (фото: Гавриловић З.)



**Сл. 17.** Заплав консолидационе преграде на реци Тари (Институт за водопривреду "Јарослав Черни" и Енергопројект - Хидроинжењеринг, 2006)



Сл. 18. Типови простих прагова за натурално уређење водотока  
(Костадинов, 2008)

### 3.3.3.2. Биолошки и биотехнички радови

Биолошки радови утичу на побољшање ефекта интерцепције, повећање инфилтрационо-ретенционог капацитета земљишта, чиме се редукује интензитет површинског отицаја, а сам вегетациони покривач физички задржава ерозиони материјал. Биолошки радови имају и изузетно велику улогу у смањењу интензитета ерозионих процеса у сливу акумулације (сл. 19), па су значајни и за смањење доспевања ерозионог наноса и продужење века трајања акумулације.

Биолошки радови обухватају следеће поступке:

- подизање илофилтера (наизменични појасеви шумске, жбунасте и травне вегетације);
- подизање колмационих појасева (функционални појасеви за усмеравање и успоравање кретања воде, задржавање и таложење наноса);
- прекривање обала (примењују се мере биолошког, биотехничког и техничког карактера, у циљу умирења кинетичке енергије тока, и задржавања наноса);





**Сл. 19.** Класично антиерозионо уређење: пошумљавање голети и израда плетера у јаругама на падинама Жуњске реке (фото: Гавриловић З.)

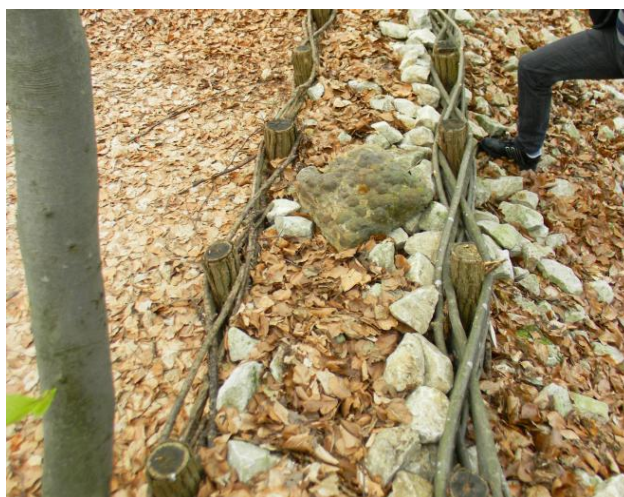


**Сл. 20.** Резнице од врбе (Iowa State University, 2006)

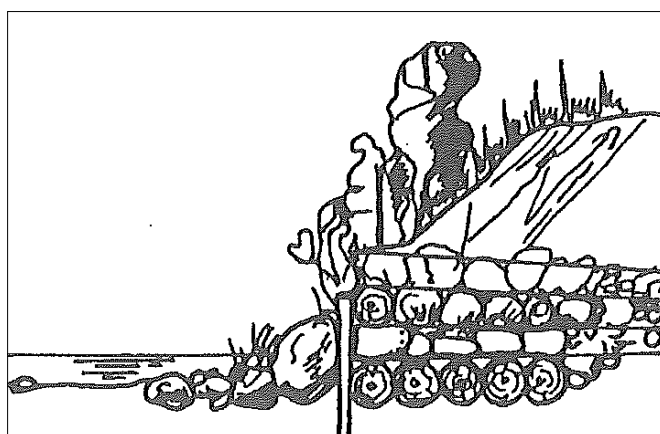
- садњу резница (ефикасна и брза мера биолошке заштите, погодна за заштиту нестабилних обала и падина, као и задржавање наноса, сл. 20);
- подизање ограда од жбуња (ефикасна и брза мера биолошке заштите, погодна за заштиту нестабилних обала и падина, као и задржавање наноса);
- израду плетера (користе се за санацију јаруга; могу се правити од "живог" материјала; најефикасније делују у систему, уз садњу на заплавима; израђују се у једнострукој и двострукој форми, сл. 21 и 22), и
- натурално уређење водотока (сл. 23).



Сл. 21. Изглед плетера у бујичном потоку код манастира Каона (фото: Ристић Р.)



Сл. 21. Изглед плетера у бујичном потоку код манастира Каона (фото: Ристић Р.)



Сл. 23. Комбинација (дрво, камен, фашине) са вететацијом за натурално уређење водотока (Костадинов, 2008)

### **3.3.3.3. Административне мере заштите**

Законска регулатива је важан инструмент за стратегију заштите животне средине у Србији. У Закону о водама (Сл. гл. РС бр. 30/2010), чл. 23 и 26, предвиђено је управљање водним ресурсима на нивоу општина. У члановима 29, 40, 46, 47 и 48, дефинисана су планска документа о управљању водама као што су: Стратегија управљања водама, План управљања ризицима од поплава, Општи и оперативни план за заштиту од поплава. Важан је члан 62, који описује радове и мере заштите од штетног дејства ерозије и бујица, као што су: пошумљавање, терасирање, чишћење корита потока и канала, за чије спровођење је надлежна локална самоуправа. На основу вишегодишњих искуства на заштити од утицаја ерозије и бујица у Србији, утврђене су следеће административне мере заштите сливног подручја (Костадинов, 2008):

- забрана кресања лисника (за сточну храну),
- забрана гајења окопавина на стрмим њивама,
- забрана орања у редовима, низ нагиб,
- забрана чисте сече шума на нагнутим теренима,
- забрана испаше на деградираним пашњацима,
- обавеза орања по изохипси (контури),
- обавеза претварања деградираних њива у ливаде,
- обавеза мелиорација деградираних пашњака,
- обавеза пошумљавања голети,
- обавеза конверзије једногодишњих култура у вишегодишње,
- обавеза антиерозионог газдовања земљиштем, и
- обавеза антиерозионог газдовања шумама.

На основу анализе могућности примене антиерозионих мера за заштиту од површинског наноса, може се истаћи да највећи значај имају комбиноване мере заштите (техничке, биолошке и административне).

### 3.4. Значај шума за еколошку заштиту река

Речна приобаља су транзициони простори између акватичних и земљишних екосистема. Екосистеми приобаља обезбеђују важне еколошке функције које повезују акватичне и земљишне екосистеме (Collins, et al., 2006). Према Freeman, et al., (2007), еколошка веза између реке и приобаља може бити: лонгитудинална (узводно-низводна), латерална (у плавној зони) и вертикална (између атмосфере, површинске и подземне воде). У периодима великих вода и течења кроз инундационе зоне, врши се размена органских и неорганских материја између минор и мајор корита (Петковић, 2002). Динамика еколошке интеракције реке је најзначајнија у зони између површинске и подземне воде (Bolton & Shellberg, 2001). Истраживања (Jokela, et al., 1990) су показала да мешовите природне састојине у приобаљу, чија је ширина појаса око 100 метара, могу да задрже око 70% ерозионог наноса и прераде око 50% фосфора, азота и патогених бактерија у наносу, при чему није примећена акумулација токсичних елемената. Због могућности задржавања ерозионог наноса и смањења утицаја бујица (U.S., E.P.A., 2005; Костадинов, 2008; Ристић и Малошевић, 2011), редукције фосфора и нитрата (Osborne & Kovacic, 1993) и смањења токсичних материја из отпадних вода (Castelle & Johnson, 2000), шуме имају незаменљиве функције: физичког задржавања наноса и биолошке заштите квалитета вода, тако да би биле корисне и за заштиту од површинског наноса.

#### **4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

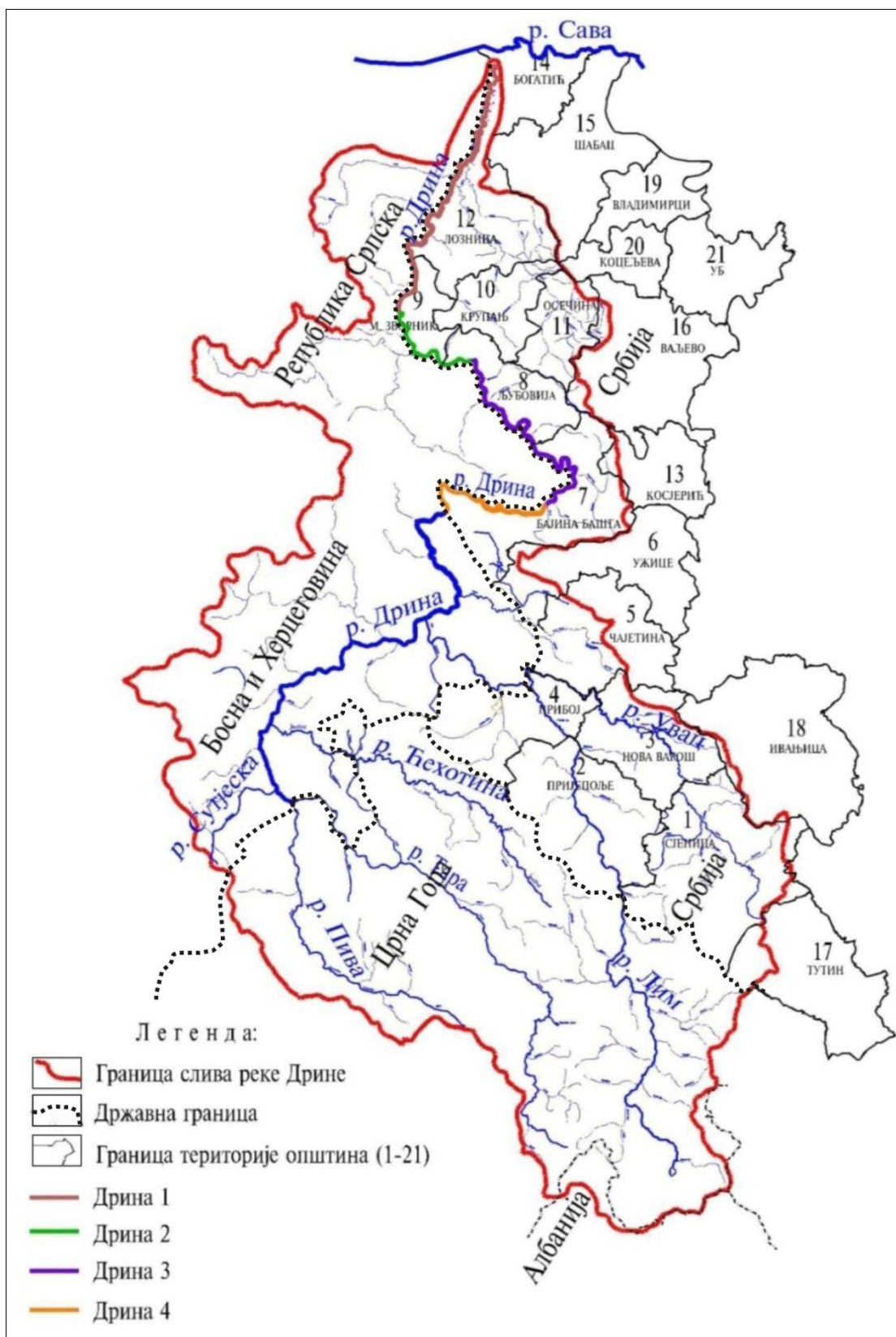
Појава површинског наноса у акумулацијама ХЕ Бајина Башта, ХЕ Зворник и ХЕ Потпећ, у оквиру експерименталних деоница 1 и 2, представља последицу доспевања наноса из узводних делова сливног подручја реке Дрине. Истраживање појаве наноса обухвата претпоставку о узроку појаве, као и доказивање везе између узрока и последице. Због тога су прво анализирани општи услови средине на подручју слива реке Дрине (сл. 24), који могу утицати на појаву наноса, а затим су детаљно анализирани посебни услови средине на експерименталним деоницама 1 и 2, који утичу на продукцију и доспевања наноса, да би се на основу резултата истраживања, издвојили фактори директног утицаја на доспевање наноса у водоток. За издвојене факторе је урађена анализа утицаја на доспевање наноса у водотоке, и одређене су границе утицаја, помоћу којих су дефинисане зоне заштите. У зонама заштите су предложене оптималне мере заштите од доспевања површинског наноса.

##### **4.1. Општи услови средине на сливом подручју реке Дрине**

У даљем тексту биће разматрани утицаји општих услова средине на продукцију и доспевање површинског наноса у хидрографску мрежу Дрине, као што су: карактеристике рељефа и топографије терена, хидрографске карактеристике, геолошке и хидрогеолошке карактеристике, карактеристике климе и хидролошке карактеристике, педолошке карактеристике, примена класификације CORINE за анализу начина коришћења земљишта, хидро - морфолошке промене река и језера и тачкасти и расути извори загађења на сливом подручју.

**4.1.1. Карактеристике рељефа и топографије терена** - Подручје слива реке Дрине је лепезастог облика, износи  $19570 \text{ km}^2$ , и заузима територију северног дела Републике Црне Горе, источног дела Републике Српске, североисточног дела Федерације БиХ, западног дела Републике Србије и дела Албаније (са реком Лучом). Укупна дужина слива је  $500 \text{ km}$ , просечна ширина слива је  $40 \text{ km}$ . Рељеф сливног подручја Дрине је специфичан.





Сл. 24. Сливно подручје реке Дрине и приказ положаја 21 општине у Србији  
(Županski & Ristić, 2012)

Од југа ка северу, смењују се у правилном низу високе, средње и ниске планине: Проклетије (2408 m), Сињајевина (2277 m), Дурмитор (2520 m), Маглић (2380 m), Јахорина (1910 m), Вучевица (1491 m), Деветак (1424 m), Јавор (1537 m), Звијезда (1675 m), Тара (1544 m), Јагодња (939 m), Мајевица (915 m), Борања (730 m) и Гучево (779 m). Ка северу, рељеф терена прелази у Панонско - посавску низију. Најдуже клисуре су Међеђанска, код ушћа Лима у Дрину, дужине 26 km и дубине 700 m, и Клотијевачка, код насеља Клотијевац, дужине 38 km и дубине 1100 m. Денивелациона разлика терена, између планине Проклетија (2408 m) и најниже коте ушћа у Саву (75.4 m) је 2332.6 m.

На сливном подручју реке Дрине преовлађује брдско - планински рељеф са стрмим падинама и дубоким и усеченим речним долинама притока, изузев низводног дела у коме је Лозничко поље. Геоморфологије речних долина и нагиб падина су издвојени као особине рељефа које имају директан утицај на претежно гравитационо доспевање површинског наноса у водотоке.

**4.1.2. Хидрографске карактеристике** - Река Дрина припада Црноморском сливу. Настаје спајањем река Пиве и Таре код Шћепан Поља на коти 432 m надморске висине, и ту почиње корито реке Дрине. Дрина са Таром је дугачка 495 km, а сама Дрина око 345 km (Прохаска и др., 2004). Представља највећу притоку реке Саве, у коју се улива код Сремске Раче. Смер тока реке Дрине је од југа ка северу. Има развијену хидрографску мрежу. Веће притоке са леве стране су: Сутјеска, Бистрица, Прача, Дрињача и Јања, а са десне, Ћехотина, Лим, Рзав, Љубовића и Јадар. Најдужи кањон (24 km) је од Жепе до Клотијевца. Укупна дужина тока реке Дрине је 345 km, а дужина тока кроз Србију износи 220 km.

Река Лим је највећа притока Дрине. Има изразито бујичан карактер тока. Горњи део слива је на територији Републике Црне Горе, а средњи и доњи део тока, припадају Републици Србији и Републици Српској. Река Лим је отока Плавског језера у које се улива река Луча. Значајне притоке Лима су: Бистрица, Милешевка, Ђуричка река, Злоречица, Калударска ријека, Бијелопољска Бистрица и Увац (Прохаска и др., 2004).

Према природним и водним потенцијалима реке Дрине (Рашић, 2002), може се разликовати:

- горњи ток - простире се од састава река Пиве и Таре код Шћепан Поља до насеља Горажде,
- средњи ток - обухвата кањон Дрине, почиње од Горажда и простире се до ХЕ Зворник, и
- доњи ток - почиње од ХЕ Зворник и простире се до ушћа у реку Саву.

Северни део слива Дрине у Србији (од ушћа у Саву) обухвата десне притоке: Лешницу, Јадар, Церницу, Ликодру и Пецку. Југоисточни део слива Дрине у Србији обухвата притоке: Љубовићу, Трешњицу, Рогачицу, Црни Рзав, Бели Рзав и Јабланицу. Слив реке Лим у Србији обухвата реке: Подблацицу, Увац, Вапу, Бистрицу и Милешевку. Хидрографска мрежа сливног подручја Дрине је веома развијена и богата водом, што погодује транспорту површинског наноса као и транспорту загађења.

**4.1.3. Геолошке и хидрогеолошке карактеристике** - Слив реке Дрине има сложену геолошку грађу терена (Водопривредна основа Србије, 2001). У горњем току доминирају доломитске стене, из периода средње и доње креде, кречњаци као и кластични седименти. Слив реке Сутјеске је нешто другачији и изграђују га стене из периода тријаса. Средњи ток, између Фоче и Горажда састоји се из кластичних седимената, филита, кречњака и шкриљаца палеозојске старости. Доњи ток је изграђен од неогених седимената. Алувијални наноси су карактеристични за геолошку грађу терена низводног дела Дрине. У хидрогеолошком погледу, сливно подручје Дрине у Србији карактеришу три целине (ВОС, 2001):

- Подручје Мачве, Семберије и Посавско - Тамнавско, где западну границу чини река Дрина. Одликује се водоносним срединама које чине шљунковито - песковите наслаге млађег и старијег квартара. Дебљина ових наслага је највећа дуж тока Дрине од Бадовинаца до Прњавора и износи 50 - 75 m.
- Подручје југозападне Србије, обухвата планинску област, у којој преовлађују карстне творевине, кречњаци средњег и горњег тријаса. Ово



подручје се одликује високим процентом инфилтрације атмосферског талога, а кретање подземних вода се одвија кроз карстне канале и пукотине до најнижих ерозионих базиса где су формирана карстна врела преко којих се дренирају ове издани.

- Подручје западне Србије је релативно сиромашније са подземним водама од подручја југозападне Србије. Алувијалну водоносну средину представља нанос реке Дрине, на сектору Бајина Башта-Лозница. У односу на тектонску рејонизацију, слив реке Дрине претежно припада Динаридима.

Анализа утицаја геолошке подлоге на доспевање површинског наноса у хидрографску мрежу реке Дрине, показала је да постоји утицај на теренима који се карактеришу појавама нестабилности и водопропусности (порозности). На подручју акумулација ХЕ Бајина Башта, ХЕ Зворник и ХЕ Потпећ, регистровани су савремени егзодинамички процеси: ерозија земљишта на падинама, појаве клизишта, развој падинских процеса и процеси површинског распадања (Институт "Јарослав Черни" и Енергопројект - Хидроинжењеринг, 2006).

**4.1.4. Карактеристике климе и хидролошке карактеристике** - Клима сливног подручја Дрине је условљена географским положајем и особинама рељефа, тако да је у области високих планина, клима планинска, у средњем делу тока умерено континентална, а у зони ушћа где се рељеф спушта ка Панонској низији, клима постепено прелази у континенталну.

Климу региона Дрине карактеришу четири годишња доба, дуге и хладне зиме са снежним падавинама, кратка пролећа са обиљем воде од топљења снега, сува лета и кишовите јесени. На северном делу слива, односно у доњем току реке Дрине, средње годишње температуре ваздуха се крећу у распону од 10.5 до 11.1°C. На јужном делу слива, у изворишним зонама Лима, Пиве и Таре, средње годишње температуре ваздуха су од 4 до 5°C, а на врховима високих планина, око 2°C. Просечне падавине у сливу Дрине износе 1100 mm. Просечне вишегодишње

падавине за период 1946 - 1991 год., крећу се од 700 mm (у општини Сјеница) до 3000 mm, на Проклетијама, где је изворишни део реке Лим (Прохаска и др., 2004). Климатске прилике слива Дрине условљене су опадањем надморске висине из области високих планина на југу, ка Панонској низији на северу, тако да је клима формирана под утицајем различитих климатских режима. Тако је изворишна и највиша област Дрине, у Црној Гори, под утицајем медитеранске климе, која се, мада ослабљена, осећа у горњем делу слива до Фоче (Србиња), одакле преовладава умерено - континентална клима до Зворника, где прелази у континенталну. Ове промене, најбоље се запажају у годишњој количини падавина. Пределни високих планина примају 2000 - 3000 mm падавина годишње, средње високе планине, око 1500 mm, а ниске, од 800 до 1000 mm.

Просечни протицаји представљају карактеристику водног режима одређеног сливног подручја. У табели 2 (Прохаска и др., 2004), приказани су показатељи просечних вишегодишњих вредности протицаја на одабраним профилима водомерних станица у сливу реке Дрине.

Према подацима у табели 2 (Прохаска и др., 2004), може се видети да река Дрина има претежно кишно - снежни режим, са обилним протицајима у пролеће услед топљења снега и од кише, са израженим минимумом у септембру и неуједначеним јесењим максимумом. Унутар године, најводнији је период април - мај, као и новембар - децембар. Најсушнији период је август - септембар. Притоке Дрине имају сличну расподелу протицаја, осим Сутјеске и Јадра, код којих се максимуми јављају раније (фебруар - април), а минимуми касније (септембар). На основу података у табели 2, може се закључити да су јужни делови слива Дрине богатији водом од централних и северних делова. Планинска подручја (на југу), добијају веће количине падавина, имају веће коефицијенте отицаја, тако да су и специфични отицаји већи од  $15 \text{ l/s/km}^2$ . У централним деловима слива, специфични отицаји су од  $10 - 15 \text{ l/s/km}^2$ , а у северним су  $< 10 \text{ l/s/km}^2$ .

У табели 3, приказане су карактеристике већих притока реке Дрине (Рашић, 2002). Највећа притока је река Лим, са дужином тока од 211 km, затим Тара и Њехотина.

**Табела 2.** Просечни средњи месечни и годишњи протицаји на хидролошким станицама у сливу Дрине (Прохаска и др., 2004)

Река	Хидролошка станица	F слива	Q <sub>mes.</sub> (m <sup>3</sup> /s)												Q (m <sup>3</sup> /s)	q l/s/km <sup>2</sup> )
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Дрина	Козлук	17493	381.9	398.2	473.8	613.3	590.6	369.2	209.3	143.4	149.4	239.6	407.8	471.8	370.7	21.2
Дрина	Бајина Башта	14797	350.5	367.3	413.1	574.7	555.7	342.0	189.5	124.6	129.6	217.6	382.4	441.7	342.9	23.2
Дрина	Фоча	5446	210.1	210.2	260.6	355.2	352.2	206.0	110.0	70.84	80.88	157.6	27.8	275.1	213.6	39.2
Дрина	Бастаси	3683	149.7	135.0	175.6	257.8	269.0	156.6	79.88	49.52	56.55	117.1	205.9	195.3	154.0	41.8
Пива	Шћепан Поље	1784	73.46	71.16	80.3	125.4	131.2	75.82	33.19	21.00	25.31	52.18	102.1	107.6	74.9	42.0
Пива	Душки мост	379	13.2	13.24	16.26	27.48	27.50	12.66	4.5	3.41	4.48	11.08	23.46	23.26	15.1	39.8
Тара	Шћепан Поље	2006	77.11	75.06	85.51	139.7	149.6	85.05	42.10	24.61	26.97	49.87	92.5	104.3	79.4	39.6
Тара	Ђурђевића	1381	56.32	55.37	62.03	103.7	109.5	62.02	31.89	18.91	20.31	35.32	68.76	79.78	58.7	42.5
Тара	Бистрица	780	35.36	35.55	38.90	64.80	62.67	27.55	11.37	7.39	9.55	22.09	43.54	51.66	34.2	43.8
Тара	Требаљево	506	24.96	26.48	29.56	48.64	44.77	20.07	7.91	4.58	6.76	16.28	32.58	37.23	25.0	49.4
Тара	Ц.Пољана	247	12.11	12.38	13.73	25.18	22.81	9.15	3.44	2.33	3.28	7.43	15.32	18.10	12.01	49.0
Ђехотина	Викоч	1296	20.48	24.87	30.40	31.04	21.79	17.65	10.47	7.19	7.53	11.06	17.82	27.21	18.46	14.2
Ђехотина	Градац	810	14.5	17.88	21.51	14.76	10.91	8.06	5.5	6.03	8.86	13.08	17.96	13.37	13.4	16.5
Ђехотина	Пљевља	393	6.6	8.84	10.88	11.56	7.16	5.29	4.01	2.85	3.33	5.05	6.16	8.85	6.73	17.1
Лим	Стрмица	-	114.5	123.5	142.3	180.9	184.1	114.8	67.07	48.12	52.34	70.72	120.3	131.3	112.5	-
Лим	Прибој	3684	94.5	102.7	120.1	162.0	159.9	97.5	57.3	40.1	42.5	60.1	17.9	114.9	95.8	26.0
Лим	Пријепоље	3160	76.6	85.2	100.2	140.5	142.4	83.7	43.7	25.8	28.0	45.7	79.8	96.0	79.0	25.0
Лим	Бродарево	2762	70.5	77.4	91.2	128.2	130.6	76.8	39.9	23.7	24.8	41.7	72.6	87.4	72.1	26.1
Лим	Бијело Поље	2183	60.28	63.98	73.56	116.0	129.9	75.34	35.73	20.13	22.8	39.06	67.9	80.46	65.4	29.9
Лим	Затон	1794	52.25	54.33	62.19	97.88	112.8	62.98	29.13	16.28	18.55	31.89	55.97	67.05	55.01	30.7
Лим	Беране	1293	41.97	44.4	49.84	81.55	95.42	52.84	25.44	14.66	16.31	28.12	46.92	56.6	46.2	36.0
Лим	Андријевица	681	24.89	24.25	27.54	50.11	66.96	40.80	19.29	10.43	10.57	19.39	31.37	32.56	29.8	43.8
Лим	Плав	364	15.09	14.4	15.47	29.94	41.14	28.89	14.41	7.56	7.20	13.63	22.15	21.59	19.3	53.0
Сутјеска	Игоче	270	15.94	18.87	16.14	22.66	21.71	11.62	5.90	3.88	5.01	12.44	23.56	22.97	14.64	54.2
Прача	Устипрача	1109	17.69	20.01	24.65	24.65	20.95	17.3	10.57	7.41	7.11	9.88	15.45	21.53	16.29	14.7
Увац	Радијевићи	757	6.99	8.58	11.4	13.6	11.9	6.54	4.03	2.57	2.68	4.20	7.21	8.78	7.38	9.8
Јадар	Лешница	875	10.1	13.3	14.2	13.0	11.6	7.43	4.26	2.23	1.73	3.09	7.38	11.1	8.29	9.8

Легенда:

F - површина слива; Q - протицај (m<sup>3</sup>/s); q - специфични отицај (l/s/km<sup>2</sup>)

**Табела 3.** Карактеристике реке Дрине и главних притока (Рашић, 2002)

Бр.	Водоток	Површ. слива (km <sup>2</sup> )	Дужина тока (km)	Бруто пад (m)	Ср. протицај на ушћу (m <sup>3</sup> /s)
1	Пива	1760	78	623	73.4
2	Тара	1900	150	541	75.6
3	Ћехотина	1400	125	397	24.8
4	Лим	5780	211	477	112.5
5	Увац	1344	75	549	40.5

Анализа утицаја климатских услова, посебно хидролошког фактора, указује да интензивне атмосферске падавине на купираном терену које се јављају на сливу реке Дрине од априла до маја, као и од новембра до децембра, могу проузроковати површински отицај, одношење површинског наноса са депонија, као и различитог отпада који се налази на обалама водотока. У хидрографској мрежи реке Дрине, површински нанос наставља транспорт под утицајем великих вода до акумулационих језера, где плута по површини и пропушта се преко евакуационих органа на брани или се таложи у акумулацијама заједно са ерозионим наносом.

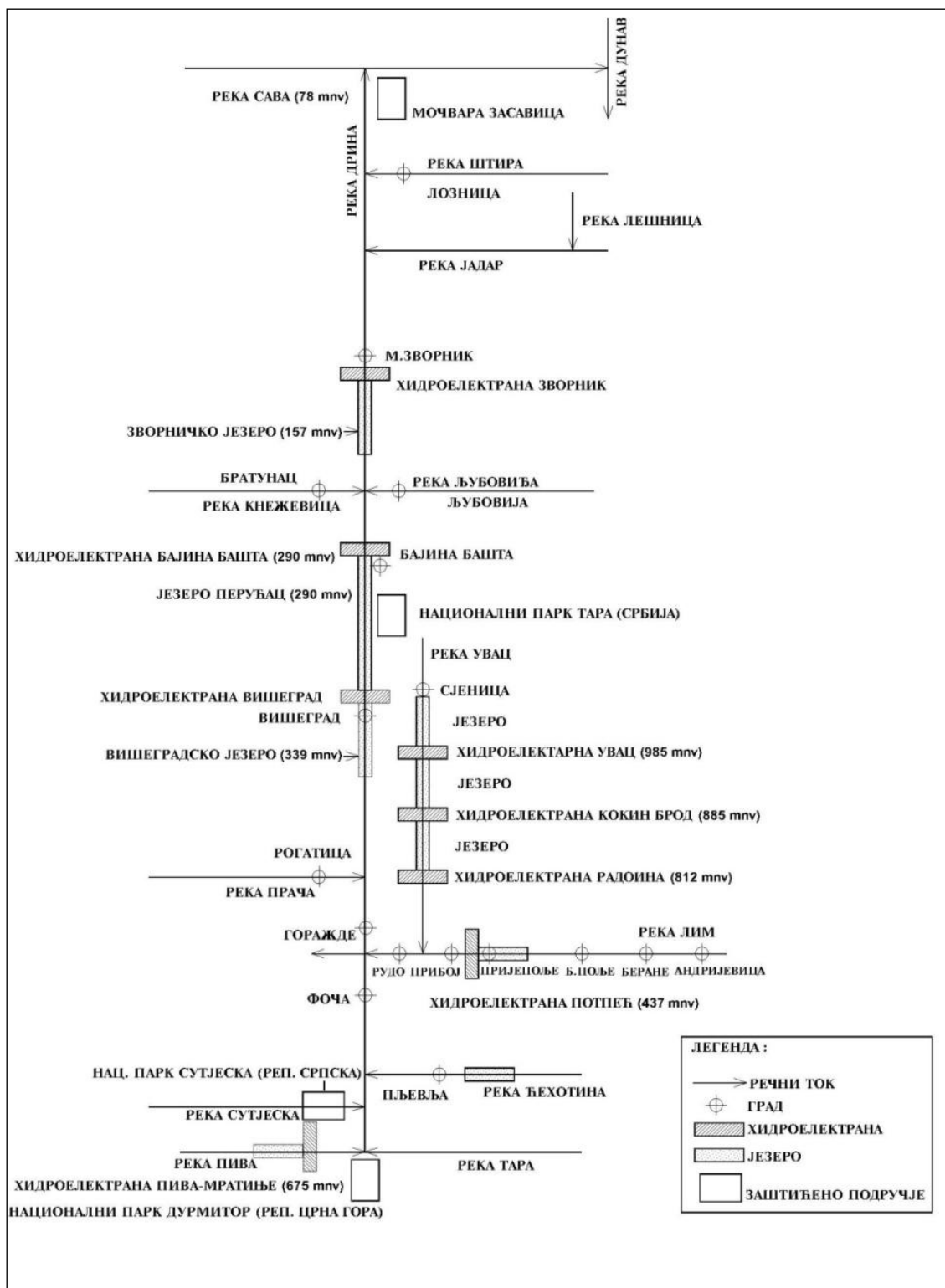
**4.1.5. Педолошке карактеристике и начин коришћења земљишта** - На сливу реке Дрине заступљени су следећи типови земљишта (Водопривредна основа Србије, 2001):

- а) аутоморфна земљишта, која карактерише влажење под утицајем падавина, без дугог задржавања сувишне воде. Предметна група земљишта је веома бројна и разноврсна јер је образована на различитим супстратима;
- б) хидроморфна земљишта, карактеришу се повременим или трајним превлаживањем под утицајем површинских и подземних вода. Осим тога, допунско влажење у генези ових земљишта проузрокују поплавне воде. Ова земљишта су лоцирана на нижим котама терена, у депресијама лесних, језерских и речних тераса, нарочито у долинама реке Дрине и већих притока. Геолошку подлогу хидроморфних творевина чине, алувијални наноси и језерски седименти.

Анализа општих карактеристика земљишта у сливу реке Дрине, показала је важну улогу одређивања структуре земљишта на основу водно - ваздушних својстава. Према резултатима хидролошког модела (Dietrich W., et al., 1992), који је симулирао непогоду са јаким и интензивним падавинама на подручјима брдско - планинских сливова, установљено је да су зоне нестабилности на површини земљишта, повезане са зонама засићења водом и високим ваздушним притисцима у земљишним порама као и појавом ерозије земљишта. На основу морфологије сливног подручја, дивергентне равни (састављене од конвексних површина), показале су мању површинску отпорност и високу осетљивост на различита коришћења земљишта, као што је на пример, испаша стоке, у односу на конвергентне равни (конкавне површине), за исте типове земљишта, тако да је закључено да постоји јака повезаност између зона засићења земљишних пора, морфологије терена и ерозије, код структурно различитих земљишта, као и да је транспорт наноса на површини земљишта, у функцији дотицаја.

Анализа начина коришћења земљишта је урађена на основу класификације CORINE (Coordination of information on the environment). Резултати анализе су показали да су на сливу реке Дрине, највише заступљене листопадне шуме, са 32.84 % (6459 km<sup>2</sup>). Пољопривредно земљиште са природном вегетацијом, заузима око 2979 km<sup>2</sup>, а депоније око 2.3 km<sup>2</sup>. Преовлађујући начин коришћења земљишта је пољопривредна производња.

**4.1.6. Хидро - морфолошке промене река и језера** - у сливу Дрине, настале су углавном изградњом брана и акумулационих језера. На реци Дрини и притокама је изграђено девет хидроелектрана: ХЕ Увац, ХЕ Кокин Брод, ХЕ Бистрица, ХЕ Пива, ХЕ Вишеград, ХЕ Бајина Башта, РХЕ Бајина Башта, ХЕ Зворник, као и брана Отиловићи (Вучковић и др., 2004). Оне представљају факторе хидро - морфолошких промена реке Дрине (сл. 25). На простору слива Дрине налазе се три национална парка, Дурмитор, Сутјеска и Тара као и заштићено подручје мочваре Засавица (у заједничкој плавној зони река Саве и Дрине).



Сл. 25. Шематски приказ коришћења површинских вода на сливу реке Дрине (Županski & Ristić, 2012)

**4.1.7. Тачкасти и расути извори загађења** - За слив реке Дрине није урађен јединствен катастар загађивача. У табели 4, приказан је прелиминарни списак загађивача, који је Агенција за заштиту животне средине, доставила Институту за водопривреду "Јарослав Черни", за План управљања реком Савом (CARD, 2007).

**Табела 4.** Прелиминарни списак загађивача у сливу Дрине (Агенција за заштиту животне средине, 2010)

бр.	Назив индустрије	Насеље	Реципијент	Делатност индустрије
1.	ДП Равнаја	М. Зворник	Дрина	Производња креча и гипса
2.	АД СЛОГА	Нова Варош	Бистрица	Производња делова за возила
3.	Рудник мрког угља Штаваљ	Сјеница	Кнежица, слив Вапе	Експлоатација угља
4.	Зелена Дрина	Бајина Башта	Дрина	Производња столица и седишта
5.	ДОО Горштак	Бајина Башта	Дрина	Производња резане грађе
6.	ДРИНСКО-ЛИМСКЕ ХЕ	Бајина Башта	Дрина	Производња ел.енергије
7.	Тим ДОО	Б.Башта	Дрина	Производња одеће
8.	ВОЖД КОМЕРЦ	Осечина	Јадар	Производња амбалаже
9.	СЗТР Цане	Осечина	Јадар	Машински делови
10.	Хладњача ПЕЦКА	Пецка	Јадар	Прерада воћа и поврћа
11.	АД Златарпласт	Нова Варош	Бистрица	Производња пластике
12.	АД Крушик-Пластика	Осечина	Јадар	Производња пластике
13.	Пластика АД	Нова Варош	Бистрица	Производња пластике
14.	ЕНЕРГЕТИКА	Лозница	Штира	Снабдевање топлотном енергијом и климатизација
15.	Рудници и топионица Зајача	Лозница	Штира	Производња олова, цинка и калаја
16.	ЕП БЕЛІТ ДОО	Лозница	Штира	Производња текстилних предмета
17.	Зорка Опека	Доње Црниљево	Штира	Производња опекарских производа

Према наведеним делатностима из Прелиминарног списка, река Дрина се редовно загађује отпадним материјама које се стварају у процесу производње, пластике, олова, цинка, калаја, итд., као и канализационим отпадним водама из насеља.

**4.1.8. Неконтролисане депоније комуналног отпада** - представљају извор површинског наноса, претежно антропогеног порекла и хетерогеног састава. Локације тих одлагалишта су стихијски формиране и на њих се заједнички одлаже органски отпад, који је биоразградив, као и неоргански отпад (пластични, метални, итд.) који има дуг период разлагања. Негативне утицаје депонија на животну средину проузрокују: депонијски филтрати, депонијски гасови, клизишта услед неравномерног слегања отпада, итд. Резултати теренских истраживања су потврдили чињеницу да су депоније доминантни извори површинског наноса у сливу Дрине (Županski & Gavrilović, 2006).



**Слика 26.** Депонија на обали Дрине, код Фоче, у БиХ (фото: Жупански Д., 2006)



**Слика 27.** Депонија за Андријевицу, у Црној Гори (фото: Жупански Д., 2006)

На сл. 26, приказана је депонија у близини Фоче, а на сл. 27 је депонија комуналног отпада за Андријевицу (Црна Гора). Слично стање је уочено код



депоније на сл. 28 (општина Плав, Република Црна Гора). У општини Зворник (Република Српска), приказана је депонија на обали реке Дрине (сл. 29).



**Слика 28.** Депонија на реци Лим, у општини Плав у Црној Гори  
(фото: Жупански Д., 2006)



**Слика 29.** Депонија Каракај у општини Зворник у Републици Српској  
(фото: Жупански Д., 2009)

Резултати истраживања "главних" депонија у 21 општини у Србији, приказани су у табели 5, (Županski & Ristić, 2012). Све истражене депоније представљају доминантни извор површинског наноса и загађења околине депонијским филтратима и гасовима. На основу анализе прикупљених података, може се закључити да су у Србији депоније неконтролисане, као и у осталим државама које деле слив Дрине.

**Табела 5.** Инвентар депонија у општинама у Србији и прорачун количина загађујућих материја (Županski & Ristić, 2012)

	Општина 1	Број становника 2	Број депонија 3	Назив депоније 4	Насеље (km) 5	Река (m) 6	Р депоније (ha) 7	V отпада (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ) 8	Падавине (mm/год) 9	Коеф. апсор. 10	Q филтрата (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /г) 11	Гасови (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ) 12
1.	Сјеница	28.000	13	Сјеница	0.5	0	2.7	53.9	695	1.5	2.8	21.6
2.	Пријепоље	41.200	15	Бродарево	1.5	50	2.0	54.1	765	1.5	2.3	21.6
3.	Нова Варош	20.000	17	Другулић	1.0	100	1.7	(400.0)	990	1.5	(2.0)	(160.0)
4.	Прибој	30.400	9	Другулић	1.7	100	1.7	400.0	780	1.5	2.0	160.0
5.	Чајетина	15.600	11	Брегови	4.0	>1000	2.2	236.0	936	1.0	3.1	94.4
6.	Ужице	83.000	37	Шарића Осоје	1.8	0	7.6	1531.7	758	1.0	5.8	612.7
7.	Бајина Башта	29.000	3	Окучје	0.2	0	2.1	64.1	765	1.0	1.6	25.6
8.	Љубовија	17.000	5	Шљункара	0.2	0	0.2	23.0	893	1.0	0.2	9.2
9.	Мали Зворник	14.100	10	Брасина	0.3	50	0.1	0.7	925	1.0	0.1	0.3
10.	Крупањ	20.200	15	Кошеvine	6.5	100	1.2	17.3	900	1.5	1.6	6.9
11.	Осечина	15.100	15	Белотић	2.0	200	1.4	25.0	870	1.0	1.2	10.0
12.	Лозница	86.400	45	Лозница	0.2	0	7.9	182.0	797	1.0	6.3	72.8
13.	Косјерић	14.000	25	Главна	0.3	0	0.6	12.8	776	1.5	0.7	5.1
14.	Богатић	33.000	20	Ново Поље	0.6	>1000	7.0	280.0	675	1.0	4.7	112.0
15.	Шабац	122.900	29	Главна	>1.0	50	17.8	713.9	678	1.0	12.1	285.2
16.	Ваљево	96.800	10	Горић	0.5	50	6.9	570.0	769	1.0	4.7	228.0
17.	Тутин	30.054	32	Рибарићи	0.1	0	0.8	613.0	610	1.5	7.3	245.2
18.	Ивањица	35.445	18	Будожеља	0.1	0	0.6	107.967	772	1.5	6.9	43186.8
19.	Владимци	20.373	15	Бобовик	0.1	0	0.8	6.084	662	1.0	5.3	2433.6
20.	Коцељева	15.636	22	Коцељева	0.2	50	1.86	9.275	720	1.0	14.4	3710
21.	Уб	32.140	21	Уб	0.2	0	1.66	83.067	660	1.0	11.0	33226.8
	<b>Укупно:</b>	<b>800.348</b>	<b>387</b>				<b>68.82</b>	<b>211.170</b>			<b>94.1</b>	<b>84467.8</b>

**Легенда:** колона 1 - назив општине; колона 2 - број становника у општини; колона 3 - број депонија у општини; колона 4 - назив депоније; колона 5 - удаљеност депоније од насеља; колона 6 - удаљеност депоније од реке; колона 7 - површина депоније; колона 8 - запремина отпада на депонији; колона 9 - просечна годишња количина падавина; колона 10 - прорачунат коефицијент апсорпције отпада, према Јахић М., 1980; колона 11 - прорачуната количина филтрата у отпаду, према Јахић М., 1980; колона 12 - прорачуната количина депонијског гаса, према Јахић М., 1980;  
(Напомена: колоне од 1 до 8 су формиране према подацима за "главне депоније", добијеним од јавних комуналних предузећа општина)

## **4. 2. Посебни услови средине на експерименталним деоницама 1 и 2**

Утицаји посебних услова средине на доспевање површинског наноса, детаљно су анализирани на експерименталним деоницама 1 и 2. Ти услови утичу на динамику доспевања површинског наноса у хидрографску мрежу Дрине, и представљају основу за дефинисање уже и шире зоне заштите и процене ризика од доспевања површинског наноса у реку Дрину и притоку Лим.

### **4.2.1. Геолошка подлога**

Анализа геолошких карактеристика терена на експерименталним деоницама 1 и 2, урађена је на основу података из:

- Основне геолошке карте (ОГК) СФРЈ, у размери 1:100.000 (Мојсиловић С., и др., 1972 - 1977) са тумачима за листове: Зворник, Л 34-123 (Мојсиловић С., и др., 1968), Љубовија, Л 34-135 (Кубат И., 1968), Ваљево, Л 34-136 (Мојсиловић С., и др., 1965), Титово Ужице, К 34-4 (Мојсиловић С., и др., 1971) и Пријеполје, К 34-16 (Ћирић А., и др., 1977).
- техничке документације за ХЕ Зворник, ХЕ Бајина Башта и ХЕ Потпећ, (Енергопројект-Хидроинжењеринг, 1998 и 2012 год.; Институт за водопривреду "Јарослав Черни", 2010 год.), и
- урађених прогнозних геолошких пресека терена, на изабраним профилима река, Дрине и Лима (на основу ОГК, 1:100.000).

#### **4.2.1.1. Експериментална деоница 1**

Средином простора приказаног на листу ОГК Зворник, протиче река Дрина која представља државну границу између Републике Србије, Федерације БиХ и Републике Српске.

Према ОГК за листове Зворник и Љубовију и њихових тумача, подручје експерименталне деонице 1а (сл. 30), има сложену геолошку грађу терена, коју карактеришу две целине: прва, дринска област која се простире југозападно од

места Мали Зворник, између дела терена десне обале Дрине и млађих повлатних седимената тријаске, кредне и неогене старости чији је литолошки састав приказан на одговарајућим геолошким картама (сл. 30 и 31). Друга, јадарска, североисточно од Малог Зворника, која се практично простире до падина Гучева.

Најстарије геолошке творевине у дринској области су метаморфисане пелитске и псамитске стене које одговарају палеозооци. Почетком тријаса је у динарској области наступила трансгресија, па су се преко убраних палеозојских творевина таложили доњотријаски кластити, које навише смењују шкриљави пешчари и глинени шкриљци, а ове кристаласти кречњаци.

У јадарској области, најстарије стене су карбонатне творевине горњег девона, сочивасто уложене у пешчаре и шкриљце. Преко горњопермских седимената леже стратификовани кречњаци доњег тријаса. Виши део доњо тријаске сукцесије изграђен је од лискуновитих пешчара, глинених шкриљаца и слојевитих кречњака, који се вертикално смењују. Навише следе доломити и доломитски кречњаци, затим кречњаци са рожнацима ладинског ката.

У области Троноше и Гучева, почетком средњег тријаса, вулканска активност је допринела настајању порфирита и порфиритских туфова. Крајем средњег и почетком горњег тријаса наступила је регресија у овом делу северозападне Србије.

У јадарској области регресивна фаза траје све до турона. У дринској области је током јуре формирана дијабаз-рожначка формација. Горња креда је представљена туроном, сеноном и данским катом. Туронски седименти, изграђени од рудистних кречњака, јављају се на површини терена само у широј околини Крупња. Преко њих леже кречњаци и вапновити пешчари. Завршни део горње креде чине кластични седименти.

Период олигоцен-миоцен, карактерише се интензивном магматском активношћу. У области Борање утиснута је гранодиоритска маса у палеозојске и мезозојске творевине, а на многим местима образоване су масе дацито-андезита. Током неогена, воде су заплавиле највећи део истраживаног подручја на експерименталној деоници 1. Најпре су таложене слатководне творевине,

местимично са слојевима лигнита (у околини Крупња) и туфова, као и излива дацито-андезита. Тортонаске творевине прекривају старије слојеве или леже преко хелветских слатководних седимената. Најмлађе, квартарне насlage имају велико распрострањење у средњем и доњем делу слива Дрине. Представљене су алувијалним и терасним седиментима.

Геолошка подлога на експерименталној деоници 1, приказана је на сл. 30 (1a) и сл. 31 (1б). Геолошку грађу терена на профилу 1-1' (сл. 32), чине, на левој обали Дрине квартарне творевине (алувијалне насlage и прва речна тераса), које леже преко миоценских творевина (горњетортонских глина, пескова и шљункова). Испод горњетортонских наслага, залежу тортонски плочасти и банковити кречњаци. Терен десне обале је одвојен раседом између описаних миоценских (тортонских) седимената и кредних наслага (пешчара, конгломерата и глинаца), које припадају сенону, данском кату. На овим кречњацима леже дринске терасне насlage. Алувијалне насlage су изграђене од шљункова, пескова и суглина. На пример, дебљина алувиона реке Дрине код Јање, износи 43 m. Ширина алувијалне равни са десне стране износи око 2600 m, а са леве стране, око 450 m, што говори о равничарском карактеру терена. Прва речна тераса ( $Q_1t_1$ ), изграђена је од шљункова и пескова и налази се у плавној зони реке Дрине.

Шира зона експерименталне деонице 1a, има сложену геолошку грађу терена. Миоценске творевине су заступљене са леве стране долине реке Дрине, а кредне творевине, са десне стране реке Дрине, код Лознице. Миоценски-тортонски седименти ( $^1M_2^2$ ) су представљени плочастим и банковитим кречњацима, док су горњетортонски представљени, глинама песковима и шљунковима. Десну долинску страну (западно од Лознице), изграђују пешчари, конгломерати и глинци, сенонске старости.

На подручју речне долине Дрине, где се уливају притоке Доња Борина и Сапна (профил 2-2', на сл. 33), у ужој зони се налазе алувијум и речна тераса ( $t_1$ ), коју чине шљункови и пескови. Испод њих се налазе плочасти, песковити и банковити литотамнијски кречњаци (тортон), који леже преко флишних седимената кредне (сенонске) старости. Широк зону, на десној страни долине Дрине, изграђују

дринске палеозојске насlage (Pz), које чине, пешчари, кварцити, филити и аргилошисти.

Палеозоик дринске области, представљен је шкриљцима и пешчарима. На овој деоници је северозападни обод великог комплекса дринског палеозоика, који се наставља и на листу ОГК Љубовија. Левоу страну долине изграђују седиментне стене горње креде: представљене са масивним и слојевитим кречњацима ( $K_2^3$ ) и/или флишним седиментима исте старости, који леже испод миоценских кречњака: плочастих песковитих и банковитих тортонских седимената ( $^1M_2^2$ ), са изливима терцијарних магматских стена, пирокластита - андезитских туфова, и туфита у миоценским седиментима. На профилу 2-2' (сл. 33), ширина десне стране речне долине Дрине износи 770 m, и леве стране, 2610 m.

Подручје експерименталне деонице 1б (сл. 31), према ОГК, обухвата највећи део листа Љубовија, са ободним деловима које припадају листовима Ваљево и Т.Ужице. Подручје листа ОГК Љубовија, припада северном ободу Унутрашњих Динарида. Највећи део терена изграђен је од палеозојских творевина, и знатно мање од мезозојских и терцијарних.

Терен на листу ОГК Љубовија, такође, карактеришу: дрински и јадарски палеозик. Дрински палеозоик заузима централни простор, и представљен је са неколико литолошких чланова: амфиболита, серпентина и дијабаза. Доњи и средњи карбон литолошки су представљени: филитима, графитичним и глиновитим шкриљцима, црним кречњацима, шкриљцима и конгломератима. Веома мало су присутни: дијабази, туфови и туфити као продукти карбонског вулканизма.

Геолошку подлогу терена у ужој зони експерименталне деонице 1б (профил 3-3' на сл. 34) представља алувијум. Ширина алувијума са десне стране је 300 m, а са леве, 310 m. На рубу алувијума на десној страни, издвојена је речна тераса ( $t_1$ ), изграђена од шљункова и пескова. Десну долинску страну изграђују творевине дринског палеозоика, средње серије ( $^2C_{1,2}$ ), литолошки представљене: филитичним шкриљцима, филитима, метапешчарима, серицитним шкриљцима и метаморфисаним пешчарима.

Леву долинску страну изграђују терцијарне магматске стене, дацити (а<sub>q</sub>). Дацити су представљени најчешће биотитским варијететима, затим амфиболитско-биотитским и биотитско-пироксенским. Имају холокрystalасто-порфирску, ређе хипокристаласто-порфирску структуру. Основна маса је представљена минералима где доминира кварц, а мање фелдспат. Као фенокристали, јављају се плагиокласи, биотит, ређе амфибол и пироксен. Кварц такође долази као фенокристал. Плагиокласи су представљени андезином и лабрадором.

Од укупно 23 депоније на деоници 1а, 17 се налази у алувиону реке Дрине и притока, а на деоници 1б, 4 депоније, тако да постоји ризик од загађења вода реке Дрине.

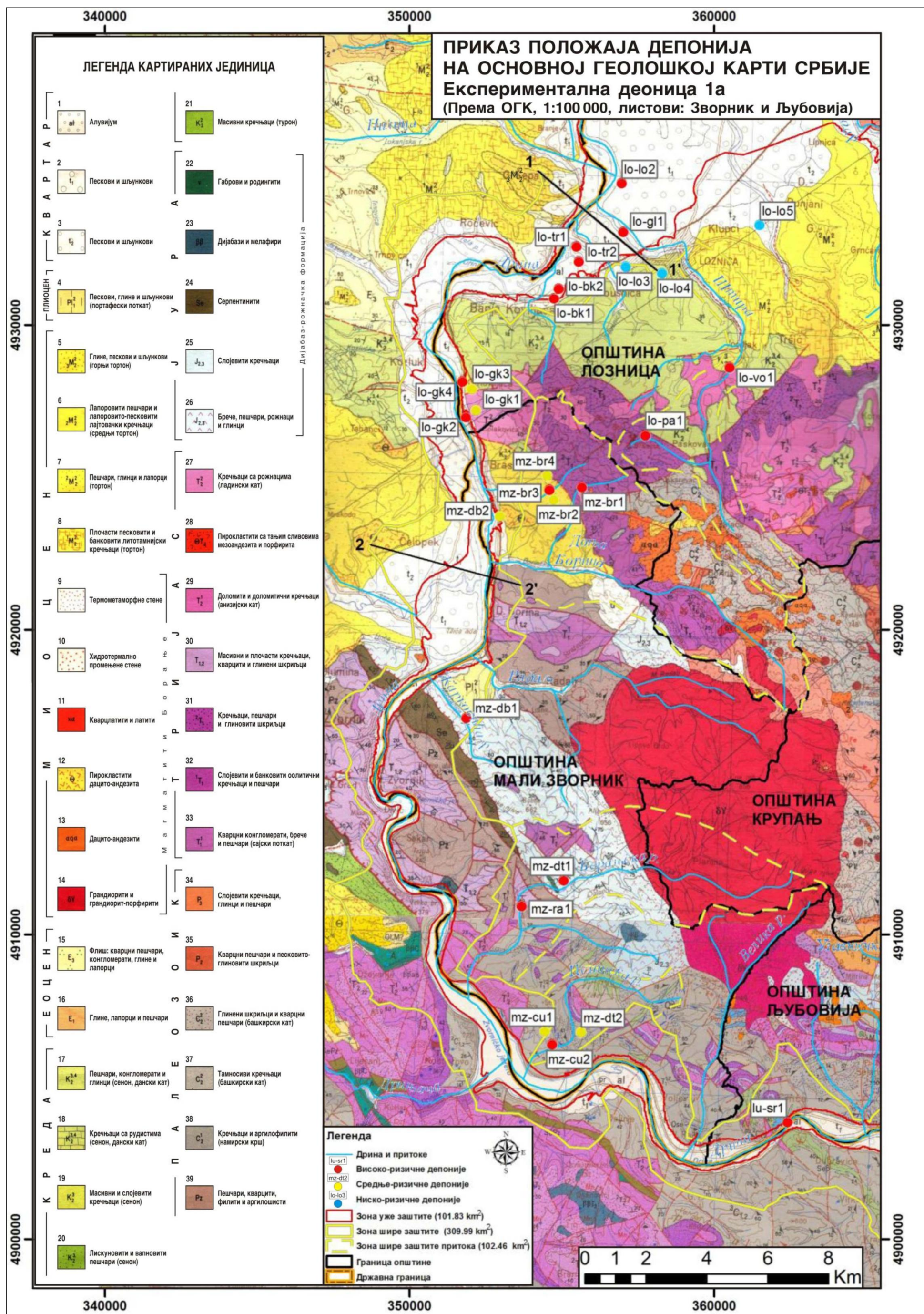
#### **4.2.1.2. Експериментална деоница 2**

Експериментална деоница 2 се налази на листу ОГК Пријепоље. У њој се могу издвојити следеће јединице: део златиборско ултрамафитског масива као и подручје дијабаз рожначке формације.

У оквиру експерименталне деонице 2 (сл. 36), извршен је приказ геолошке грађе терена на изабраном профилу 4-4' (сл. 35). Речно корито Лима се налази у релативно плитким алувијалним наслагама. Десну и леву долинску страну изграђују тријаске творевине, литолошки представљене кречњацима са рожњацима ладинског ката ( $T_2^2$ ). Ови кречњаци су дебело слојевити до банковити са муглама рожнаца. Укупна дебљина ових кречњака је до 200 m. На левој обали реке Лим је реверсни расед, који раздваја творевине карбон-перм ( $C_1, P$ ), од кречњака тријаске старости. Доњи и средњи карбон представљени су седиментима метапешчара (аргилошистима, ређе кварцним конгломератима или кречњацима).

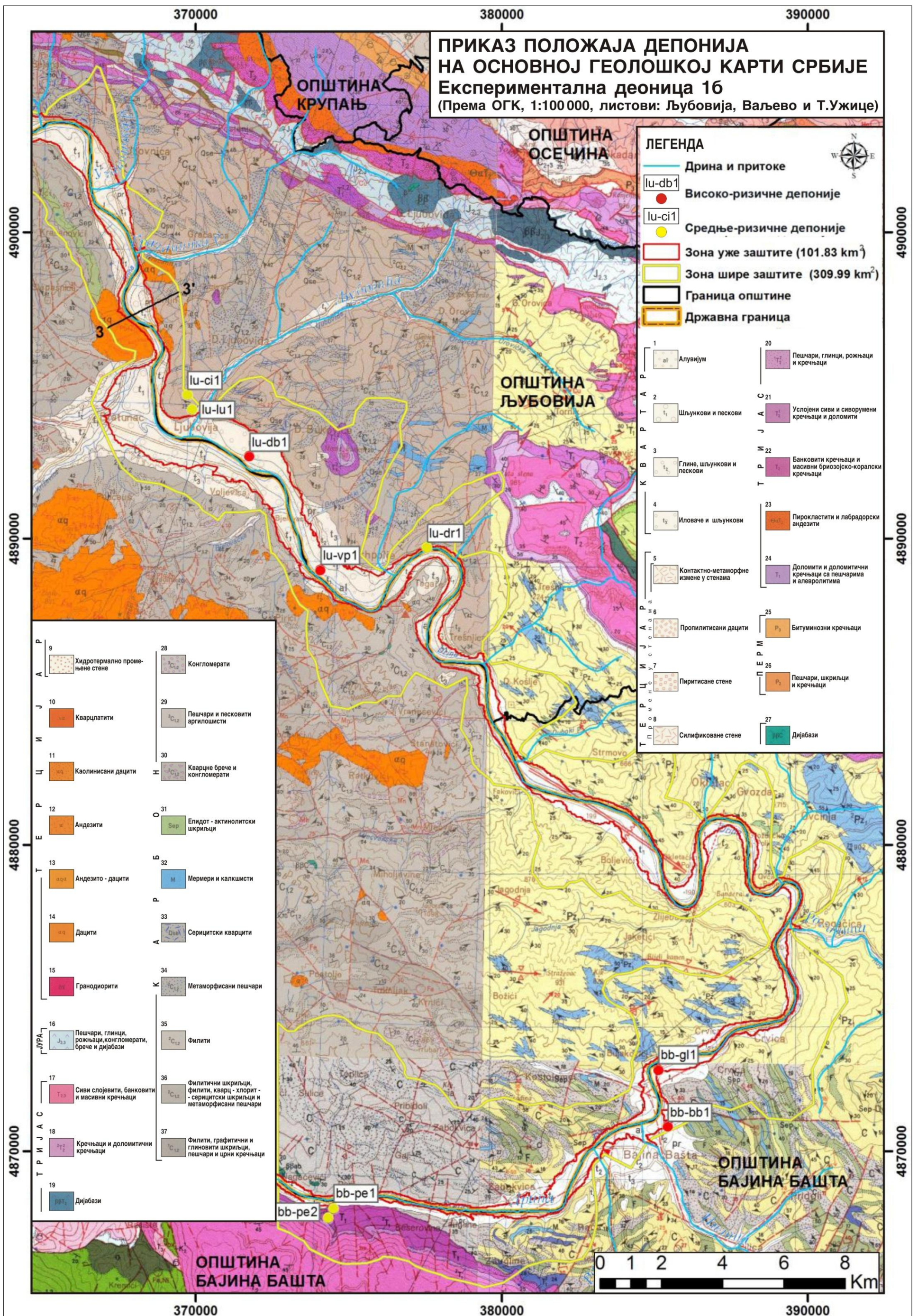
Од укупно 23 депонија на деоници 2, десет је у алувиону реке Лим и притока, тако да на овој деоници постоји ризик од загађења речних вода.





Сл. 30. Геолошка подлога на експерименталној деоници 1а

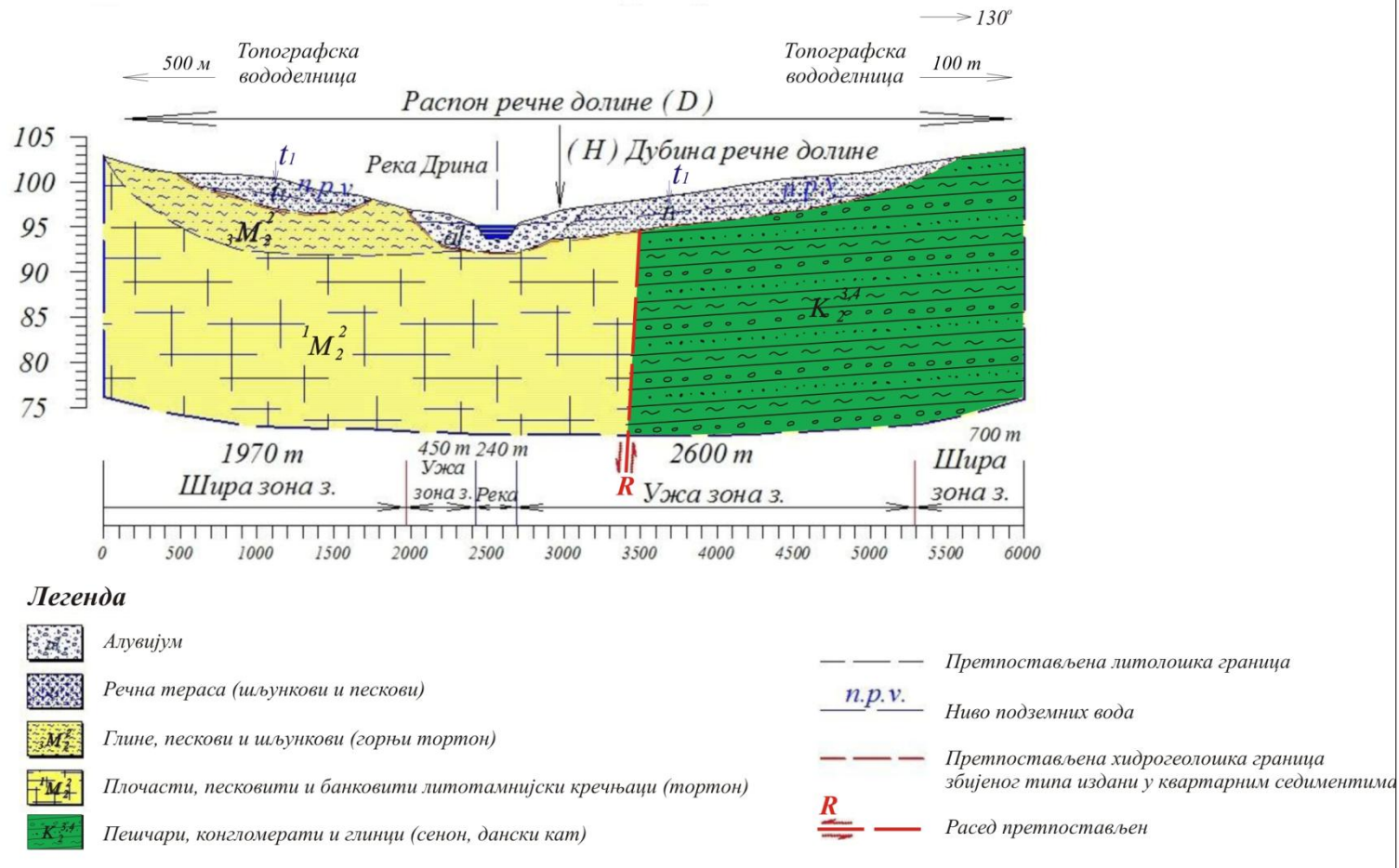




Сл. 31. Геолошка подлога на експерименталној деоници 16

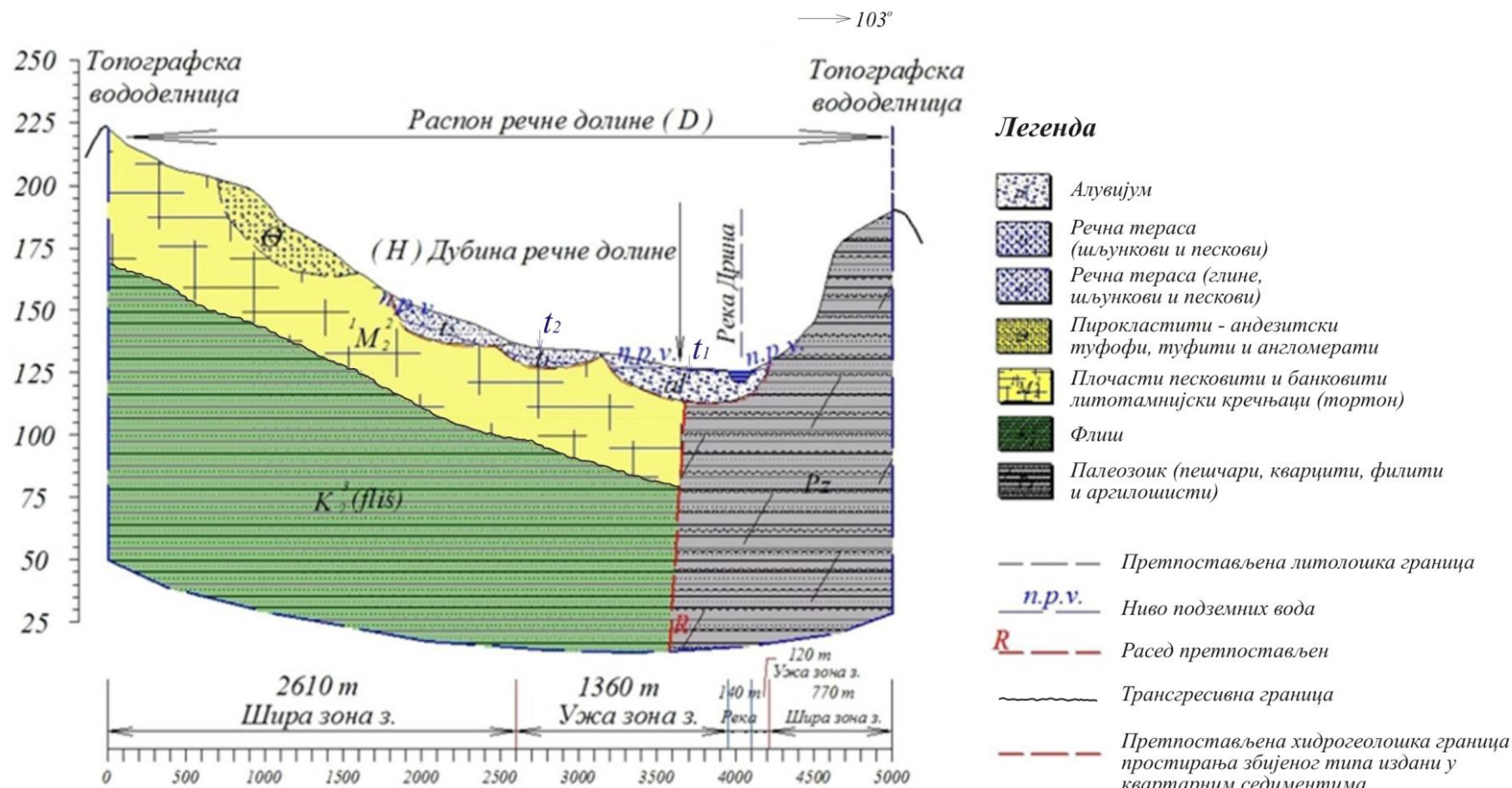


## Прогнозни геолошки профил 1-1'

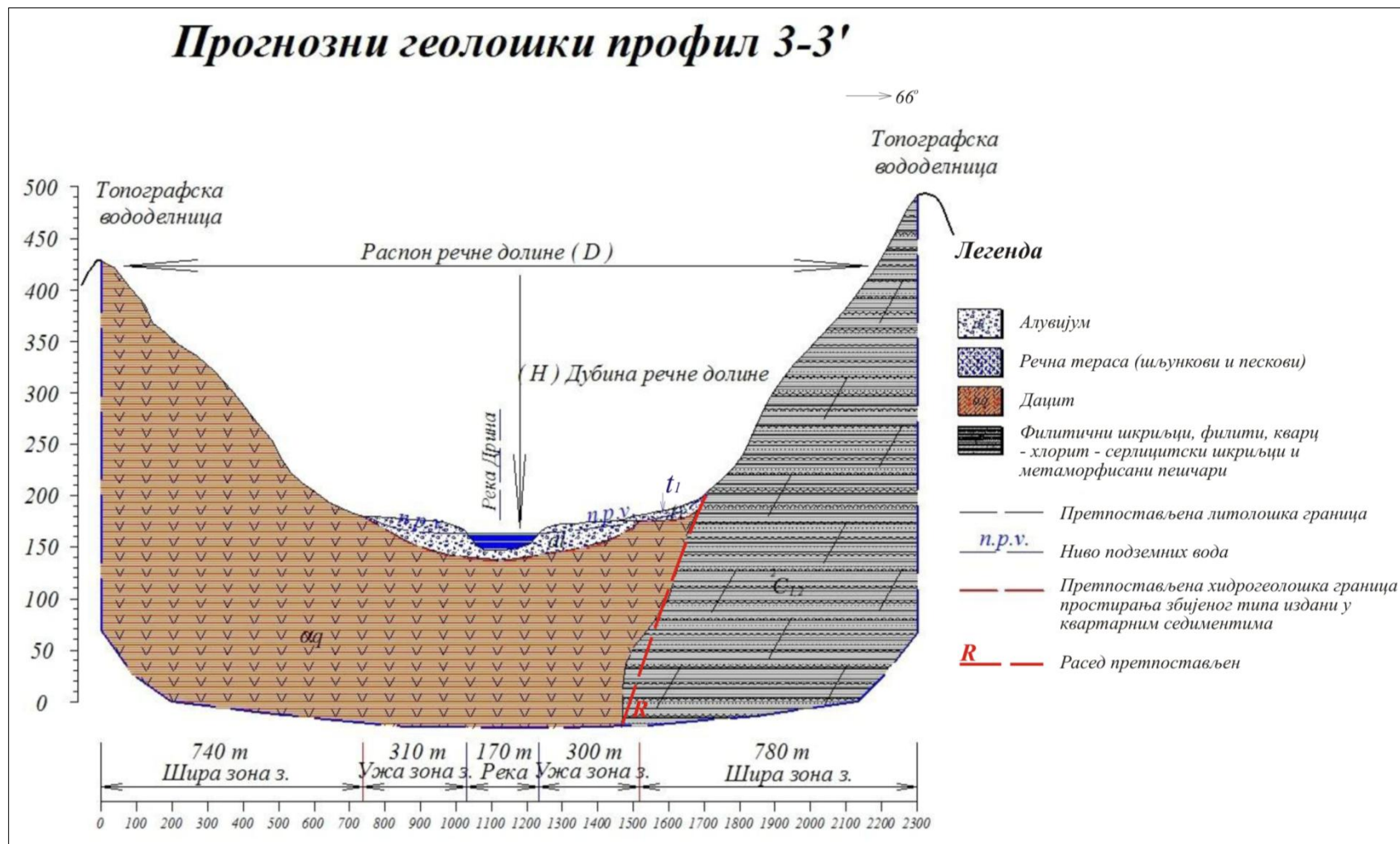


Сл. 32 Прогнозни геолошки профил 1-1'

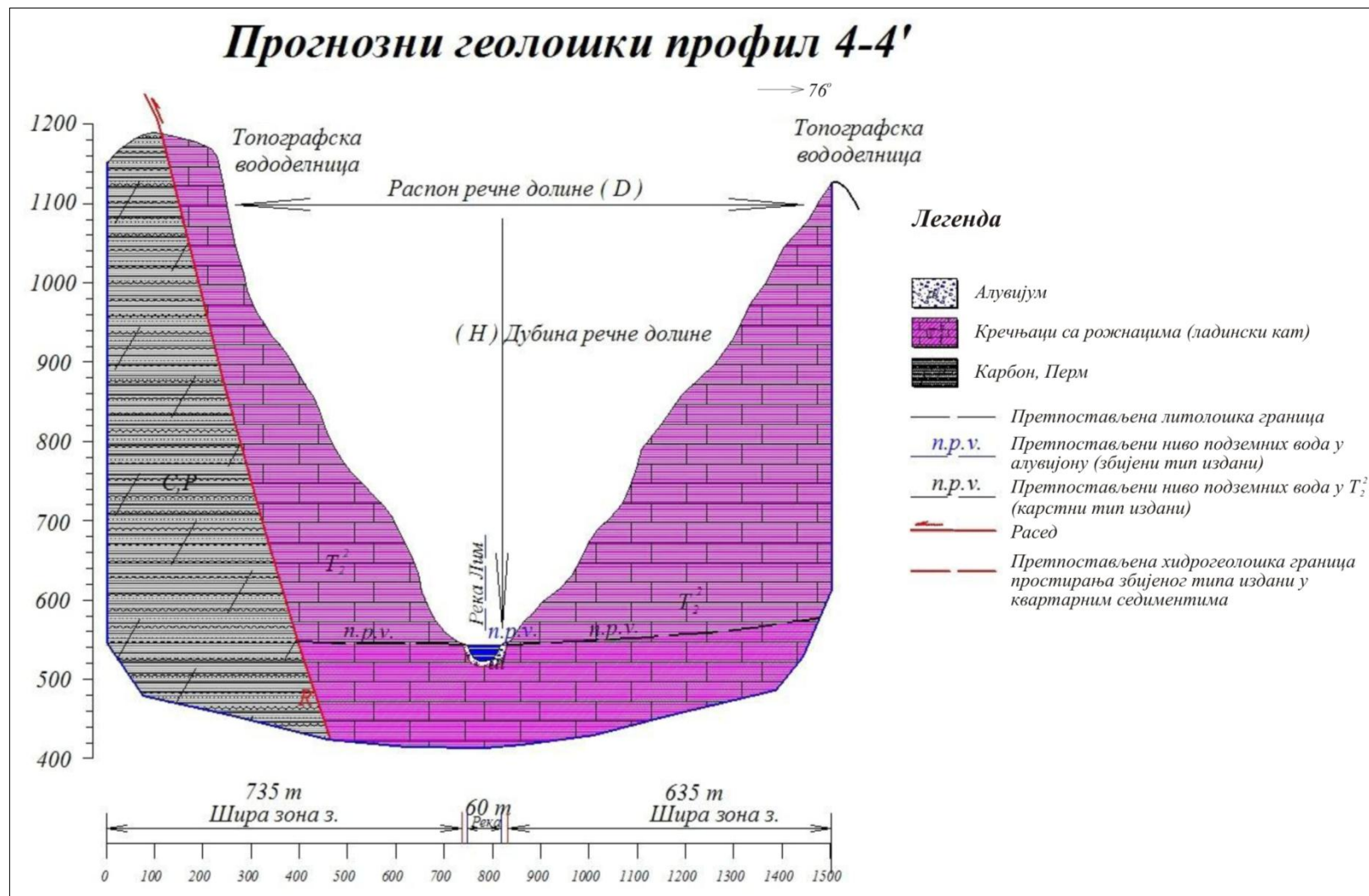
## Прогнозни геолошки профил 2-2'



Сл. 33 Прогнозни геолошки профил 2-2'

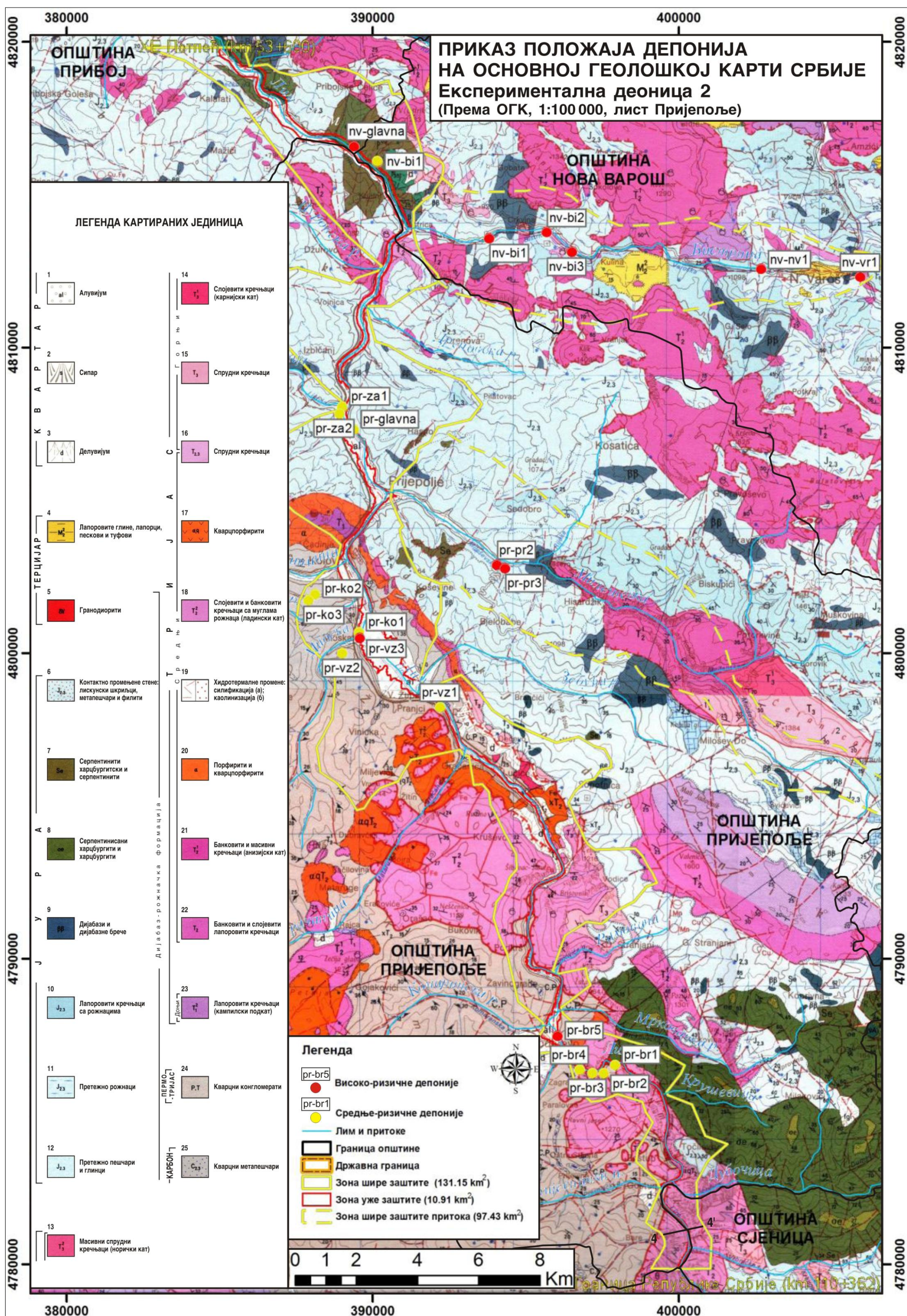






Сл. 35 Прогнозни геолошки профил 4-4'





Сл. 36. Геолошка подлога на експерименталној деоници 2



#### 4.2.2. Педолошка подлога

За анализу особина земљишта на експерименталним деоницама 1 и 2, коришћени су следећи извори:

- Педологија (Антић М., и Авдаловић В., 1982),
- техничка документација за изградњу брана у сливу реке Дрине (Енергопројект-Хидроинжењеринг, 1998 и 2012 год.; и Институт за водопривреду "Јарослав Черни", 2006 и 2010 год.), и
- Педолошка карта СФРЈ у размери 1:50. 000 (Антоновић Г., 1982), секције: Лозница, 4; Зворник, 2; Крупањ, 3 и 4; Ваљево, 3 и 4, Титово Ужице, 3; Вишеград, 2 и 4; Пљевља, 1, 2 и 4, и Сјеница, 3 и 4.

##### 4.2.2.1. Експериментална деоница 1

Земљишни покривач на предметном подручју се карактерише мозаиком више типова земљишта, формираних под утицајем педогенетских чинилаца и антропогеног фактора. У даљем тексту су представљени најчешће заступљени типови земљишта, на експерименталној деоници 1.

**Алувијална земљишта (флувисол)** - означена су бројевима 32 и 34 (сл. 39 и 40). Простиру се уз ток реке Дрине (сл. 37) и у долинама притока. Флувисол се карактерише повременим или трајним засићењем свих земљишних пора водом, која није заслањена нити алкализована. Представља рецентне речне или језерске наносе са слојевима, који могу имати иницијални хоризонт (А) и хумусно - акумулативни хоризонт Ар, као и G (глејни хоризонт).

Подтипови су: карбонатна, карбонатно оглејена, некарбонатна, некарбонатно оглејена, заслањена и алкализована алувијална земљишта. Разликују се следећи варијетети наведених подтипова по дубини активног слоја: плитка земљишта (до 40 cm), средње дубока земљишта (40 - 80 cm), дубока земљишта (80 - 120 cm), врло дубока земљишта (више од 120 cm), као и двослојна са фосилним земљиштем (плића од 70 cm).



**Сл. 37.** Флувисол у долини реке Дрине (Институт "Ј.Черни", 2006)

**Колувијална земљишта (колувијум)**, означена су бројевима 38 и 39 (сл 39 и 40). Ова земљишта се налазе на експерименталној деоници 1, изнад алувијалних, са којима се често граниче. Представљају неразвијена или слабо развијена земљишта са иницијалним хоризонтом (А) или хумусно - акумулативним хоризонтом Ар, који је настао спирањем супстрата и земљишта са виших, брдско - планинских терена, бујичним водотоцима и површинским водама, као и рецентном седиментацијом еродираног материјала у подножју тих терена.

Подтипови ових земљишта су: еутрични силикатни колувијални нанос (настао таложењем продуката распадања неутралних и базичних силикатних стена), дистрични силикатни колувијум (настао таложењем продуката распадања киселих силикатних стена), карбонатни колувијум (настао таложењем продуката распадања меких карбонатних стена) и колувијални наноси са фосилним земљиштем (нанос плићи од 70 cm, покрива фосилно земљиште).

**Кисело смеђе земљиште (дистрични камбисол)** - је означено бројем 23, 26, 41, и 42 (сл. 39 и 40). Ово је тип веома распрострањених земљишта у брдско-планинском подручју слива Дрине. Припада групи аутоморфних земљишта, чији је настанак повезан са водом падавина, без дужег задржавања. Карактерише га



охрични (Aoh) или (Aum) хумусни хоризонт, који лежи непосредно изнад камбичног хоризонта (B)v. Образује се на киселим стенама као што су, пешчари, филити, глинци, киселе еруптивне и друге кварцно - силикатне стене. Дистрични камбисол се може јавити у неколико варијетета: на бречама, на пешчару, на песку, на глини, на шкриљцима, итд. Варијетети се према дубини солума деле на форме: плитка земљишта (до 40 cm), средње дубока земљишта (од 40 - 70 cm) и дубока земљишта (преко 70 cm).

**Смеђе земљиште на кречњаку (калкокамбисол)** - означено је бројем 24 (сл. 39 и 40). Ово земљиште се налази у брдско-планинском подручју притока Дрине, на геолошкој подлози коју чине кречњаци и доломити, често карстификовани. Покривају релативно мале површине. Калкокамбисол има молични (Amo) или охрични (Aoh) хумусни хоризонт, који лежи изнад камбичног хоризонта, смеђе боје. Подтипови смеђих земљишта су: типично, без знакова других процеса и илимеризовано (почетак формирања Е хоризонта). Смеђа земљишта се деле на варијетете који се деле по дубини солума на: плитка (до 35 cm), средње дубока (од 35 - 50 cm), и дубока (преко 50 cm). Јављају се у две форме: иловасто и глиновито земљиште.

**Илимеризовано земљиште (лувисол)**, означено бројем 31, на сл. 39 и 40. Налази се на брежуљкастом терену на експерименталној деоници 1, која чини прелаз од равних и благо заталасаних површина ка брдско - планинском подручју. Земљиште има охрични (Aoh) или умбрични (Aum) хумусни хоризонт, ређе органични (O). Испод хумусног, простире се елувијални хоризонт (E), а испод њега је аргилувични В хоризонт (Bt). Земљиште је слабо до умерено кисело.

Подтипови овог земљишта могу бити образовани: на силикатима и силикатно карбонатним супстратима или на кречњацима и доломитима. Постоји више варијетета овог земљишта, као што су: типично (нема трагова других процеса), типично оглејено (процеси оглејавања на дубини већој од 100 cm), и оглејено (појава усамљених конкреција Fe у солуму, а оглејавање на дубини, испод 100 cm), подзолирано (појава O хоризонта и почетак стварања Е хоризонта), итд.

Према форми се разликују: песковита, иловаста и глиновита земљишта, а према садржају скелета: слабо скелетно ( $< 25 \%$ ), средње скелетно ( $25 - 50 \%$ ), и јако скелетно земљиште ( $> 50 \%$ ).

**Псеудоглеј** - је означен бројем 30 на сл. 39 и 40. Псеудоглеј означава хидроморфна земљишта: ритске црнице и мочварно глејно земљиште. Карактерише га истовремено псеудооглејавање и хипооглејавање, са грађом профила: A-E/g-B/g-G. Ритска црница (хумоглеј) има молични или ветрични хумусни хоризонт са знаковима хидроморфизма  $A_{mo,a}$  или  $A_{mo,a,vt}$  који је дебљи од 50 cm, као и хоризонт оглејавања, претежно оксидационог карактера ( $G_{so}$ ). Колебање нивоа подземне воде се одвија од површине терена до дубине преко 150 cm.

Издвојени су следећи подтипови у односу на присутност карбоната и глине: карбонатна земљишта, некарбонатна земљишта, карбонатно ветрична и некарбонатно ветрична земљишта. Мочварно глејно земљиште има хумусни хоризонт са знаковима хидроморфизма ( $A_a$ ), дебљине слоја мање од 50 cm, или тресетни хоризонт плићи од 30 cm, као и глејни хоризонт са израженим  $G_{so}$  и  $G_r$  подхоризонтом. Подтипови овог земљишта су: хипоглејно (оглејавање под утицајем стагнације подземне воде), епиглејно (оглејавање површинским, претежно поплавним водама и амфиглејно (истовремено постојање епиглејног и хипоглејног карактера оглејавања).

**Камењар (литосол)** - означен је бројем 50 на сл. 39 и 40. Овај тип земљишта се углавном налази у брдско - планинском подручју слива Дрине. Литосол је аутоморфно, неразвијено земљиште, (A-R) типа, чија дубина није већа од 20 cm, а затим прелази у компактну стену или слабо раздробљену стену. Подтипови овог земљишта могу се формирати на киселим стенама, неутралним и базичним стенама, перидотиту, кречњацима и доломиту. Ова земљишта су настала као последица ерозије, или колмацијом (котрљањем) ситних комада кречњака, низ падину (сл. 38). Карактеристика земљишта је висока скелетност, преко 50 %.



**Сл. 38.** Литосол у речној долини Дрине (Институт "Јарослав Черни", 2006)

На експерименталној деоници 1, у ужој зони, највише су заступљени типови алувијалних земљишта (флувисол), бројеви 32 и 34, а у широј зони смеђе земљиште на кречњаку (калкокамбисол) ознаке 24 (сл.39 и 40), и кисело смеђе земљиште на шкриљцима и граниту, означено са бројевима 41 и 42 (сл. 39 и 40). Локације депонија се углавном налазе уз водотоке на алувијалним земљиштима у ужој зони.

#### **4.2.2.2. Експериментална деоница 2**

На сливном подручју реке Лим (експериментална деоница 2), присутно је више типова земљишта, која су формирана под утицајем педогенетских чинилаца и антропогеног фактора. У даљем тексту су представљени најчешће заступљени типови земљишта на овој експерименталној деоници.

**Алувијални наноси** заузимају подручје дуж акумулације Потпећ (сл. 39). У долини Лима се јављају различити варијетети алувијалних наноса у односу на механички састав и садржај карбоната. За алувијалне наносе реке Лим, карактеристична је појава слојева различитог гранулометријског састава. У зони Пријепоља, моћност слојева се креће од 10 - 40 cm. Ови наноси су глиновито-

иловастог састава, и то на вишим терасама, док су у непосредној близини речног корита песковито – иловести. Песковити наноси су до 60 cm дубине, а испод се налази песак и шљунак.



Сл. 39. Алувијални нанос на обали акумулације ХЕ Потпећ (Институт "Јарослав Черни", 2006)

**Кисело смеђе земљиште (дистрични камбисол) на пешчару**, означено је бројем 27 (сл. 42). Налази се у средишњем делу, са обе стране акумулације ХЕ Потпећ. На десној обали се пружа узводно од ушћа Милешевске реке, углавном на брдовитом терену, са изразито стрмим нагибима. Примарну вегетацију на овом земљишту чине храстове шуме на нижим теренима, и букове састојине и четинари, на вишим теренима. Заједничка особина свих развојних фаза нехомогеног киселог смеђег земљишта је јаче или слабије изражена смеђа боја. Дистрични камбисол се може јавити у неколико варијетета: на бречама, на пешчару, на песку, на глини, на шкриљцима, итд.

**Кисело смеђе земљиште на палеозојским шкиљцима**, означено је бројем 41b (сл. 42). Налази се у зони Пријепоља на левој и десној обали Лима, на потезу од Сељашнице до Камене Горе, и у зони Бродарева. Образовало се углавном под храстовом и буковом шумом, али се на њему срећу и четинари. Ово земљиште је по развијености профила веома хетерогено. Под шумом је највише распрострањен

тип А–А-С, а на ливадама и пашњацима А-С. Дубина профила код неразвијених фаза овог типа земљишта, ретко прелази дубину од 25 cm, чак и на блажим нагибима, где би се очекивало дубоко земљиште. Хоризонт (В) јавља се у дубљим и развијенијим профилима и има смеђу боју. Хоризонт С је раздробљен или компактан шкриљац у почетним фазама распадања. Палеозојски шкриљци не садрже  $\text{CaCO}_3$  и зато по саставу припадају киселим подлогама. Вредности рН су просечно испод 6.0, а КСI, испод 5.0.

**Рендзина и посмеђена рендзина** су означене бројевима 18 и 18а (сл. 42). Рендзина се налази на левој падини акумулације ХЕ Потпећ низводно од ушћа Бистрице. Земљишни профил има молични хоризонт који постепено прелази у растресити, карбонатни С хоризонт. Најчешће се може издвојити прелазни А-С хоризонт, тако да профил има грађу  $\text{Amo-AmoC-C-R}$ . Супстрат има велики садржај карбоната (преко 20 %), осим варијетета посмеђене рендзине.

Подтипови су издвојени у односу на геолошку подлогу: на лапорцу и кречњацима, на лесу, на морени, на доломиту, карбонатном песку и карбонатном шљунку. За све подтипове су издвојени варијетети: карбонатна (карбонати у А хоризонту), излужена (карбонати премештени у дубље слојеве), посмеђена (појава камбичног хоризонта у А хоризонту) и колувијална (хумусни хоризонт нанесен и дубљи од 40 cm. Посмеђена рендзина има углавном слабо до средње киселу, ређе неутралну рН вредност. У поређењу са типичном, она спада у кисела земљишта. Количина хумуса је нижа него код типичне рендзине, јер хумус у процесу посмеђивања нестаје.

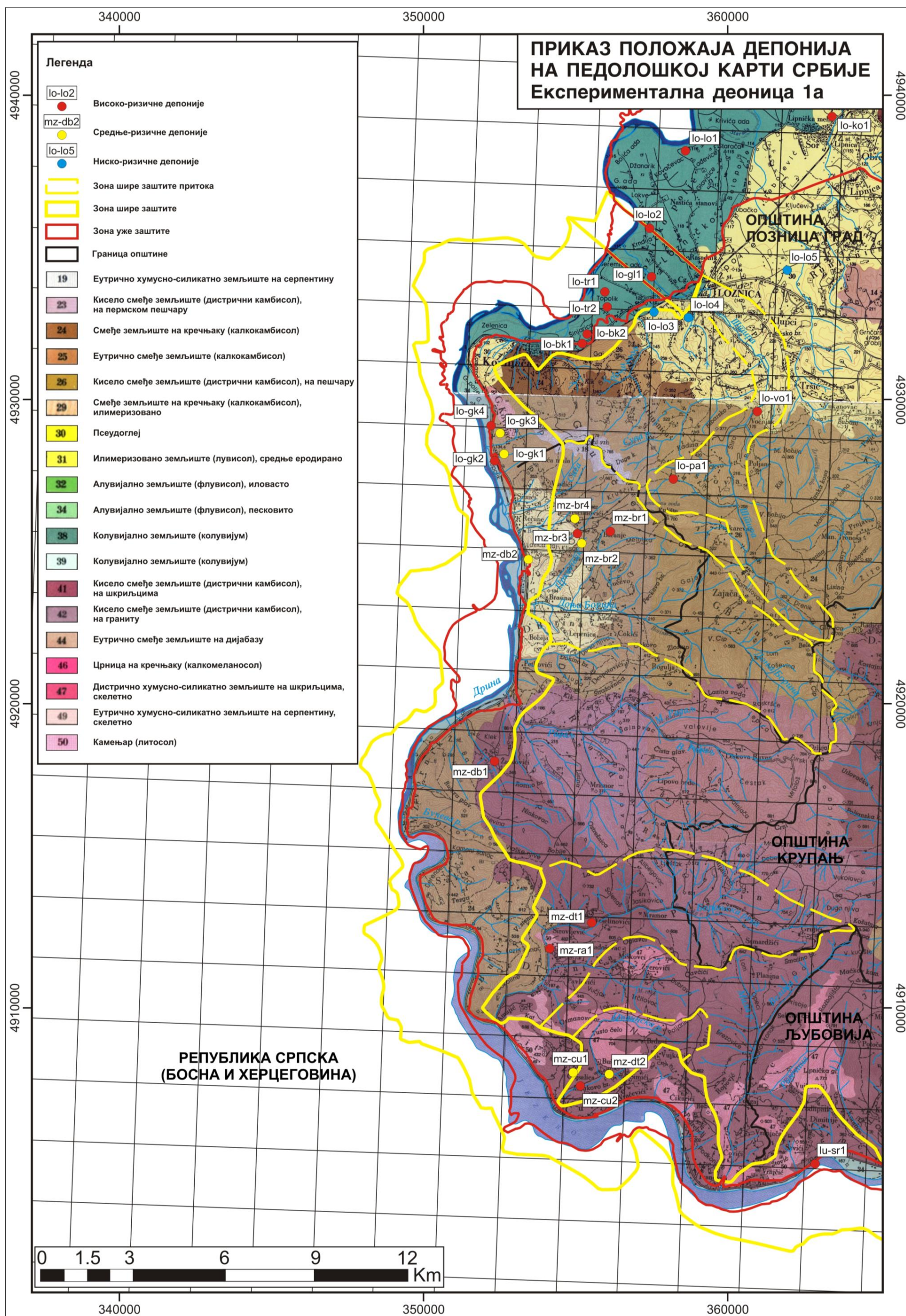
**Еутрично смеђе земљиште** на амфиболитима, означено је бројем 41с, а на дијабазу, бројем 44 (сл. 42). Ово земљиште има молични (Amo) или орхични (Aoh) хумусни хоризонт, који лежи непосредно изнад камбичног хоризонта (В)v. Степен засићености базама је изнад 50 %, а рН у води је изнад 5.5. Подтипови овог земљишта се образују на лесу, на базичним и еруптивним стенама, амфиболитском шкриљцу, итд. Постоји већи број варијетета: типично (нема знакова других процеса, осим карактеристичних за тај тип земљишта), илимеризовано (појава колоидних опни у В хоризонту без јасно израженог Е хоризонта), типично оглејено (нема знакова других процеса, осим заглејавања на

дубини већој од 100 cm), итд. По текстури може бити: песковито, иловасто и глинасто, а према садржају скелета: слабо скелетно ( $< 25 \%$ ), средње скелетно (25 - 50 %) и јако скелетно ( $>50 \%$ ).

**Дистрично хумусно-силикатно земљиште (ранкер) на пешчару**, означено је бројем 19b на сл. 42. Хумусно - силикатна земљишта могу имати молични, умбрични или органични хоризонт, који лежи непосредно на тврдој стени и има профил A-R типа. Ређе лежи на продуктима механичког распадања стена (на пример, еруптивних стена), када има грађу профила A-AC-C-R типа. Ова земљишта су некарбонатна, и у зависности од врсте супстрата на коме су формирана, могу бити неутрална, умерено кисела или јако кисела. Подтипови су: еутрични ранкер (има молични или орхични хумусни хоризонт и ствара се на неутралним и базичним стенама) и дистрични ранкер (има органични хоризонт и/или умбрични и ствара се на киселим силикатним и кварцним стенама).

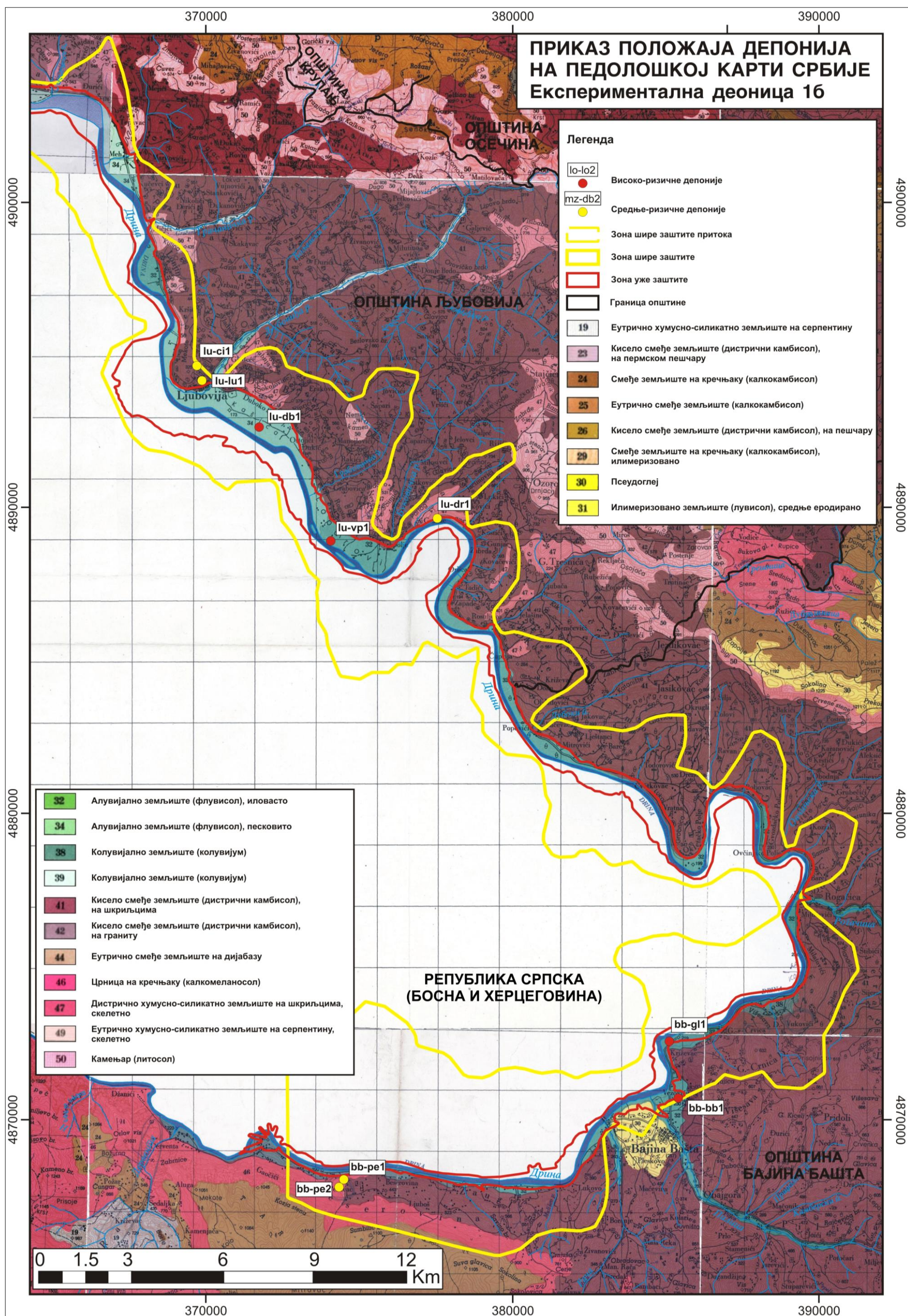
На експерименталној деоници 2, у ужој зони су најзаступљенија алувијална земљишта, означена бројем 32. У широј зони је најзаступљеније кисело смеђе земљиште, означено бројевима 27, 41, 41a, 41b и 27 (сл. 42), као и у широј зони притока. Локације депонија се, углавном, налазе уз водотоке на алувијалним земљиштима у ужој зони.





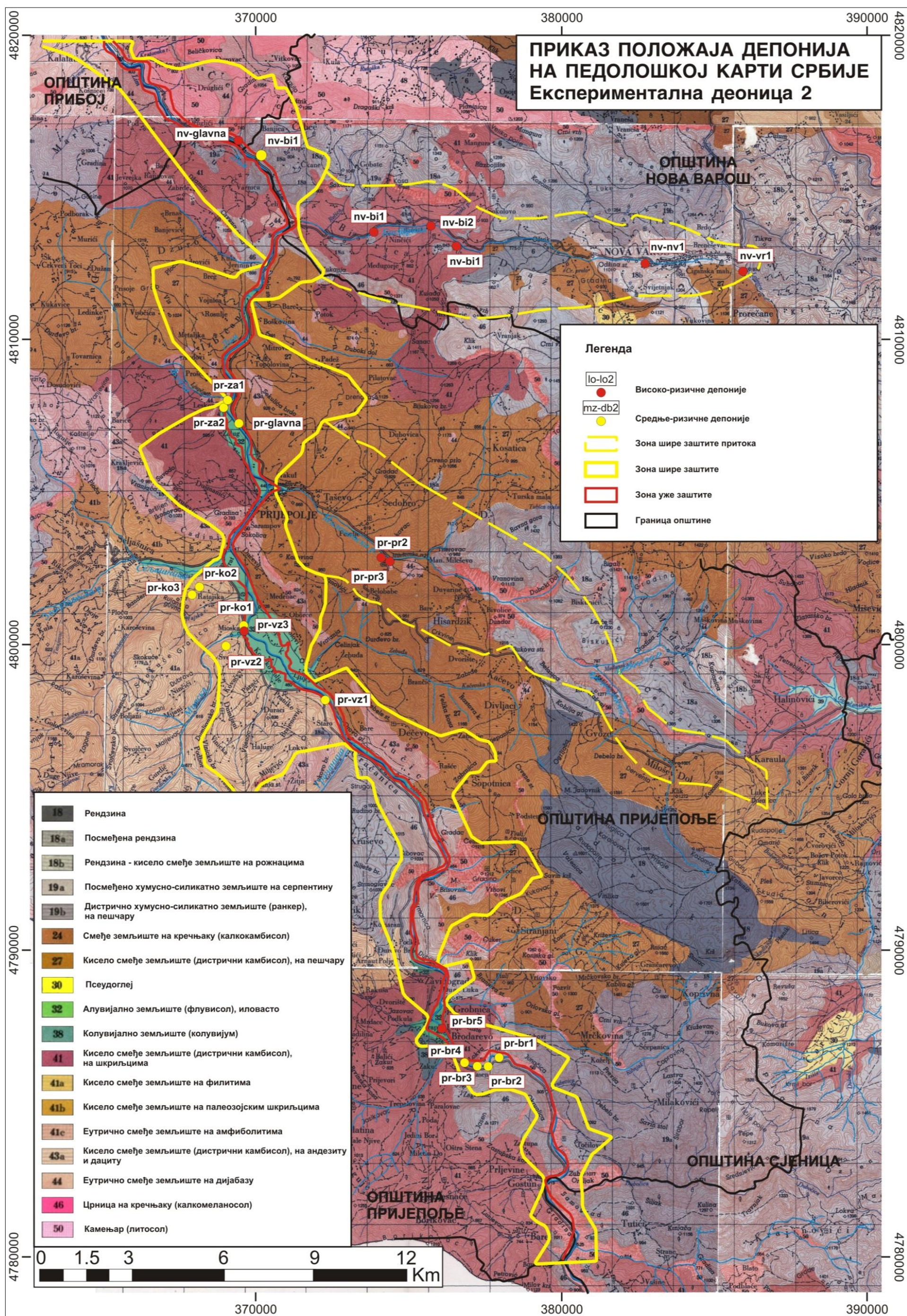
Сл. 40. Заступљеност земљишта и положај депонија на експерименталној деоници 1а





Сл. 41. Заступљеност земљишта и положај депонија на експерименталној деоници 16





Сл. 42. Заступљеност земљишта и положај депонија на експерименталној деоници 2



### 4.2.3. Шумска вегетација

Карактеристике шумске вегетације, на експерименталним деоницама 1 и 2, обрађене су на основу теренских истражних радова и следећих подлога:

- Вегетације Србије II/1 (Јовановић, и др., 1997) и II/2 (Диклић, и др., 1997),
- Дендрологије (Јовановић Б., 2007),
- техничке документације за изградњу хидроелектрана (ХЕ Бајина Башта, ХЕ Зворник и ХЕ Потпећ),
- Карте природне потенцијалне вегетације СФРЈ у размери 1:1.000.000 (Јовановић Б., Мишић В., 1983/1986), чију је дигитализацију и геореференцирање за подручје Србије, урадио Републички геодетски завод Србије, 2012. год. Легенда на картама (сл. 45, 46 и 47) у овој дисертацији, усклађена је са савременим називима шумских заједница у Србији Вегетацији Србије, II/1 и II/2 (1997).

Основни циљ анализе шумске вегетације је да се проуче потенцијално природне шумске заједнице и аутохтоне врсте вегетације, које би се могле користити за биолошку заштиту приобаља од површинског наноса.

#### 4.2.3.1. Експериментална деоница 1

Област ушћа Дрине у Саву, на којој су спрудови, шљункови и пескови, и узан појас земљишта уз речни ток Дрине, припада потенцијалној вегетацији шуме лужњака (*Genisto - Quercetum roboris* Vuk., 1959), која је означена са бројем 23 (сл. 45 и 46). Раније је ова шума представљала фацијес, а касније је уочено више локалитета у Србији (Посавини и др.). Уобичајени назив у шумарској пракси у Србији за ову заједницу је: заједница чистих лужњакових шума. У спрату дрвећа се јављају: *Quercus robur* L., *Ulmus effusa* Willd., *Fraxinus angustifolia* Wahl. У спрату жбуња се јављају: *Genista ovata* W., *Crataegus monogyna* Jack., *Crataegus oxyacantha* L., *Acer tataricum* L. и *Cornus* sp.

Са порастом надморске висине у општини Мали Зворник, на сувим и топлим стаништима јавља се шума сладуна и цепа (*Quercetum frainetto-cerris* Rudski,

1940), која је означена са бројем 14 (сл. 45 и 46). То је климазонална шума и обухвата велико подручје Србије. Највећи број данашњих насеља и пољопривредног земљишта потенцијално припада природној вегетацији шума сладуна и цера.

Између те две зоне, на подручју општине Лозница, клинасто се увлачи и заузима виша станишта, шума китњака и граба у Србији (*Quercus - Carpinetum serbicum* Rud., 1949), која је означена са бројем 30 (сл. 45 и 46). Јавља се на подручју климатогене заједнице сладун - цер, на око 500 mnm (метара над морем), где се као трајни стадијум вегетације, насељава увале, јаруге и северне стране, које не одговарају букви. У спрату дрвећа се поред граба и китњака, јављају: *Quercus cerris* L., *Quercus frainetto* Ten., *Pyrus piraster* Borkh., *Fagus moesiaca* (D.M.) Cz., *Acer campestre* L.; у спрату жбуња: *Corylus avellana* L., *Cornus mas* L., *Crataegus oxyacantha* L., и др.

Изнад те шуме, на већој надморској висини, налази се шума китњака (*Quercetum montanum* Černjavski et Jovanović, 1953), која је означена са бројем 40 (на сл. 45 и 46). Чисте састојине ове заједнице се јављају на значајним површинама у Србији и југоисточној Босни, на надморским висинама од 500 - 900 mnm, у појасу брдског региона букве, где заузимају топлије експозиције. Њихова појава везана је за орографске услове, односно, јављају на теренима са већим нагибом. Геолошку подлогу чине киселе, силикатне стене, а педолошку, дистрична смеђа земљишта, плитка, скелетна и изложена ерозији. У спрату дрвећа су: *Quercus petraea* (M) Lieb., *Quercus.cerris* L., *Fraxinus ornus* L., *Tilia argentea* Desf., *Pyrus pyraster* Borkh., *Carpinus betulus* L., *Acer campestre* L., и др. На нижим надморским висинама у појасу храстових шума, на хладнијим експозицијама појављује се брдска шума букве (*Fagetum moesiacae submontanum*), а на вишим надморским висинама налази се планинска букова шума (*Fagetum moesiacae montanum* Jov., 1976), која је означена са бројем 32 (сл. 45 и 46). Она представља климарегионални тип шуме. Ова шума се простире у појасу од 550 - 1650 mnm, изнад појаса храста китњака. На њену појаву утичу климатски и едафски фактори средине: силикатна подлога, обиље површинских токова и влажне ваздушне масе.

У чистим буковим шумама јавља се умерено кисело смеђе земљиште на силикатима, као и смеђе земљиште на кречњацима. Основни едификатор је буква (*Fagus moesiaca*, D.M. Cz), док су у спрату дрвећа присутни: *Acer pseudoplatanus* L., *Acer platanoides* L., *Ulmus glabra* Mill., *Betula pendula* Roth. и др. У спрату жбуња је присутан подмладак из спрата дрвећа, као и врсте: *Evonymus europaea* L., *Ribes* sp., *Sorbus aria* Cr.

На мањим површинама, са киселом геолошком подлогом, јавља се ацидофилна шума букве (*Luzulo albidae* - *Fagetum montanum* Jov., 1979), која је означена са бројем 42 (сл. 45 и 46). Ова шума се јавља у појасу храстових и букових шума на смеђим земљиштима, киселим до екстремно киселим или оподзољеним земљиштима, на некарбонатним стенама у подлози и нагнутим теренима (15 - 30°). Изграђене су од мањег броја врста у односу на типичне букове шуме, због едафског фактора киселости. У спрату приземне јављају се: *Luzula albidae*, *Luzula nemorosa*, *Veronica* sp., *Vaccinium myrtillis*, *Festuca* sp.



**Сл. 43.** Површински нанос на: а) стаблу беле јове, *Alnus incana* Mnch., и б) корењу беле врбе, *Salix alba* L (фото: Жупански Д., 2013)

На сл. 43, може се уочити да приобална вегетација задржава површински нанос (пластичне кесе и флаше), што може имати негативне последице по физиологију

биљака. На слици 44, може се уочити функционалност, ивичне, приобалне вегетације у заштити тока Дрине од доспевања површинског наноса.

Плавна земљишта уз реку Дрину, у општини Љубовија насељава шума лужњака и обичног граба (*Carpino betuli - Quercetum roboris* Vuk., 1956., В. Јов., 1967), која је означена са бројем 31 (сл. 45 и 46). Јавља се у централним деловима плавних речних долина. Јавља се на стаништима, која се одликују високим нивоима подземних вода, доступних корењу биљака у летњем периоду. У спрату дрвећа се јављају: *Quercus robur* L., *Carpinus betulus* L., пеђе, *Quercus. frainetto* Ten. У спрату жбуња се јављају: *Ligustrum vulgare* L., *Acer tataricum* L., *Acer campestre* L., *Cornus sanguinea* L., *Crataegus monogyna* Jack., *Lonicera carpifolium* L., и др.

Већи део територије општине Бајина Башта, на деоници 1б, заузима шума сладуна и цера. У кањону Дрине, јавља се реликтна вегетација клисура и кањона, која је означена са бројем 55, као и шуме оморице (*Piceetum omorikae* Tregubov, 1941), означене бројем 47 (сл. 45 и 46).



**Сл. 44.** Функционалност ивичне вегетације у зони депоније "Окучје" на обали Дрине у општини Бајина Башта (фото: Жупански Д., 2009)

Планина Тара је природни ареал заједнице, *Omorikae - Piceeto - Pineto - Abieto - Fagetum mixtum*, која се може сматрати најстаријом и најсложенијом реликтном шумском заједницом. У спрату дрвећа се јављају: оморица (*Picea omorika* Рапч.),

јела (*Abies alba* Mil.), смрча (*Picea excelsa* Link.), црни бор (*Pinus nigra* Arn.), буква (*Fagus moesiaca* D.M., Cz.) и знатно мање, *Acer pseudoplatanus* L., *Sorbus aucuparia* L., *Populus tremula* L., *Salix caprea* L., *Betula pendula* Roth., и *Ostrya carpinifolia* Sc. У спрату жбуња, поред подмлатка из спрата дрвећа, заступљене су врсте: *Lonicera alpigena* L., *Lonicera xylosteum* L., *Rosa pendulina* L., *Daphne mezereum* L., *Sorbus aria* Cr., *Rhamnus fallax*, *Cotoneaster tomentosa* Lindl., *Spirea ulmifolia* Scop., *Ribes grosularia* L., *Lonicera nigra* L., *Rubus idaeus* L. На литицама и стрмим кречњачким блоковима, срећу се шуме црног бора и црног граба (*Ostrya - Pinetum nigrae*). Црни бор је доминантна врста, а у спрату дрвећа су присутне ксеротермне врсте: *Fraxinus ornus* L., *Ostrya carpinifolia* Sc., *Viburnum lantana* L., *Amelanchier ovalis* Moench., *Cotinus coggygria* Scop., *Cytisus hirsutus* L., и др.

#### 4.2.3.2. Експериментална деоница 2

Уз обалу акумулације ХЕ Потпећ, јављају се шуме сладуна и цара (*Quercetum frainetto-cerris* Rudski, 1940), које су означене са бројем 14 (сл. 47). Ове шуме су углавном пањаче. Северније, уз обалу Лима у општинама Пријепоље и Сјеница, јављају се шуме китњака и црног граба (*Ostrya carpinifoliae - Quercetum* B. Jov., 1967, Томић, 1980), које су означене са бројем 12 (сл. 47). Распрострањене су у западним деловима Србије, од Дрине до Ибра, у висинском појасу од 400 - 950 mnm. Образују се под утицајем екстремних услова станишта, на кречњачкој подлози. У клисурама и кањонима представљају пионирску вегетацију. Доминантне врсте су: *Quercus petraea*, *Quercus cerris*, *Pirus pyraister*, *Tilia sp.*, *Quercus frainetto* и др.

Изнад шуме сладуна и цара, као и храстова и црног граба, простире се шума цара (*Quercetum cerris* Vuk., 1966, Мишић, 1985), која је означена са бројем 17 (сл. 47). Ова шума доминира на десној падини акумулације. Чисте церове шуме се налазе у појасу шума сладун-цер, у северозападној Србији, Републици Српској и клисури Дрине. Расту у висинском појасу од 500 - 1200 mnm. Јављају се на кречњаку (црницама и смеђим земљиштима) на лапорцу, као и на шкриљцима и пешчарима.

Храстове шуме на овом подручју немају економске вредности, пошто су углавном, ниске шуме – пањаче. Десна падина је у погледу обраслости врло оскудна са вегетацијом, нарочито на стрмим деловима терена. Лева падина потеза Потпећ – ХЕ Бистрица налази се на северној, хладној експозицији, те је знатно бољег обраста и склопа. Доминантне врсте дрвећа на левој падини су буква (*Fagus moesiaca* Cz.) и граб (*Carpinus betulus* L.) у горњим регионима, док је у приобалном појасу Лима заступљен храст лужњак (*Quercus robur* L.).

На геолошкој подлози од серпентина, налазе се шуме црног бора. Густина шумског покривача деонице ХЕ Бистрица – Пријеполје је знатно већа од деонице 1. У приобалном појасу реке Бистрице, преовлађује шума китњака и граба у Србији (*Quercus - Carpinetum serbicum* Rud., 1949), која је означена бројем 30 (сл. 47), док је у вишим регионима, заступљена планинска букова шума (*Fagetum moesiacaе montanum* Jov., 1976).

На левој падини има доста шумских површина типа шикаре, у веома деградираном стању. Таква жбунаста вегетација штити земљиште, а на местима где је нема, уочљиви су интензивни ерозиони процеси. Проценат пошумљености читавог подручја креће се у границама од 50 - 60 %. У групи шумског жбуња су: трњина (*Prunus spinosa* L.), глог (*Crataegus oxycantha* L.), леска (*Corylus avelana* L.), дивља јабука (*Malus silvestris* L.), дивља крушка (*Pyrus pyraster* L.), дрен (*Cornus mas*) и дивља ружа (*Rosa canina* L.).

На левој обали Лима, изнад појаса шуме сладуна и цера, налази шума китњака (*Quercetum montanum* Černjavski et Jovanovic, 1953), која је означена са бројем 40 (сл. 47). Изнад су жбунасте формације бора. На вишим надморским висинама простире се шума букве и јеле (*Abieti - Fagetum* B. Jov., 1976), означена са бројем 38. Заузима планинске области у Србији, од 800 - 1600 mnm, на дубоким, киселим смеђим земљиштима. Могу бити на киселој подлози, серпентину или кречњачкој подлози. Планинска шума смрче (*Picetum excelsae montanum* Br., Bl.), означена је бројем 46, на сл. 47. Јавља се на надморској висини од 1150 - 1400 mnm, на

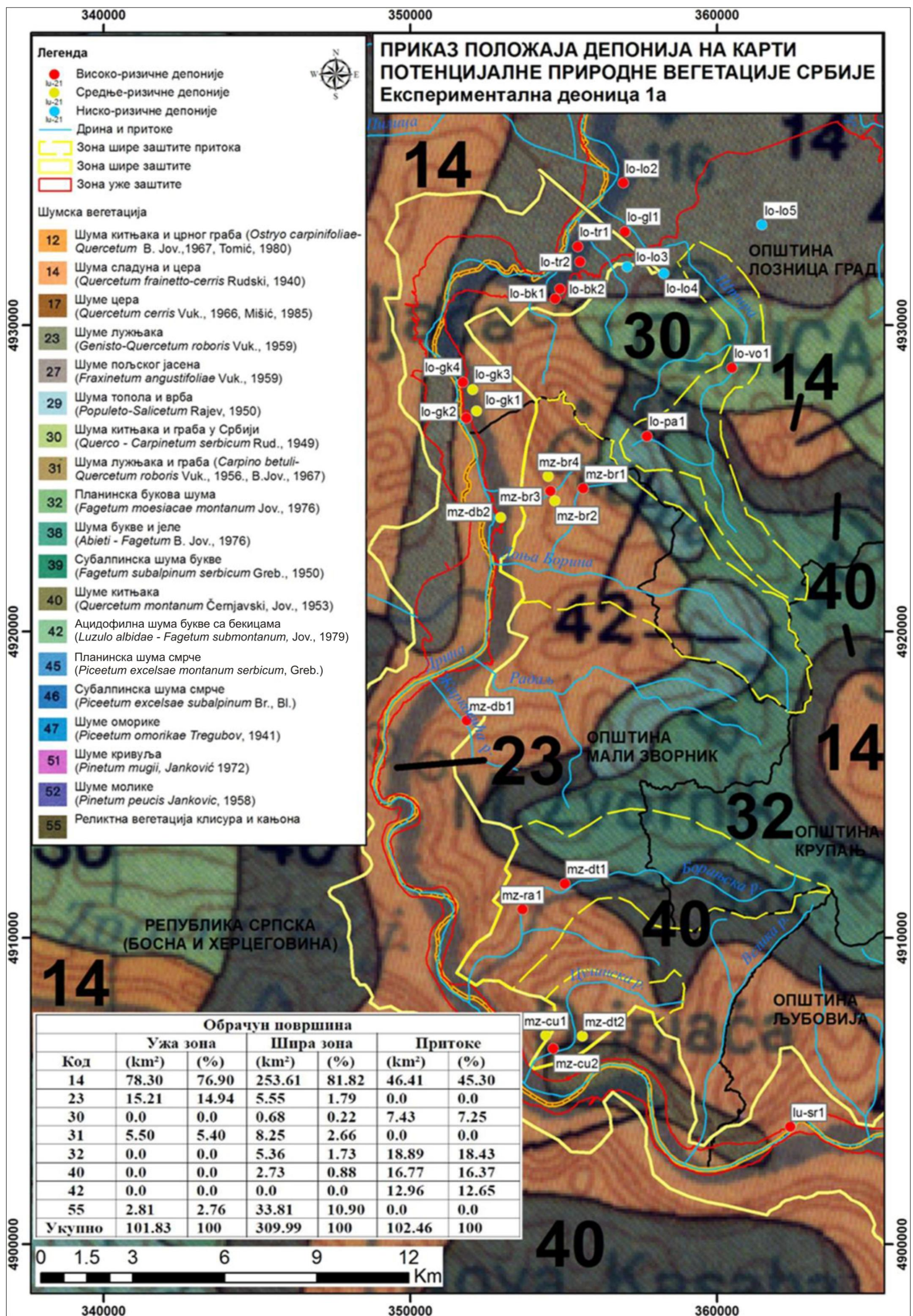
планинама у залеђу долине Лима. Геолошку подлогу чине карбонати, настали покретањем ледничких морена.

На високим планинама и киселој подлози, јавља се планинска шума смрче (*Piceetum excelsae serbicum*, Greb.), која је означена са бројем 45 (сл. 47). Изнад су жбунасте формације бора кривуља (*Pinetum mugii*, Janković, 1972), означене са бројем 51. Ово је најнижа врста бора у Србији, која расте од 1 - 2 m у висину. Заузима горњу границу појаса дрвенасте вегетације. Данас су присутни остаци некад великих површина под шумом кривуља, који су искрчени због пашњака. На стрмим обронцима речне долине Лима и притока, налази се реликтна вегетација клисура и кањона, означена са бројем 55 (сл. 47).

На експерименталним деоницама 1 и 2, највише је заступљена шума сладуна и цера (*Quercetum frainetto-cerris* Rudski, 1940). Она заузима 76.90 % површине уже зоне, 81.82 % површине шире зоне и 45.30 % површине шире зоне притока (сл. 45 и 46).

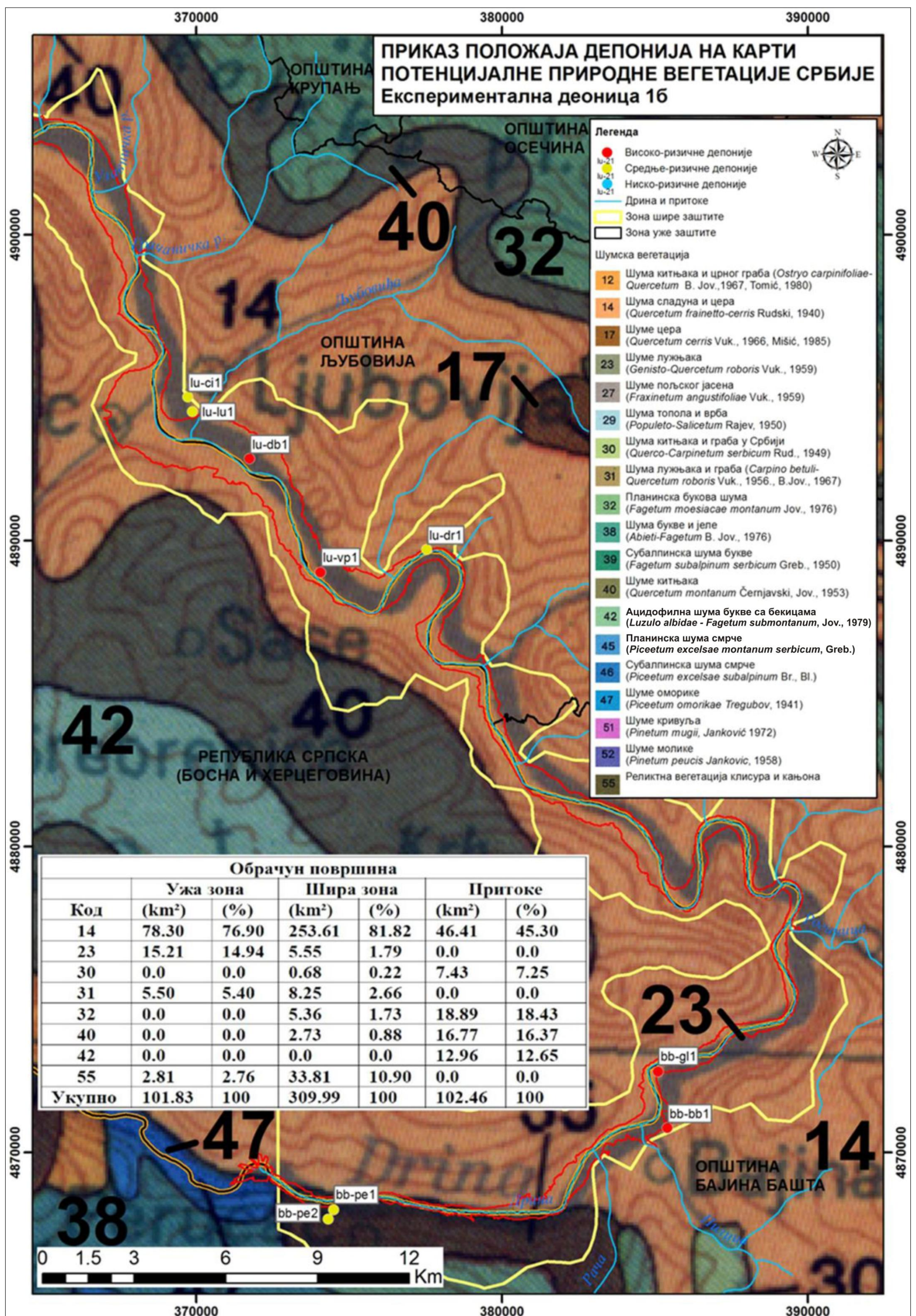
На експерименталној деоници 2 (сл. 47), такође је најзаступљенија шума сладуна и цера (*Quercetum frainetto-cerris* Rudski, 1940). У ужој зони Лима, она заузима 94.21 % површине, у широј зони, 73.38 % површине, и у зони притока (Милешевке и Бистрице), свега 24.69 %. Локације депонија се углавном налазе у зони коју настањују шуме лужњака (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris* Vuk., 1959), и шуме лужњака и граба (*Carpino betuli* - *Quercetum roboris* Vuk., 1956., B.Jov., 1967.).





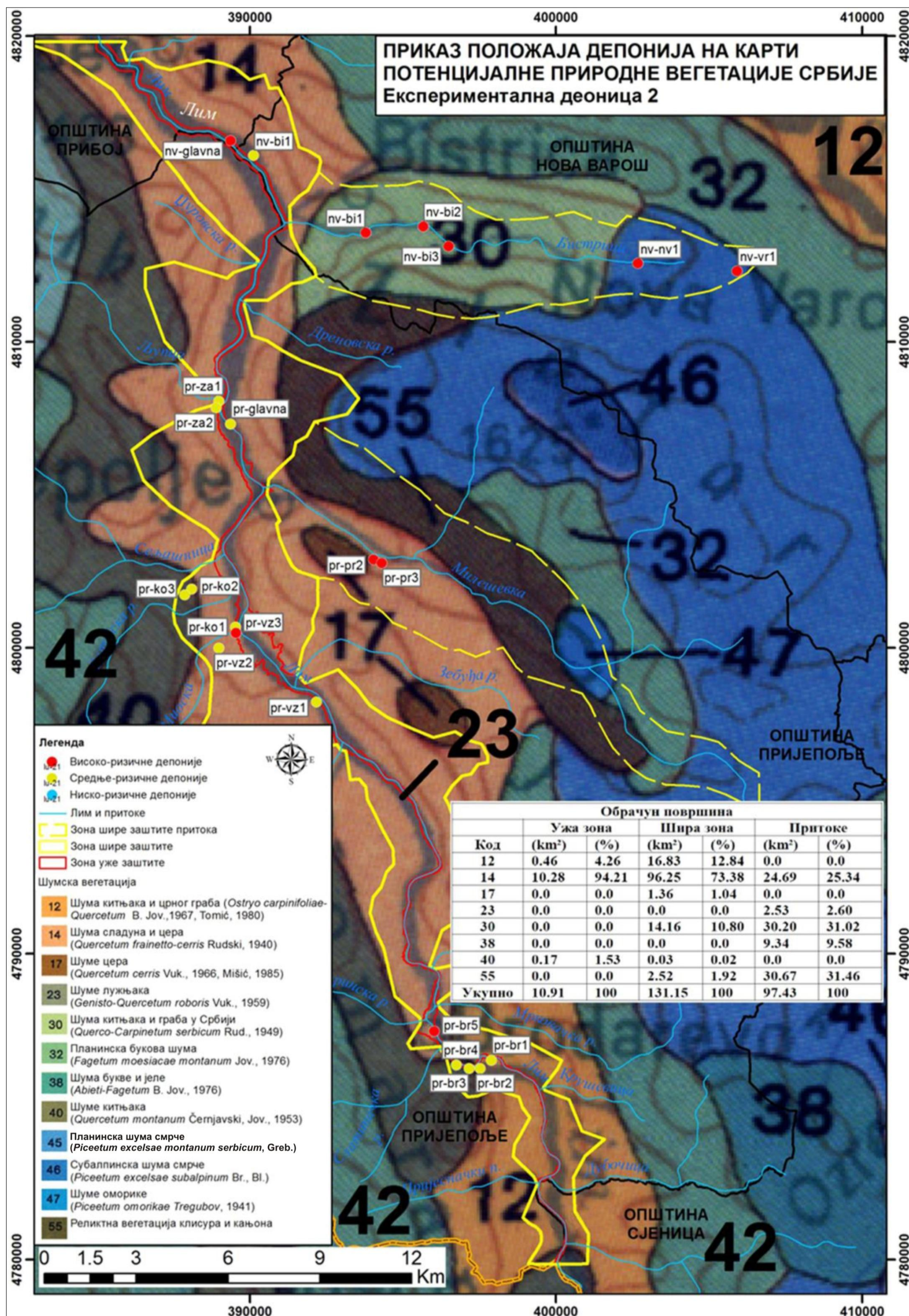
Сл. 45. Карта потенцијалне природне вегетације на експерименталној деоници 1а





Сл. 46. Карта потенцијалне природне вегетације на експерименталној деоници 16





Сл. 47. Карта потенцијалне природне вегетације на експерименталној деоници 2



#### **4.2.4. Начин коришћења земљишта према класификацији Corine**

За анализу начина коришћења земљишта на експерименталним деоницама 1 и 2, примењена је класификација Corine. Ова класификација представља интерпретацију информација о површини Земље, на основу снимака сателита Landsat TM и SPOT, у размери 1:100.000. Основни циљ је формирање јединствене базе података за предеону екологију Европе (CLC, Corine Land Cover, 2000). Имплементацију Corine за Србију и Црну Гору, 2006. године, урадило је предузеће EvroGeomatika из Београда са називом Карта коришћења земљишта, (CLC/Serbia, 2006), и одвојено за Србију без Косова и Метохије, 2007. године. Покривач земљишта (енгл.: land cover) представља визуелно уочен, физички покривач земљине површине, а начин коришћења (енгл.: land use) описује активност човека у коришћењу дела површине (Center for Geographic Information and Analysis, 1994). На основу анализе званичне карте Corine на српском језику, могу се уочити неправилности, као на пример, неусаглашеност легенде са стручном шумарском терминологијом: широколисне шуме, уместо листопадне шуме, итд., тако да је нужно да у следећој верзији Corine на српском језику, то буде исправљено. У овом раду је примењена класификација Corine на експерименталним деоницама 1 и 2 (сл. 48, 49 и 50), како би се анализирао утицај заступљених покривача и начина коришћења земљишта на доспевање површинског наноса у водотоке.

##### **4.2.4.1. Експериментална деоница 1**

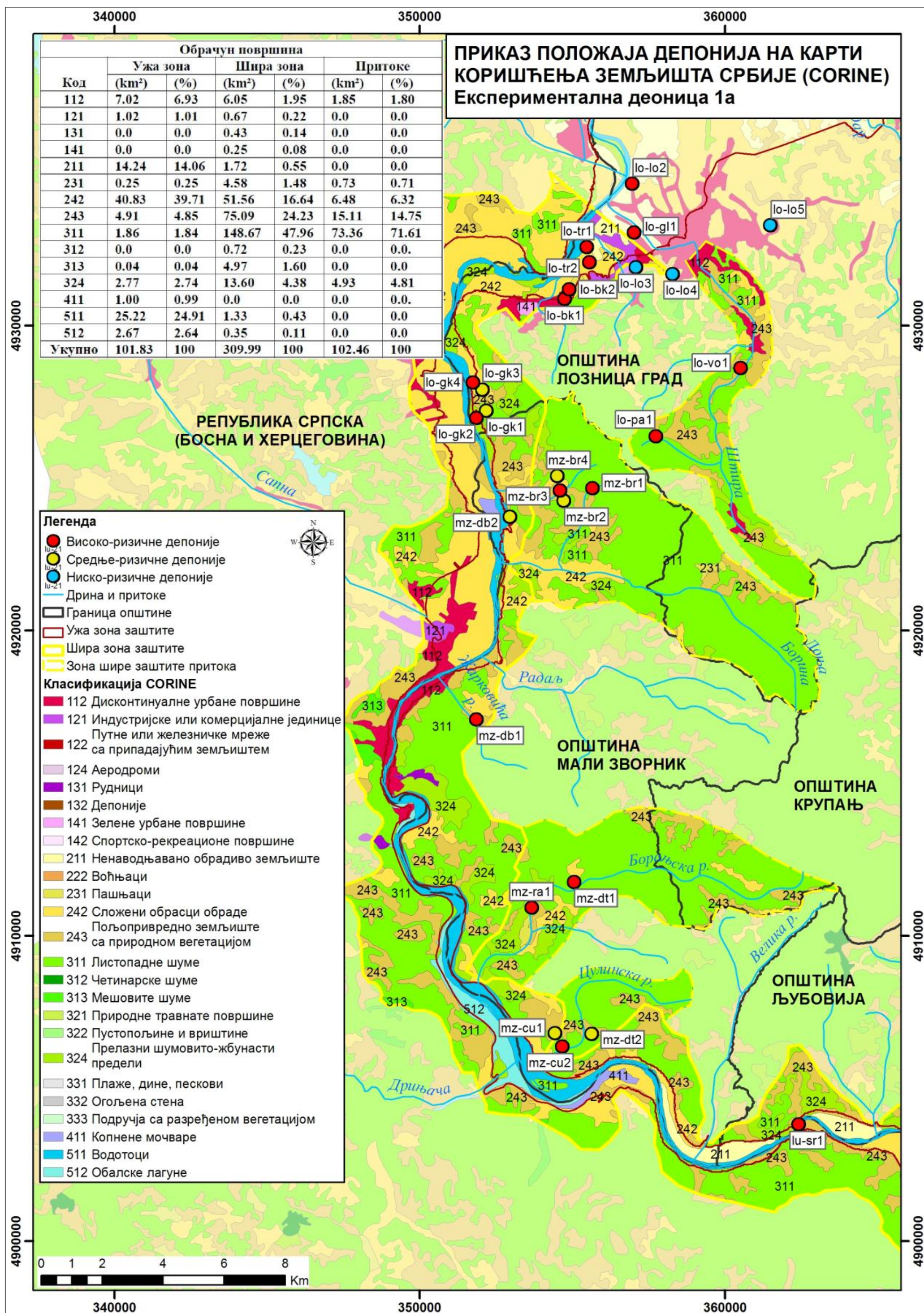
На експерименталној деоници 1 (сл. 48 и 49), може се уочити да су у ужој зони заштите, највише заступљени покривачи антропогеног порекла, број 242 - пољопривредно земљиште са 39.71 %, и број 211 - обрадиво земљиште са 14.06 %. У широј зони реке Дрине је највише заступљен покривач природног порекла, означен бројем 311 - листопадне шуме, са 47.96 %, као и у широј зони притока, у којој је заступљен са 71.61 %. Дефицит шумске вегетације на подручју експерименталне деонице 1, може се изразити као збир површина са покривачима антропогеног порекла. Покривачи антропогеног порекла, на овој деоници,

означени су бројевима: 112, 121, 131, 211, 242 и 243 (сл. 48 и 49), тако да дефицит шума у ужој зони износи, 66.81 % ( $6.93+1.01+14.06+0.25+39.71+4.85$ ). У широј зони заштите, износи, 45.95 % ( $1.95+0.22+0.14+0.08+0.55+1.48+16.64+24.23$ ), а у широј зони заштите притока, дефицит шума је 23.58 %.

#### **4.2.4.2. Експериментална деоница 2**

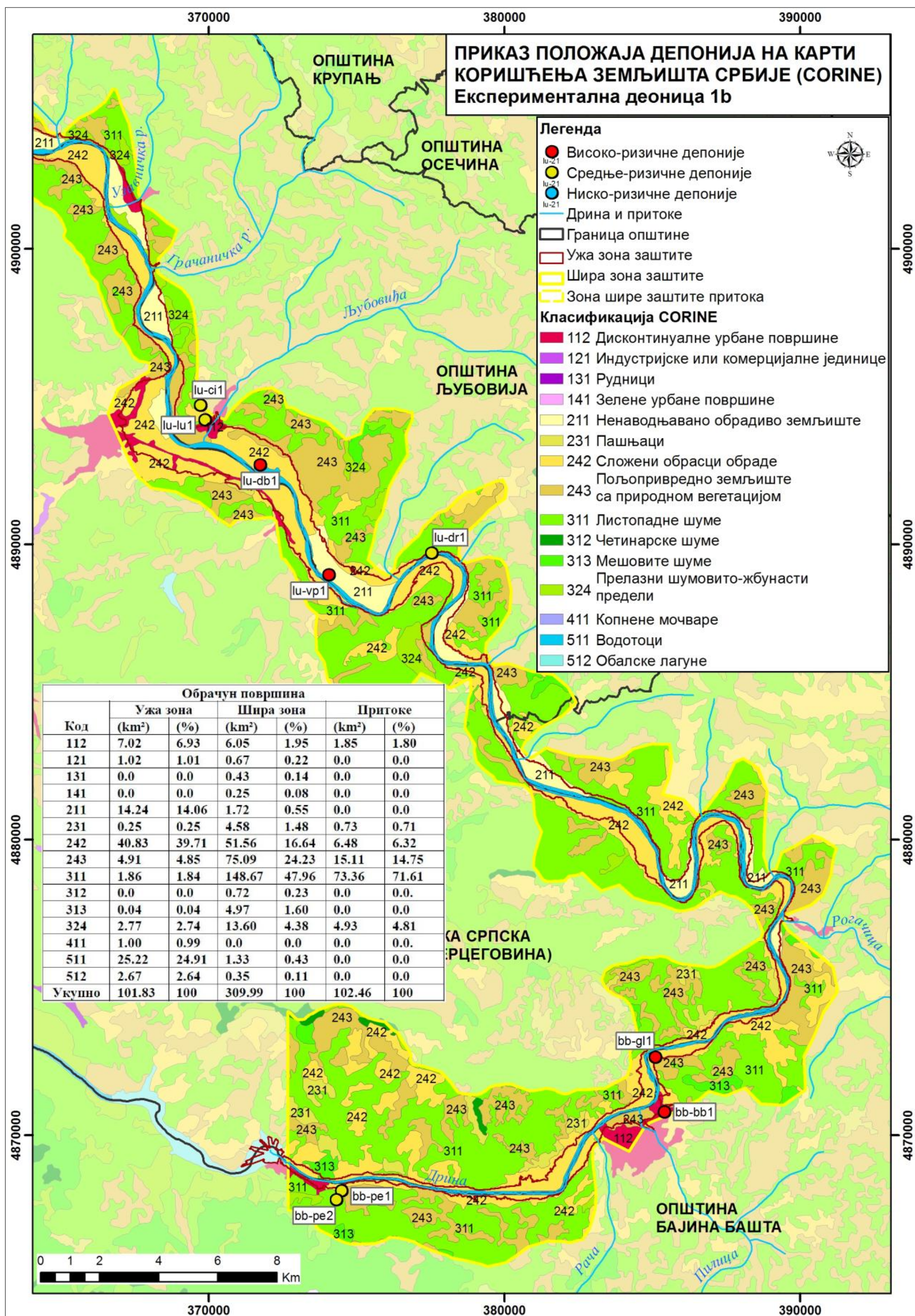
На експерименталној деоници 2 (сл. 50), у ужој зони су највише заступљене водене површине (35.01 %), означене бројем 511 - водотоци. Покривач антропогеног порекла, број 242 - пољопривредно земљиште, заступљен је са мањим учешћем, од 20.44 % површине. У широј зони Лима је највише заступљен покривач природног порекла, број 324 - прелазни шумовито-жбунасти предели, са 32.68 %, као и у широј зони притока (22.75 %). Подручје копненог дела деонице 2, такође, природно припада шумској вегетацији, тако да се дефицит шума, може изразити као збир процентуалне заступљености покривача антропогеног порекла. Антропогени покривачи заузимају 46.19 % ( $11.73+1.74+1.19+20.44+11.09$ ), површине уже зоне заштите, 35.19 % ( $3.15+0.09+0.14+0.36+11.34+20.11$ ), шире зоне заштите, и 39.06 % површине шире зоне заштите притока. На основу резултата примене класификације Corine на експерименталним деоницама 1 и 2, може се закључити, да је на обе деонице већа заступљеност покривача антропогеног порекла у ужој, плавној зони у односу на ширу зону. Дефицит шума на деоници 1 (66.81 % у ужој зони заштите, 45.95 %, у широј зони заштите, и 23.58 %, у широј зони заштите притока), је већи у односу на деоницу 2 (46.19 %, у ужој зони заштите, 35.19 % у широј зони заштите и 39.06 % у широј зони заштите притока), што се може објаснити бољим, природним погодностима на деоници 1, за развој пољопривреде, насеља, изградњу путева, итд., у односу на деоницу 2. У оквиру површина са покривачима антропогеног порекла, постоји већи обим антропогених активности, тако да је и могућност доспевања површинског наноса у водотоке већа, у односу на површине са шумском вегетацијом. Дефицит шумске вегетације на деоницама 1 и 2, означава недостатак природне, биолошке заштите земљишта, тако да те површине представљају потенцијалне површине за примену мера заштите од доспевања површинског наноса у водотоке.





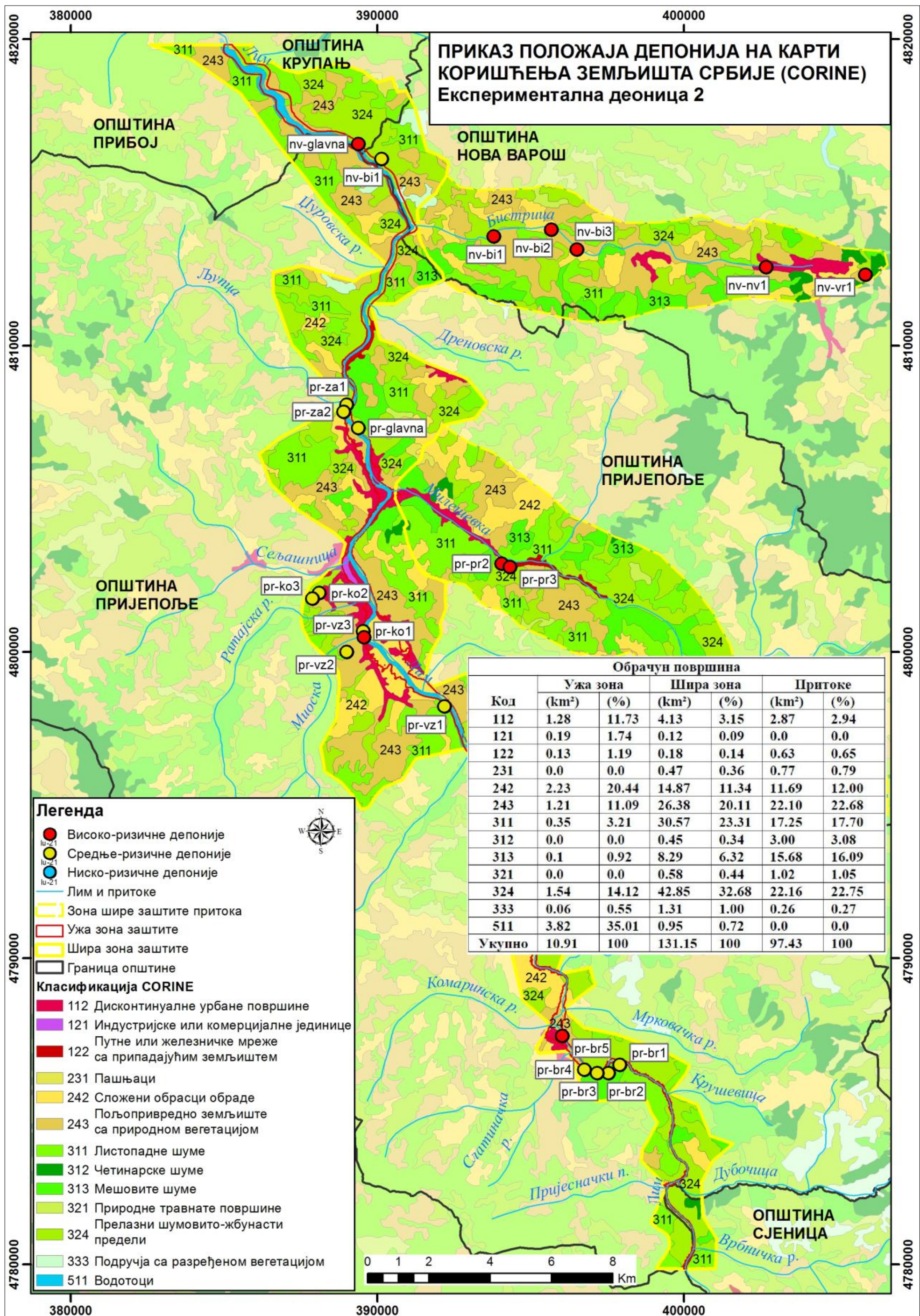
Сл. 48. Приказ положаја депонија на карти начина коришћења земљишта (према класификацији CORINE)





Сл. 49. Приказ положаја депонија на карти начина коришћења земљишта (према класификацији CORINE)





Сл. 50. Приказ положаја депонија на карти начина коришћења земљишта (према класификацији CORINE)



#### 4.2.5. Интензитет ерозије земљишта, продукција ерозионог материјала и пронос наноса (МПЕ, Гавриловић С., 1972)

Ерозиони потенцијал на експерименталним деоницама 1 и 2 је детерминисан на основу следећих елемената:

- детаљних теренских истраживања,
- примене Метода потенцијала ерозије (МПЕ, Гавриловић, 1972),
- примене програма ArcGis10.ESRI за графички приказ,
- примене програма Excel за обраду података, и
- коришћења карте ерозије Србије, у размери 1:100.000 (Водопривредна основа Србије, 2001).

Једначина МПЕ гласи:

$$W_{\text{god}} = T \cdot H_{\text{god}} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot F, \text{ где је,}$$

$W_{\text{god}}$  – укупна продукција ерозионог материјала на сливу, у  $\text{m}^3/\text{god}$

$T$  – температурни коефицијент подручја

$H_{\text{god}}$  – средња годишња количина падавина у  $\text{mm}$

$\pi$  – 3.14

$Z$  – коефицијент ерозије слива

$F$  – површина слива у  $\text{km}^2$ .

За прорачун су коришћени подаци оригиналних и попуњених серија годишњих сума падавина и серија средњих годишњих температура ваздуха, за период обраде од 1949 до 2006. године, са метеоролошких станице на подручју експерименталних деоница, према подацима РХМЗС (табела 6).

За станице које нису имале податке, урађена је интерполација вредности између станица које су имале податке. За прорачун коефицијента ретензије,  $R_u$ , за сваку ерозиону површину (сл. 30, 31 и 32), очитани су подаци за: обим ( $O$ , у  $\text{km}$ ), површину, ( $F$  у  $\text{km}^2$ ), дужину тока ( $L$ , у  $\text{km}$ ) и средњу надморску висину ( $D$  у  $\text{mm}$ ).

**Табела 6.** Подаци са метеоролошких станица

Ред. бр.	Метеоролошка станица	Средње годишње суме падавина (mm)	Средње годишње температуре ваздуха (C°)
1.	Богатић	684,3	нема
2.	Лозница	827,6	11,2
3.	Цулине	969,7	нема
4.	Љубовија	896,4	10,4
5.	Бајина Башта	748,1	нема
6.	Прибој	646,7	нема
7.	Бродарево	732,2	нема
8.	Сјеница	719,3	6,4
9.	Пријепоље	800,8	нема

Површинска заступљеност ерозије је приказана у табели 7. За прорачун продукције и проноса наноса (табела 8 ), одређени су:

- коефицијент ретензије  $Ru = \frac{\sqrt{0xD}}{0.25(L+10.0)}$  (означава који део произведеног ерозионог материјала доспева до хидрографске мреже),
- укупно доспевање наноса,  $G_{god} = W_{god} \cdot Ru$ ,
- специфичан пронос наноса,  $G_{godsp}$  (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/god).

#### 4.2.5.1. Експериментална деоница 1

Резултати анализе категорија ерозије на експерименталној деоници 1, приказани су на сл. 51 и 52. Може се уочити да је у приобаљу реке Дрине највише заступљена слаба ерозија IV категорије, на 72.78 % површине. Средња ерозија је заступљена на 17,23 % површине, или 31.97 km<sup>2</sup>. Јака ерозија је заступљена на 9.67 % површине. Екседивна (претерана) ерозија је заступљена на 0.23 % површине. Веома слаба ерозија није идентификована на експерименталној деоници 1. На притокама реке Дрине највише су заступљене слаба (на 86.05 % површине) и осредња ерозија (на 13.95 % површине).

Вредности коефицијента ерозије Z (табела 7) има распон од слабе ерозије, Z = 0.30 (IV категорија), до јаке ерозије, Z = 0.71 (II категорија). Коефицијент ретензије Ru, представља однос између укупне количине произведеног ерозионог

материјала и оног дела, који као нанос, доспева у хидрографски систем. Коефицијент ретензије у оквиру експерименталне деонице 1, креће се у распону од 0.10 - 0.59.

На површини 22, специфична продукција износи  $W_{sp} = 701 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god.}$ , од чега  $415 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god.}$ , доспева у хидрографску мрежу. Другим речима, од  $6194 \text{ m}^3/\text{god.}$ , произведеног ерозионог материјала на површини бр. 22, до хидрографске мреже доспева  $3665 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god.}$

Укупна ерозиона продукција на експерименталној деоници 1, износи,  $W_{god.} = 175660 \text{ m}^3/\text{god.}$ , док у хидрографску мрежу доспева количина наноса,  $G_{god.} = 57385 \text{ m}^3/\text{god.}$

#### **4.2.5.2. Експериментална деоница 2**

Резултати истраживања заступљености категорија ерозије на експерименталној деоници 2 приказани су на сл. 53, и у табели 7. Може се уочити да је у приобаљу реке Лим највише заступљена слаба ерозија (IV категорије), на 46.84 % површине. Осредња ерозија је заступљена на 19.83 % површине, односно  $27.31 \text{ km}^2$ . Јака ерозија је заступљена на 21.90 % површине. Екскесивна (претерана) ерозија је заступљена на 11.43 % површине. Веома слаба ерозија није идентификована на експерименталној деоници 2.

На притокама Лима, највише су заступљене слаба ерозија (на 39.92 % површине), осредња ерозија (на 28.60 % површине), као и јака ерозија (на 2.20 % површине).

Вредности коефицијента ерозије крећу се у распону од 0.30 - 0.97, што значи да обухватају дијапазон ерозионих процеса од слабе до екскесивне ерозије. Коефицијент ретензије  $R_u$ , у оквиру експерименталне деонице 2, има распон вредности од 0.13 - 0.85.

На површини 75 (табела 8), специфична продукција ерозионог материјала износи  $W_{sp} = 1390 \text{ m}^3/\text{god.}$ , од чега  $1182 \text{ m}^3/\text{god}$  доспева до хидрографске мреже. Од

12332 m<sup>3</sup>/god произведеног ерозиониог материјала, на површини бр. 75, до хидрографске мреже доспева 10490 m<sup>3</sup>/god. Укупна продукција ерозионог материјала на експерименталној деоници 2 износи,  $W_{\text{god}} = 226896 \text{ m}^3/\text{god.}$ , од чега до хидрографске мреже доспева  $G_{\text{god}} = 98323 \text{ m}^3/\text{god.}$

На основу примене МПЕ, на експерименталним деоницама 1 и 2, може се закључити да су процеси ерозије присутни на свим површинама, а да се интензитет креће од слабе до ексцесивне ерозије. Слаба ерозије је највише заступљена, и то знатно више на деоници 1 (72.78 %), у односу на деоницу 2 (46.84 %). Интензивни ерозиони процеси идентификовани су на обе експерименталне деонице, а у нешто већем обиму на деоници 2.

Укупна продукција ерозионог материјала на експерименталној деоници 1 (табела 8) износи 175660 m<sup>3</sup>/god., док је укупна количина наноса који доспева до хидрографске мреже 57385 m<sup>3</sup>/god., односно око 33% од укупне продукције. Укупна продукција ерозионог материјала на експерименталној деоници 2, износи 226896 m<sup>3</sup>/god., док укупна количина доспелог наноса у хидрографску мрежу износи 98323 m<sup>3</sup>/god., односно 42 % од укупне продукције.

Локације депонија које се налазе на ерозионим подручјима, са већим интензитетом ерозије, представљају потенцијално значајније изворе површинског наноса у односу на локације на подручјима са мањим интензитетом ерозије.

**Табела 7. Површинска заступљеност категорија ерозије на експерименталним деоницама 1 и 2**

Река  1.	Бр.  2.	Површина  km <sup>2</sup>	Категорије ерозије					Коеф. ерозије  Z
			I	II	III	IV	V	
			km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	
Дрина	1	5.71	0.00	0.00	0.26	5.45	0.00	0.31
Дрина	2	3.84	0.00	0.00	0.00	3.85	0.00	0.30
Дрина	3	2.78	0.00	0.00	0.00	2.78	0.00	0.30
Дрина	4	3.52	0.00	0.00	0.26	3.26	0.00	0.32
Дрина	5	4.91	0.00	0.00	0.00	4.91	0.00	0.30
Дрина	6	2.59	0.00	0.00	0.00	2.59	0.00	0.30
Дрина	7	4.64	0.00	0.00	0.00	4.63	0.00	0.30
Дрина	8	6.37	0.00	0.00	0.00	6.36	0.00	0.30
Дрина	9	6.57	0.00	0.00	0.63	5.94	0.00	0.32
Дрина	10	2.95	0.00	0.00	0.25	2.70	0.00	0.32
Дрина	11	4.69	0.00	0.00	2.20	2.50	0.00	0.42
Дрина	12	1.46	0.00	0.00	1.16	0.31	0.00	0.50
Дрина	13	4.53	0.00	0.00	3.36	1.18	0.00	0.49
Дрина	14	2.80	0.00	0.00	1.98	0.82	0.00	0.48
Дрина	15	3.73	0.00	0.00	1.21	2.52	0.00	0.38
Дрина	16	5.72	0.00	0.00	4.36	1.36	0.00	0.49
Дрина	17	2.84	0.00	0.00	1.42	1.42	0.00	0.43
Дрина	18	3.70	0.00	1.59	1.98	0.13	0.00	0.60
Дрина	19	3.52	0.00	1.37	0.00	2.15	0.00	0.51
Дрина	20	3.12	0.00	0.00	0.00	3.13	0.00	0.30
Дрина	21	4.06	0.00	0.00	0.30	3.75	0.00	0.32
Дрина	22	8.83	0.00	0.00	4.15	4.69	0.00	0.42
Дрина	23	10.06	0.00	0.00	5.60	4.46	0.00	0.44
Дрина	24	2.64	0.00	0.00	0.00	2.64	0.00	0.30
Дрина	25	8.94	0.00	0.03	2.85	6.06	0.00	0.38
Дрина	26	7.82	0.00	0.59	0.00	7.22	0.00	0.34
Дрина	27	6.20	0.00	0.02	0.00	6.19	0.00	0.30
Дрина	28	7.19	0.00	0.52	0.00	6.61	0.00	0.34
Дрина	29	5.64	0.07	0.29	0.00	5.28	0.00	0.34
Дрина	30	6.34	0.37	0.00	0.00	5.98	0.00	0.36
Дрина	31	5.69	0.00	3.17	0.00	2.52	0.00	0.61
Дрина	32	6.31	0.00	4.69	0.00	1.63	0.00	0.71
Дрина	33	5.38	0.00	4.05	0.00	1.34	0.00	0.71
Дрина	34	6.58	0.00	0.05	0.00	6.52	0.00	0.30
Дрина	35	5.20	0.00	0.55	0.00	4.66	0.00	0.36
Дрина	36	3.62	0.00	0.83	0.00	2.79	0.00	0.43
Дрина	37	4.07	0.00	0.09	0.00	3.98	0.00	0.31
Укупно Дрина		184.56	0.44	17.84	31.97	134.31	0.00	

Штира	38	8.43	0.00	0.00	0.03	8.40	0.00	0.30
Штира	39	4.82	0.00	0.00	0.00	4.80	0.00	0.30
Штира	40	2.47	0.00	0.00	2.24	0.23	0.00	0.53
Штира	41	4.38	0.00	0.00	4.22	0.15	0.00	0.54
Доња Борина	42	9.92	0.00	0.00	0.16	9.77	0.00	0.30
Доња Борина	43	21.40	0.00	0.00	0.57	20.83	0.00	0.31
Доња Борина	44	2.01	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.30
Доња Борина	45	9.55	0.00	0.00	0.00	9.56	0.00	0.30
Борањска река	46	10.80	0.00	0.00	1.47	9.34	0.00	0.33
Борањска река	47	17.82	0.00	0.00	2.09	15.74	0.00	0.33
Борањска река	48	1.78	0.00	0.00	0.12	1.66	0.00	0.32
Борањска река	49	1.20	0.00	0.00	0.91	0.28	0.00	0.49
Цулинска река	50	2.04	0.00	0.00	0.01	2.04	0.00	0.30
Цулинска река	51	2.37	0.00	0.00	0.00	2.37	0.00	0.30
Цулинска река	52	2.33	0.00	0.00	1.74	0.59	0.00	0.49
Цулинска река	53	1.14	0.00	0.00	0.73	0.41	0.00	0.46
Укупно притоке		102.46	0.00	0.00	14.29	88.17	0.0	
Лим	54	1.27	0.00	0.00	0.00	1.28	0.00	0.30
Лим	55	0.22	0.04	0.00	0.00	0.19	0.00	0.46
Лим	56	2.37	0.00	0.00	0.79	1.58	0.00	0.38
Лим	57	2.84	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00	0.30
Лим	58	4.30	0.22	0.00	1.66	2.42	0.00	0.45
Лим	59	5.95	0.18	0.00	0.32	5.45	0.00	0.34
Лим	60	4.60	3.01	0.27	1.29	0.03	0.00	1.02
Лим	61	5.08	1.30	0.20	2.60	0.97	0.00	0.69
Лим	62	4.30	2.50	0.00	0.27	1.52	0.00	0.87
Лим	63	2.70	0.37	0.20	1.48	0.65	0.00	0.61
Лим	64	5.90	3.79	0.00	1.33	0.78	0.00	0.97
Лим	65	6.22	2.92	0.34	1.62	1.33	0.00	0.84
Лим	66	7.74	0.01	0.01	2.88	4.84	0.00	0.40
Лим	67	6.35	0.16	1.82	2.73	1.65	0.00	0.59
Лим	68	3.46	1.03	0.32	0.84	1.28	0.00	0.69
Лим	69	6.36	0.21	4.98	1.11	0.06	0.00	0.81
Лим	70	11.28	0.00	1.34	1.40	8.54	0.00	0.40
Лим	71	5.71	0.00	1.09	0.14	4.48	0.00	0.41
Лим	72	6.19	0.00	2.09	0.44	3.67	0.00	0.50
Лим	73	7.37	0.00	1.25	0.00	6.12	0.00	0.39
Лим	74	2.82	0.00	2.82	0.00	0.00	0.00	0.85
Лим	75	8.87	0.00	6.72	0.11	2.04	0.00	0.72
Лим	76	5.40	0.00	2.44	1.32	1.64	0.00	0.61
Лим	77	3.76	0.00	1.37	0.74	1.63	0.00	0.55
Лим	78	2.60	0.00	0.00	0.67	1.93	0.00	0.36
Лим	79	2.43	0.00	0.00	0.39	2.04	0.00	0.34

Лим	80	1.83	0.00	0.38	1.46	0.00	0.00	0.61
Лим	81	3.02	0.00	0.29	1.72	1.01	0.00	0.50
Лим	82	2.42	0.00	0.77	0.00	1.64	0.00	0.48
Лим	83	3.23	0.00	1.46	0.00	1.77	0.00	0.55
Лим	84	0.60	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.30
Лим	85	0.53	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	0.30
Укупно Лим		137.72	15.74	30.16	27.31	64.51	0.00	
Бистрица	86	10.17	0.76	1.21	0.18	6.37	0.00	0.47
Бистрица	87	8.26	0.55	0.00	0.50	6.65	0.00	0.38
Бистрица	88	15.52	0.50	7.27	9.42	0.07	0.00	0.70
Бистрица	89	9.39	0.30	3.29	3.55	2.81	0.00	0.60
Милешевка	90	17.08	0.03	4.60	2.33	10.06	0.00	0.48
Милешевка	91	19.24	0.00	3.58	6.68	8.98	0.00	0.49
Милешевка	92	8.09	0.00	3.77	1.88	2.44	0.00	0.61
Милешевка	93	9.68	0.00	4.82	3.33	1.53	0.00	0.66
Укупно притоке		97.43	2.14	28.51	27.87	38.91	0.00	

Легенда: Z - коефицијент ерозије

**Табела 8. Продукција ерозионог материјала и пронос наноса на експерименталним деоницама 1 и 2**

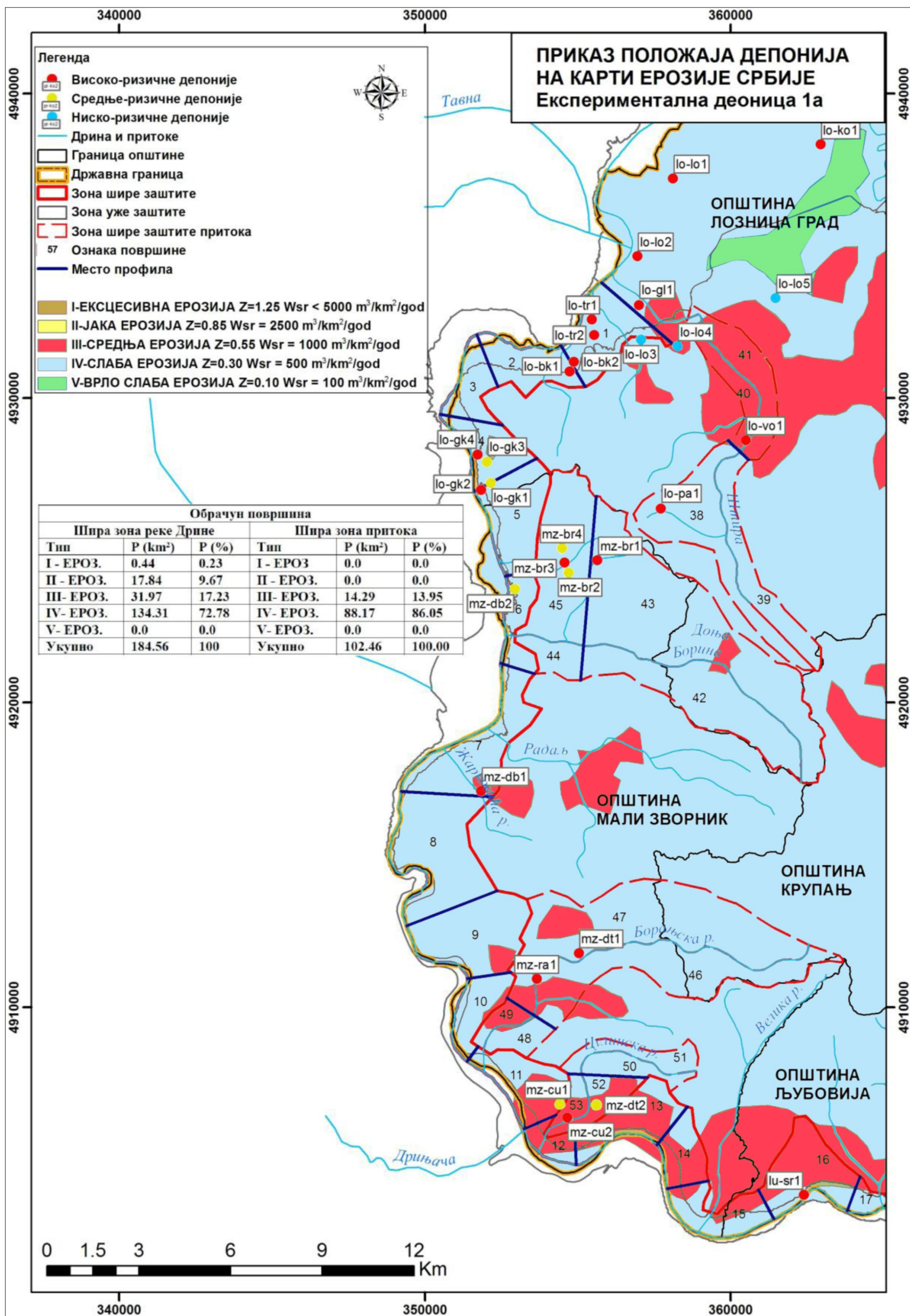
Река	Бр.	Повр. (F) km <sup>2</sup>	Коеф. ерозије (Z)	Продукција ер. мат.		Коеф. рег. (Ru)	Пронос наноса	
				Специф. (Wsp) m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /god	Укуп. (W <sub>god</sub> ) m <sup>3</sup> /god.		Спец. (Gsp) m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> god	Укуп. (G <sub>god</sub> ) m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /god
Дрина	1	5.71	0.31	416	2376	0.12	51	293
Дрина	2	3.84	0.30	474	1816	0.10	48	183
Дрина	3	2.78	0.30	477	1326	0.17	79	220
Дрина	4	3.52	0.32	540	1899	0.29	156	548
Дрина	5	4.91	0.30	520	2554	0.39	205	1005
Дрина	6	2.59	0.30	544	1410	0.17	92	238
Дрина	7	4.64	0.30	46	213	0.21	10	44
Дрина	8	6.37	0.30	421	2678	0.36	151	959
Дрина	9	6.57	0.32	447	2937	0.51	229	1506
Дрина	10	2.95	0.32	548	1618	0.32	176	519
Дрина	11	4.69	0.42	789	3701	0.36	286	1342
Дрина	12	1.46	0.50	1021	1495	0.25	255	374
Дрина	13	4.53	0.49	964	4372	0.43	415	1880
Дрина	14	2.80	0.48	932	2609	0.33	312	873
Дрина	15	3.73	0.38	657	2450	0.16	106	396
Дрина	16	5.72	0.49	944	5395	0.42	398	2276
Дрина	17	2.84	0.43	758	2153	0.37	281	799
Дрина	18	3.70	0.60	1257	4650	0.22	278	1028



Дрина	19	3.52	0.51	992	3491	0.31	310	1090
Дрина	20	3.12	0.30	439	1372	0.25	111	348
Дрина	21	4.06	0.32	476	1931	0.21	99	401
Дрина	22	8.83	0.42	701	6194	0.59	415	3665
Дрина	23	10.06	0.44	755	7600	0.54	411	4133
Дрина	24	2.64	0.30	418	1102	0.11	47	124
Дрина	25	8.94	0.38	587	5247	0.42	248	2219
Дрина	26	7.82	0.34	489	3825	0.48	235	1840
Дрина	27	6.20	0.30	407	2524	0.42	172	1070
Дрина	28	7.19	0.34	476	3424	0.40	189	1362
Дрина	29	5.64	0.34	471	2657	0.48	224	1263
Дрина	30	6.34	0.36	494	3132	0.52	255	1615
Дрина	31	5.69	0.61	1082	6155	0.48	519	2956
Дрина	32	6.31	0.71	1337	8435	0.54	724	4567
Дрина	33	5.38	0.71	1324	7121	0.23	299	1609
Дрина	34	6.58	0.30	359	2361	0.49	175	1148
Дрина	35	5.20	0.36	450	2337	0.57	255	1323
Дрина	36	3.62	0.43	570	2061	0.51	289	1044
Дрина	37	4.07	0.31	354	1439	0.52	185	753
Штира	38	8.43	0.30	396	3341	0.31	123	1036
Штира	39	4.82	0.30	473	2280	0.22	106	510
Штира	40	2.47	0.53	1110	2744	0.05	56	139
Штира	41	4.38	0.54	1194	5226	0.10	117	511
Д. Борина	42	9.92	0.30	531	5271	0.11	58	574
Д. Борина	43	21.40	0.31	564	12068	0.15	83	1780
Д. Борина	44	2.01	0.30	46	92	0.10	5	10
Д. Борина	45	9.55	0.30	421	4024	0.45	189	1804
Борањска р.	46	10.80	0.33	468	5053	0.15	70	757
Борањска р.	47	17.82	0.33	568	10.124	0.21	120	2141
Борањска р.	48	1.78	0.32	524	934	0.17	87	156
Борањска р.	49	1.20	0.49	1000	1197	0.13	127	152
Цулинска р.	50	2.04	0.30	470	960	0.14	64	131
Цулинска р.	51	2.37	0.30	466	1107	0.15	69	163
Цулинска р.	52	2.33	0.49	945	2198	0.19	179	417
Цулинска р.	53	1.14	0.46	858	981	0.09	80	91
<b>Експериментална деоница 1</b>					175660			57385
Лим	54	1.27	0.30	335	426	0.34	115	147
Лим	55	0.22	0.46	647	144	0.13	87	19
Лим	56	2.37	0.38	487	1152	0.26	125	295
Лим	57	2.84	0.30	344	977	0.45	154	437
Лим	58	4.30	0.45	631	2714	0.40	253	1090
Лим	59	5.95	0.34	431	2563	0.53	227	1351
Лим	60	4.60	1.02	2266	10420	0.38	866	3981

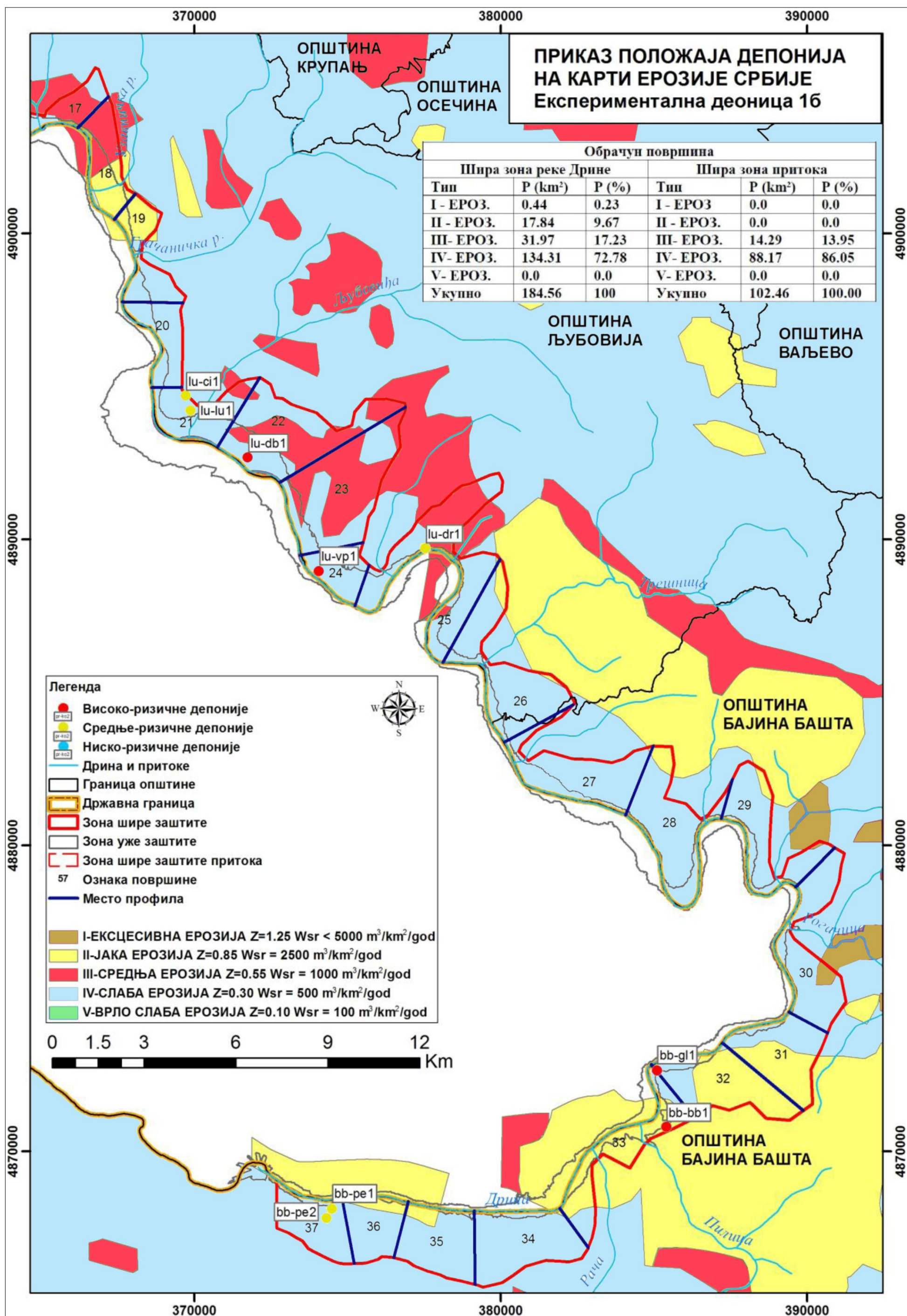
Лим	61	5.08	0.69	1285	6523	0.52	673	3417
Лим	62	4.30	0.87	1809	7770	0.61	1094	4701
Лим	63	2.70	0.61	1059	2862	0.44	464	1255
Лим	64	5.90	0.97	2142	12635	0.53	1134	6688
Лим	65	6.22	0.84	1751	10887	0.48	841	5227
Лим	66	7.74	0.40	563	4361	0.54	303	2345
Лим	67	6.35	0.59	1027	6523	0.60	621	3946
Лим	68	3.46	0.69	1310	4534	0.37	485	1676
Лим	69	6.36	0.81	1645	10459	0.45	734	4667
Лим	70	11.28	0.40	567	6395	0.41	232	2613
Лим	71	5.71	0.41	601	3430	0.34	204	1165
Лим	72	6.19	0.50	812	5028	0.62	508	3142
Лим	73	7.37	0.39	561	4133	0.58	325	2395
Лим	74	2.82	0.85	1784	5028	0.38	677	1907
Лим	75	8.87	0.72	1390	12332	0.85	1182	10490
Лим	76	5.40	0.61	1061	5734	0.36	381	2059
Лим	77	3.76	0.55	892	3351	0.42	372	1398
Лим	78	2.60	0.36	471	1224	0.39	181	472
Лим	79	2.43	0.34	419	1018	0.33	136	332
Лим	80	1.83	0.61	999	1832	0.34	340	624
Лим	81	3.02	0.50	719	2174	0.55	398	1202
Лим	82	2.42	0.48	638	1541	0.30	190	460
Лим	83	3.23	0.55	790	2554	0.49	385	1245
Лим	84	0.60	0.30	320	192	0.26	84	51
Лим	85	0.53	0.30	320	169	0.28	90	48
Бистрица	86	10.17	0.47	638	5393	0.27	174	1467
Бистрица	87	8.26	0.38	487	3756	0.32	157	1207
Бистрица	88	15.52	0.70	1193	20581	0.49	589	10166
Бистрица	89	9.39	0.60	974	9692	0.29	280	2792
Милешевка	90	17.08	0.48	713	12155	0.16	113	1926
Милешевка	91	19.24	0.49	735	14145	0.20	145	2792
Милешевка	92	8.09	0.61	1054	8530	0.36	382	3088
Милешевка	93	9.68	0.66	1194	11559	0.35	417	4040
<b>Експериментална деоница 2</b>					226896			98323

**Легенда:** (Z) - коефицијент ерозије; (F) - ерозиона површина; (Wsp) - специфична продукција ерозионог материјала; ( $W_{god}$ ) - укупна продукција ерозионог материјала; (Ru) - коефицијент ретензије; (Gsp) - специфичан годишњи пронос наноса; ( $G_{god}$ ) - укупан годишњи пронос наноса; Продукција ер. мат. - продукција ерозионог материјала.



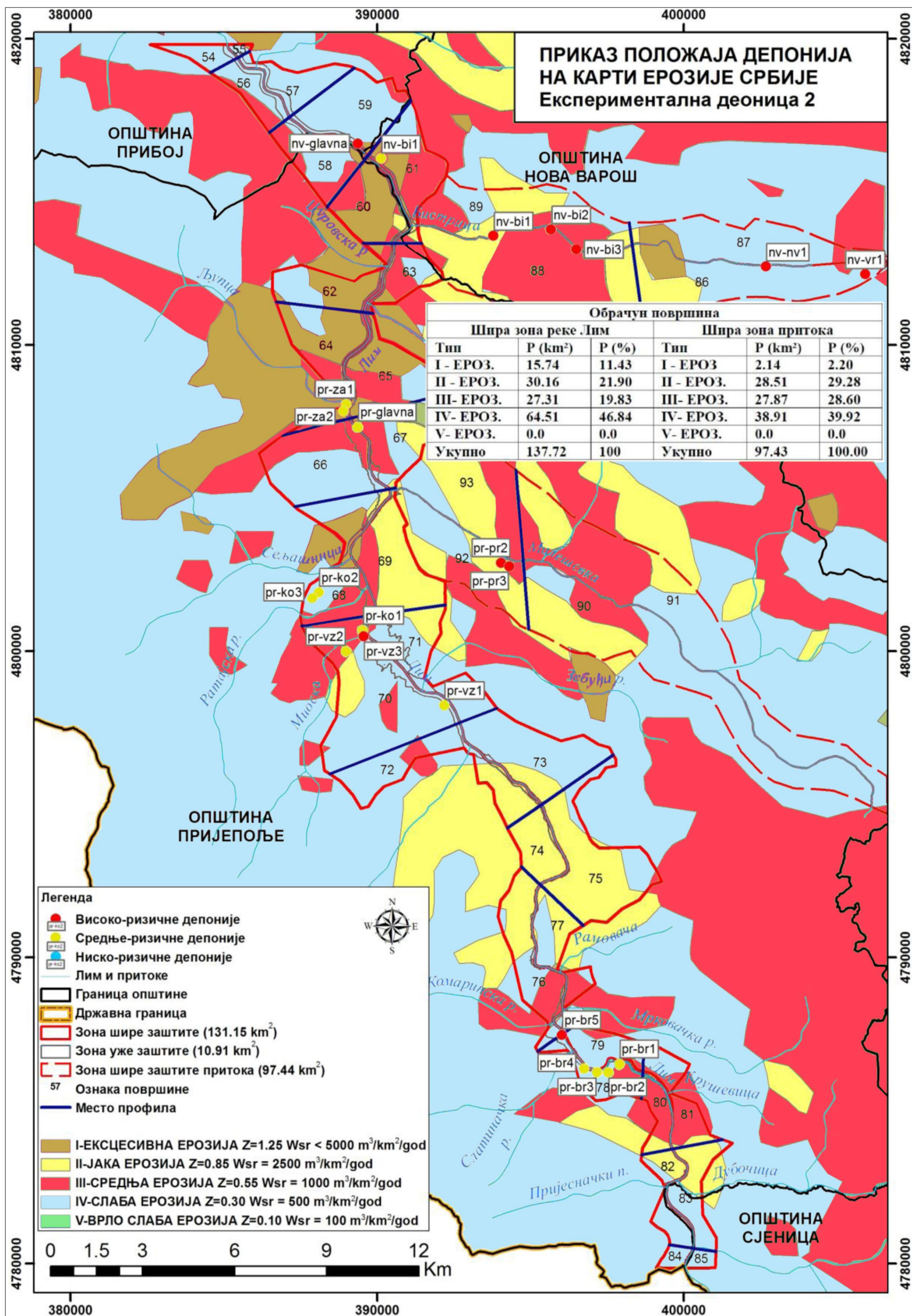
Сл. 51. Приказ заступљених категорија ерозије и положаја депонија на експерименталној деоници 1а





Сл. 52. Приказ заступљених категорија ерозије и положаја депонија на експерименталној деоници 16





Сл. 53. Приказ заступљених категорија ерозије и положаја депонија на експерименталној деоници 2



#### 4.2.6. Одлагање комуналног отпада на неконтролисане депоније

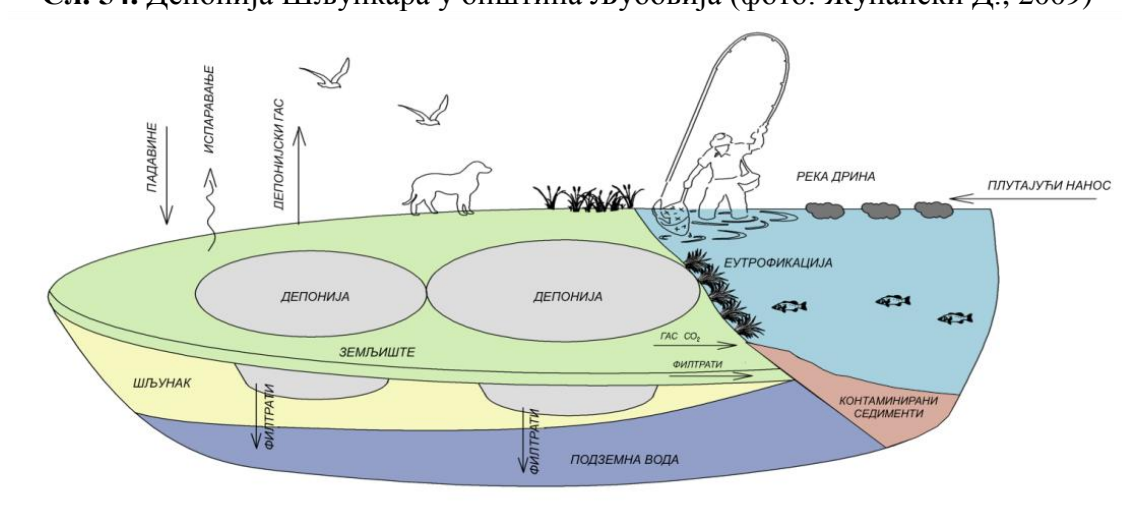
Комунални отпад из насеља и градова у Србији, одлаже се на неконтролисане депоније (Županski, 2000), тако да није изграђена ни једна санитарна депонија, према препорукама Европске уније (Станковић, 2008).

##### 4.2.6.1. Експериментална деоница 1

На сл. 54, приказана је депонија Шљункара (општина Љубовија), а на сл. 55, концептуални модел транспорта загађења са те депоније у околину.



Сл. 54. Депонија Шљункара у општина Љубовија (фото: Жупански Д., 2009)



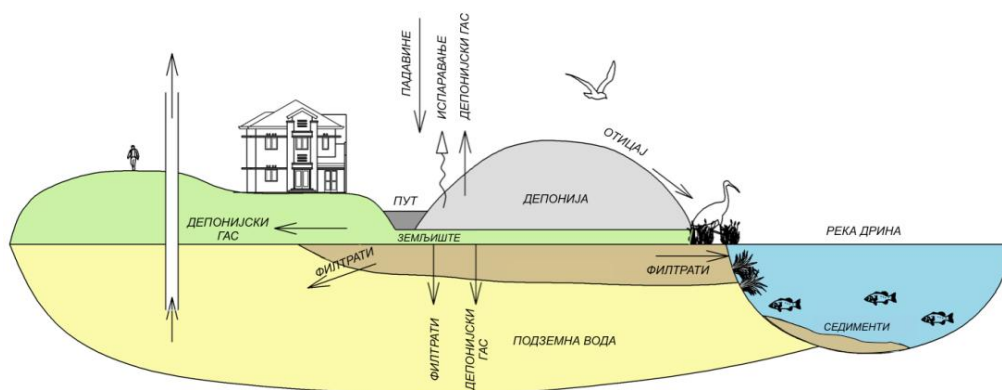
Сл. 55. Концептуални модел транспорта загађења са депоније Шљункара (Županski & Ristić, 2011)



На сл. 56 је приказана "главна" депонија за општину Бајина Башта, а на сл. 57, концептуални модел транспорта загађења у околину.

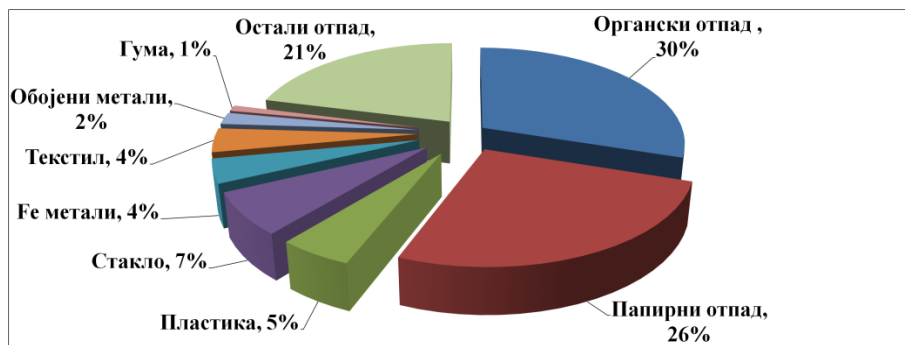


**Сл. 56.** Депонија Окучје на десној обали реке Дрине, у општини Бајина Башта (фото: Жупански Д., 2009)



**Сл. 57.** Концептуални модел транспорта загађења са депоније Окучје (Županski & Ristić, 2011)

Према подацима из Националне стратегије управљања отпадом (2003 год.), и Илић М., (2003), просечан удео пластичног отпада у укупном комуналном отпаду, на депонијама у Србији износи 5 % (сл. 58). Према подацима Стратегије о управљању отпадом у Србији, из 2010 год., дошло је до повећања удела пластичног отпада на 12.73 % (сл. 59), што се вероватно одразило и на повећање количине доспелог површинског наноса у хидрографску мрежу Дрине.



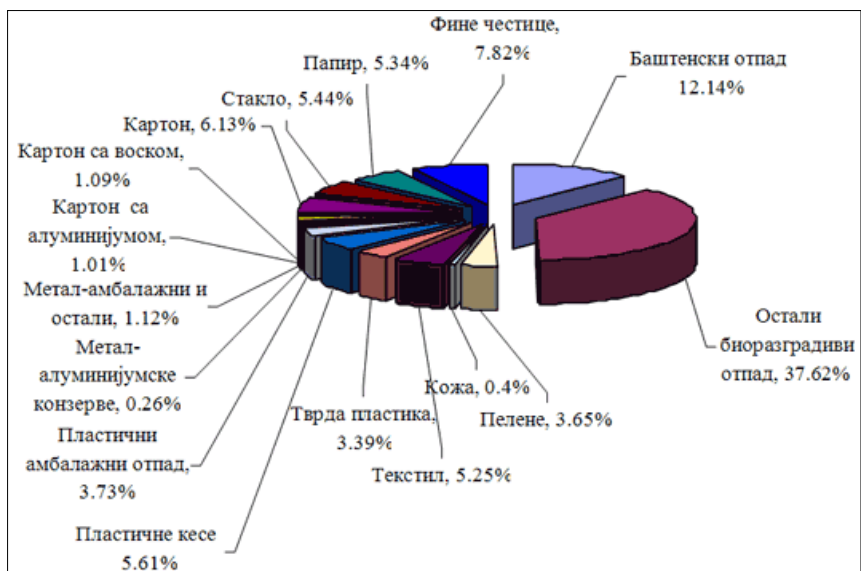
Сл. 58. Морфолошки састав комуналног отпада, 2003 (Илић М., 2003)

За процену ризика од доспевања површинског наноса са депонија, није могуће применити иностране методологије (на пример, Environmental Protection Agency, Ireland, 2007), где је фактор површине сметлишта, основни критеријум за процену ризика. Применом те методологије, сва сметлишта површине испод 100 метара су ниско - ризична, и када се налазе на обалама река. Стиче се утисак да су мала сметлишта, мали проблем, који се лако реши, измештањем отпада. Међутим, таква могућност је тешко остварљива у Србији, из неколико разлога:

- ни једна депонија у сливу Дрине, се не може сматрати санитарном, према Стратегији управљања отпадом у Србији (2010), Закону о процени утицаја на животну средину (2009), и препорукама Европске Уније (Directive 1999/31/EC, Directive 2008/98/EC и Directive 2001/42/EC), тако да не постоји одговарајуће решење за безбедно измештање отпада,
- општине финансирају проширења неконтролисаних депонија кроз пројекте "Санације и проширење постојећих депонија", уместо изградње нових, санитарних депонија (Ћуприја, Стара Пазова, итд.),
- око 43 % руралног подручја Србије, нема контејнере за привремено складиштење отпада (Стратегија о управљању отпадом, 2010. год.), тако да комунална предузећа не врше прикупљање и превоз отпада из руралног подручја, услед чега сав отпад који становници произведу, бацају у најближе водотоке.

Према Просторном плану РС (2010), на сливу Дрине у Србији се налази 21 општина (сл. 24). Највећи број депонија је идентификован у општини Лозница (40), од којих се 8, налази у плавној зони реке Дрине и притока. У општини М.

Зворник идентификовано је 11 депонија, општини Љубовија 6, општини Бајина Башта 4, и општини Осечина 2 депоније (табела 9). Према Регионалном плану управљања комуналним отпадом (2004), предвиђена је изградња заједничке санитарне депоније у Шапцу, али план у протеклих 10 година није испуњен.



**Сл. 59.** Морфолошки састав комуналног отпада у Србији 2010 (Стратегија о управљању отпадом у Србији, 2010)

#### 4.2.6.2. Експериментална деоница 2

Слична је ситуација са депонијама на експерименталној деоници 2, у сливу реке Лим. Према подацима у табели 10, у општини Нова Варош је идентификовано 7 депонија, а у општини Пријепоље 16 депонија. Најмању површину има депонија у Бистрици (10 m<sup>2</sup>). Локације тих депонија су углавном уз регионални пут Прибој - Нова Варош, у долини реке Лим. На сликама 60 и 61, приказан је изглед заједничке депоније за општине Нова Варош и Прибој. У колони 5 (табела 10) може се уочити да већина депонија има малу површину од само 100 m<sup>2</sup>. Према информацијама добијених од становника, депоније се експлоатишу од 10 - 20 год., а карактерише их изражена динамика покретања отпада, деловањем следећих фактора: поплавне воде, брзи површински отицаји, гравитација и ветар.





**Сл. 60.** "Главна" депонија за општине Прибој и Нова Варош  
(фото: Жупански Д., 2006)



**Сл. 61.** "Главна" депонија за општине Прибој и Нова Варош  
(фото: Жупански Д., 2006)

На основу анализе стања депонија на експерименталним деоницама 1 и 2, (на основу анкете обављене у комуналним предузећима и индивидуалним домаћинствима) може се закључити да депоније поред водотока, имају малу површину, око  $100 \text{ m}^2$  и дуг период експлоатације (10 - 20 година). Феномен мале површине тих депонија, може се објаснити чињеницом да колебање нивоа речне воде и утицај падавинске воде, доводе до транспорта отпада у водотоке и стварања површинског наноса. Због тога, депоније представљају извор површинског наноса, а од њиховог положаја у односу на водоток, зависе динамика и количина доспевања.

**Табела 9. ИНВЕНТАР ДЕПОНИЈА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОЈ ДЕОНИЦИ 1**

Бр. 1.	Ознака 2.	Назив депоније 3.	Општина 4.	Површина (ha) 5.	Дубина (m) 6.	Запремина (m <sup>3</sup> ) 7.	Геог. дуж. 8.	Геог. ширина 9.	Округ 10.	Вел.ризика 11.
1	lo-ko1	Козјак	Лозница	0.03	0.50	164.26	19.273	44.585	Мачвански	Високо-риз.
2	lo-lo1	Лозница	Лозница	0.76	1.00	7637.19	19.213	44.574	Мачвански	Високо-риз.
3	lo-lo2	Лозница	Лозница	0.36	0.50	1819.51	19.199	44.551	Мачвански	Високо-риз.
4	lo-lo3	Лозница	Лозница	0.10	0.40	407.47	19.201	44.526	Мачвански	Ниско-риз.
5	lo-lo4	Лозница	Лозница	0.03	0.30	86.72	19.216	44.525	Мачвански	Ниско-риз.
6	lo-lo5	Лозница	Лозница	0.08	0.20	153.76	19.256	44.539	Мачвански	Ниско-риз.
7	lo-gl.1	Лозница	Лозница	7.92	2.30	182101.85	19.200	44.537	Мачвански	Високо-риз.
8	lo-tr1	Трбушница	Лозница	0.33	0.20	667.49	19.181	44.532	Мачвански	Високо-риз.
9	lo-tr2	Трбушница	Лозница	0.04	0.80	291.64	19.182	44.528	Мачвански	Високо-риз.
10	lo-bk1	Бања Ковиљача	Лозница	0.57	0.20	1141.85	19.172	44.517	Мачвански	Високо-риз.
11	lo-bk2	Бања Ковиљача	Лозница	0.03	0.30	76.09	19.173	44.518	Мачвански	Високо-риз.
12	lo-vo1	Воћњак	Лозница	0.03	0.50	171.43	19.245	44.497	Мачвански	Високо-риз.
13	lo-pa1	Пасковац	Лозница	0.01	0.60	43.05	19.211	44.477	Мачвански	Високо-риз.
14	lo-gk1	Г.Ковиљача	Лозница	0.02	0.60	148.24	19.139	44.481	Мачвански	Средње-риз.
15	lo-gk2	Г. Ковиљача	Лозница	0.01	0.20	20.83	19.137	44.481	Мачвански	Високо-риз.
16	lo-gk3	Г. Ковиљача	Лозница	0.01	0.20	19.47	19.138	44.490	Мачвански	Средње-риз.
17	lo-gk4	Г. Ковиљача	Лозница	0.01	0.20	16.61	19.135	44.491	Мачвански	Високо-риз.
18	mz-br1	Брасина	М.Зворник	0.01	0.30	30.00	19.185	44.461	Мачвански	Високо-риз.
19	mz-br2	Брасина	М.Зворник	0.04	0.30	124.47	19.174	44.457	Мачвански	Средње-риз.
20	mz-br3	Брасина	М.Зворник	0.01	0.30	30.00	19.172	44.460	Мачвански	Високо-риз.
21	mz-br4	Брасина	М.Зворник	0.10	0.70	675.99	19.171	44.464	Мачвански	Средње-риз.
22	mz-db1	Доња Борина	М.Зворник	0.02	0.40	90.94	19.139	44.392	Мачвански	Високо-риз.
23	mz-db2	Доња Борина	М.Зворник	0.03	0.50	86.67	19.152	44.450	Мачвански	Средње-риз.
24	mz-dt1	Д.Трешњица	М.Зворник	0.01	0.40	40.00	19.181	44.345	Мачвански	Високо-риз.
25	mz-ra1	Радаљ	М.Зворник	0.01	0.50	74.74	19.164	44.337	Мачвански	Високо-риз.
26	mz-dt2	Д.Трешњица	М.Зворник	0.01	0.20	20.00	19.190	44.300	Мачвански	Средње-риз.
27	mz-cu1	Цурине	М.Зворник	0.01	0.50	50.00	19.175	44.300	Мачвански	Средње-риз.

28	mz-cu2	Цурине	М.Зворник	0.02	0.30	51.55	19.178	44.296	Мачвански	Високо-риз.
29	lu-sr1	Црнча	Љубовија	0.03	0.50	130.43	19.276	44.275	Мачвански	Високо-риз.
30	lu-ci1	Читлук	Љубовија	0.02	0.30	54.99	19.370	44.194	Мачвански	Средње-риз.
31	lu-lu1	Љубовија	Љубовија	0.01	0.60	45.19	19.372	44.189	Мачвански	Средње-риз.
32	lu-db1	Д. Буковица	Љубовија	0.18	0.50	913.25	19.395	44.176	Мачвански	Високо-риз.
33	lu-vp1	Врхпоље	Љубовија	0.12	0.40	480.43	19.425	44.143	Мачвански	Високо-риз.
34	lu-dr1	Дрлаче	Љубовија	0.02	1.50	371.99	19.469	44.150	Мачвански	Средње-риз.
35	bb-gl1	Бајина Башта	Б. Башта	2.14	3.00	64103.12	19.567	43.998	Златиборски	Високо-риз.
36	bb-bb1	Бајина Башта	Б. Башта	0.73	3.00	21785.25	19.571	43.981	Златиборски	Високо-риз.
37	bb-pe1	Перућац	Б. Башта	0.01	0.50	51.31	19.436	43.956	Златиборски	Средње-риз.
38	bb-pe2	Перућац	Б. Башта	0.03	0.80	201.82	19.433	43.953	Златиборски	Средње-риз.
39	os-dr1	Драгодол	Осечина	0.02	0.30	64.61	19.582	44.254	Златиборски	Ниско-риз.
40	os-dr2	Драгодол	Осечина	0.04	0.30	110.35	19.584	44.255	Златиборски	Ниско-риз.
			Укупно:	13.96		284554.56				

**Табела 10. ИНВЕНТАР ДЕПОНИЈА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОЈ ДЕОНИЦИ 2**

Бр. 1.	Ознака 2.	Назив депоније 3.	Општина 4.	Површина (ha) 5.	Дубина (m) 6.	Запремина (m³) 7.	Геог. дуж. 8.	Геог. ширина 9.	Округ 10.	Вел.ризика 11.
41	nv-glav.	Нова Варош	Нова Варош	0.70	5.00	34829.51	19.632	43.493	Златиборски	Високо-риз.
42	nv-bi1	Бистрица	Нова Варош	0.01	0.50	50.00	19.641	43.489	Златиборски	Средње-риз.
43	nv-bi1/1	Бистрица	Нова Варош	0.05	1.00	527.30	19.686	43.467	Златиборски	Високо-риз.
44	nv-bi2	Бистрица	Нова Варош	0.03	1.00	314.19	19.710	43.469	Златиборски	Високо-риз.
45	nv-bi3	Бистрица	Нова Варош	0.07	0.40	282.35	19.720	43.464	Златиборски	Високо-риз.
46	nv-nv1	Нова Варош	Нова Варош	0.23	0.50	1129.30	19.797	43.459	Златиборски	Високо-риз.
47	nv-vr1	Вранеш	Нова Варош	0.02	0.30	53.57	19.837	43.458	Златиборски	Високо-риз.
48	pr-za1	Залуг	Пријеполје	0.02	0.50	98.15	19.628	43.417	Златиборски	Средње-риз.
49	pr-za2	Залуг	Пријеполје	0.03	0.60	179.85	19.627	43.415	Златиборски	Средње-риз.
50	pr-glav	Пријеполје	Пријеполје	0.68	0.80	54121.98	19.633	43.410	Златиборски	Средње-риз.
51	pr-pr2	Пријеполје	Пријеполје	0.04	0.60	239.99	19.692	43.371	Златиборски	Високо-риз.
52	pr-pr3	Пријеполје	Пријеполје	0.02	0.60	105.42	19.693	43.371	Златиборски	Високо-риз.



53	pr-ko1	Коловрат	Пријепоље	0.01	0.80	92.75	19.637	43.351	Златиборски	Средње-риз.
54	pr-ko2	Коловрат	Пријепоље	0.04	0.60	235.90	19.619	43.362	Златиборски	Средње-риз.
55	pr-ko3	Коловрат	Пријепоље	0.03	0.80	210.21	19.618	43.361	Златиборски	Средње-риз.
56	pr-vz1	Велика Жупа	Пријепоље	0.04	1.00	223.09	19.670	43.329	Златиборски	Средње-риз.
57	pr-vz2	Велика Жупа	Пријепоље	0.03	0.60	162.32	19.630	43.344	Златиборски	Средње-риз.
58	pr-vz3	Велика Жупа	Пријепоље	0.01	1.00	129.46	19.637	43.349	Златиборски	Високо-риз.
59	pr-br1	Бродарево	Пријепоље	0.26	1.20	3082.79	19.743	43.224	Златиборски	Средње-риз.
60	pr-br2	Бродарево	Пријепоље	0.07	1.00	667.05	19.736	43.222	Златиборски	Средње-риз.
61	pr-br3	Бродарево	Пријепоље	0.03	0.60	221.14	19.734	43.222	Златиборски	Средње-риз.
62	pr-br4	Бродарево	Пријепоље	0.01	0.50	77.50	19.728	43.223	Златиборски	Средње-риз.
63	pr-br5	Пријепоље	Пријепоље	0.05	8.00	256.82	19.719	43.233	Златиборски	Високо-риз.
			Укупно:	2.48		318083.50				

**Легенда:** (lo-tr1) - ознака депоније у општини Лозница, месна заједница Трбушница, број депоније 1, према подацима Агенције за заштиту животне средине Србије, 2010.год.; (Геог. дуж) - географска дужина; (Геог. ширина) - географска ширина; (Вел. ризика) - Величина ризика; Г.Ковиљача) - Горња Ковиљача; (Д.Трешњица) - Доња Трешњица; (Д. Буковица) - Доња Буковица; (М.Зворник) - Мали Зворник; (Б.Башта) - Бајина Башта; (Високо-риз.) - Високо ризичне депоније; (Средње-риз.) - Средње ризичне депоније; (Ниско-риз.) - Ниско ризичне депоније.

#### **4.2.7. Пропуштање површинског наноса преко брана низводно и примена парцијалних мера заштите акумулација**

Задржавање наноса који плута по површини језера испред бране, изазива проблеме, као што су: загађење воде, зачепљење решетки на улазу воде у агрегате за производњу електричне енергије, деградацију естетских квалитета итд. Досадашње мере заштите акумулација од површинског наноса, обухватају:

- повремено чишћење решетки на улазу воде у агрегате, које обављају професионални рониоци,
- пропуштање наноса низводно преко ободних канала (ХЕ Бајина Башта) или прелива на брани (ХЕ Зворник),
- извлачење наноса са површине воде језера у акцијама чишћења, и
- пражњење акумулационог простора језера и комплетно чишћење од наноса.

##### **4.2.7.1. Експериментална деоница 1**

У оквиру експерименталне деонице 1, налазе се две акумулације, ХЕ Бајина Башта и ХЕ Зворник. Обе акумулације имају проблем са површинским наносом (Глоговац, 2008). Акумулационо језеро Перућац, формирано је преграђивањем реке Дрине на стационажи 199+500 km, а акумулационо језеро Зворник је формирано на стационажи 93+100 km, од ушћа Дрине у Саву (Вучковић Д., и др., 2004). Оба акумулациона језера се користе за производњу електричне енергије, рекреацију, риболов и туризам, тако да површински нанос, представља проблем за вишефункционално коришћење језера. Уз брану Бајина Башта се повремено формира плутајуће острво од наноса. У октобру 2003 године, плутајуће острво површине од 1 - 2 хектара, са дебљином слоја од 30 - 50 cm, уклонили су стручњаци фирме Fidisco. Проценили су да је уклоњена количина наноса од око 60.000 m<sup>3</sup> (Институт "Јарослав Черни", 2006).

Слична је ситуација са задржавањем површинског наноса у акумулацији ХЕ Зворник. На сл. 62 приказана је брана хидроелектране Зворник, са осам преливних

поља за пропуштање вишка воде. Преко тих прелива се пропушта и део површинског наноса.



**Сл. 62.** Изглед ХЕ Зворник, низводна страна са осам преливних поља  
(Институт "Јарослав Черни, 2009)

Одлуку о чишћењу површинског наноса из акумулација, доносе управе хидроелектрана као корисници акумулационих језера, а технички оператори хидроелектрана, спроводе одлуке, укључивањем одговарајуће механизације и опреме (сл 64 и 65). Чишћење решетки на улазној грађевини бране врши се када се решетке запуше и притисак воде на агрегате опадне, што директно утиче на пад производње електричне енергије. Решетке чисте рониоци, ако се не спушта ниво воде у језеру (сл. 63).



**Сл. 63.** Рад рониоца (фото: "Дринско-Лимске ХЕ")





**Сл. 64.** Водочистач на језеру Перућац (фото: "Дринско-Лимске ХЕ")



**Сл. 65.** Акција чишћења језера Зворник (фото: Радош Милојчић, 2009)

#### **4.2.7.2. Експериментална деоница 2**

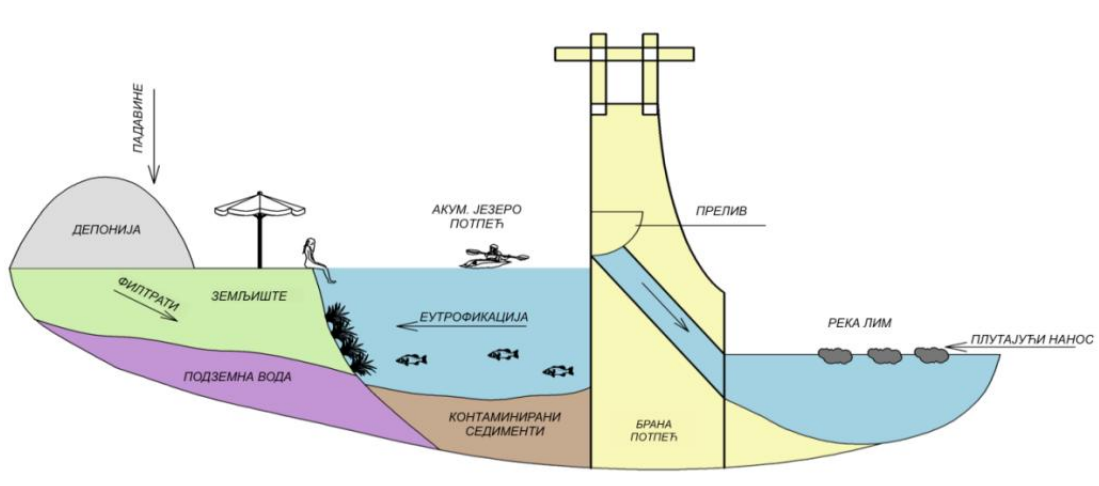
У оквиру експерименталне деонице 2, налази се акумулационо језеро ХЕ Потпећ. Хидроелектрана Потпећ се налази на стационожи 53+600 km, од ушћа реке Лим у Дрину (Вучковић Д., и др., 2004). Пропуштање површинског наноса на брани ХЕ Потпећ (сл. 66) врши се преко прелива који се састоји од три уставе. На сл. 67, приказан је концептуални модел транспорта површинског наноса.

На овој акумулацији је уочено да површински нанос долази реком Лим, из узводног подручја слива Дрине, који територијално припада Црној Гори

(Вукосављевић С., 2000). Према подацима Енергопројект-Хидроинжењеринга (2012), смањење снаге због зачепљења решетки у појединим периодима године износи до 30 % (снага агрегата под пуним оптерећењем је свега 12 MW, уместо 17 MW). Чишћење акумулационог простора од речног и површинског наноса је вршено неколико пута (1999 год., 2002 год., и 2005 год.), спуштањем нивоа воде у акумулацији. На сл. 68 приказан је површински нанос на брани Потпећ, а на сл. 69 извлачење наноса из језера са мамут пумпом.



Сл. 66. Уставе са површинским наносом (фото: "Дринско-Лимске ХЕ")



Сл. 67. Концептуални модел транспорта површинског наноса преко прелива на брани Потпећ (Županski & Ristić, 2011)

Резултати примене досадашњих мера заштите од површинског наноса у акумулацијама ХЕ Бајина Башта, ХЕ Зворник и ХЕ Потпећ (чишћење решетки

улазних грађевина, пропуштање наноса преко евакуационих органа на брани, периодично извлачење наноса из језера и пражњење акумулационих простора), показују да овај проблем није решен. Због тога су анализиране и административне мере заштите.



**Сл. 68.** Површински нанос на брани ХЕ Потпећ (фото: "Дринско-Лимске ХЕ")



**Сл. 69.** Извлачење површинског наноса са мамут пумпом на ХЕ Потпећ (фото: "Дринско-Лимске ХЕ")

На пример, забрану пропуштања површинског наноса преко бране ХЕ Зворник, донео је инспектор за заштиту животне средине Републике Србије. Поука из решења је: "да су хидроелектране као корисници акумулација дужни извршити чишћење површине језера од плутајућег наноса" (Решење о забрани пропуштања отпада преко сектора бране ХЕ Зворник, 2009).



Међутим, режим рада акумулација диктиран је пре свега потребама енергетског система Србије, што значи да је производња електричне енергије апсолутни приоритет, изузев у периодима великих вода реке Дрине. У водопривредној дозволи, наведено је да у периоду евакуације великих вода ХЕ Зворник мора да буде у непрекидној вези са ХЕ Бајином Баштом и "оптимални рад електране подреди захтевима евакуације великих вода, прилагођавајући рад постројења и евакуационих органа развоју хидролошке ситуације у сливу и прогнози дотока у акумулацију". Због тога је дата препорука ХЕ Зворник (Институт за водопривреду "Јарослав Черни", 2009), да у периодима малих и средњих вода, када је проток мањи од инсталисаног ( $Q < 600 \text{ m}^3/\text{s}$ ), важи забрана пропуштања наноса преко прелива, а у периоду већих вода реке Дрине ( $Q > 600 \text{ m}^3/\text{s}$ ), морају се отворити секторски затварачи, да би се омогућило преливање преко бране, што је и редовна пракса ове и других електрана. Та мера је потпуно у складу са водопривредним условима експлоатације ХЕ Зворник, ХЕ Бајина Башта и ХЕ Потпећ, јер се у периодима када се врши преливање воде преко бране, не може контролисати површински нанос. При томе, треба имати у виду да највише наноса пристиже у акумулације током пролећних и јесењих таласа великих вода.

На основу резултата истраживања утицаја постојећих брана на транспорт површинског наноса низводно, може се закључити да бране не представљају баријере за транспорт површинског наноса, већ доминантан извор тог наноса у хидрографској мрежи Дрине. Досадашње мере заштите представљају парцијално решење проблема наноса у акумулацијама. Примена парцијалних мера заштите, даје краткотрајне ефекте, због чињенице да са узводних делова слива Дрине стално доспевају нове количине површинског наноса.

#### **4.2.8. Мониторинг количине доспелог површинског наноса и квалитет вода у акумулационим језерима**

Мониторинг површинског наноса у акумулационим језерима се не врши у Србији, мада се повремено организују акције чишћења од површинског наноса. За потребе израде ове дисертације, у договору са техничком оперативом хидроелектрана ХЕ

Бајина Башта, ХЕ Зворник и ХЕ Потпећ, урађен је мониторинг површинског наноса на експерименталним деоницама 1 и 2. Мониторинг је обављен у периоду март - септембар (2009 до 2011. год.), и састојао се из следећих поступака:

- обилазака локација на којима је вађен нанос и прикупљања података са терена (састав, количине извађеног наноса и др.), и
- систематизације и обраде података теренских истраживања.

Истраживање утицаја наноса на могућност загађења површинских вода у акумулационим језерима, урађено је на основу анализе квалитета површинских вода за период од 2009 до 2011. год., према:

- подацима РХМЗ Србије, из одговарајућих Хидролошких годишњака, и
- резултатима анализе квалитета воде у акумулацији ХЕ Зворник (Институт заштите на раду, 2009).

#### **4.2.8.1. Експериментална деоница 1**

Чишћење акумулације ХЕ Бајина Башта, у периоду мониторинга, је вршило предузеће "ЕКО-СЕРВИС Дрина". Радове су финансирали: ХЕ Бајина Башта и Општина Бајина Башта. За акције је коришћен специјални брод, у власништву хидроелектране. Чишћење овог језера се обавља почев од 2008. год., два пута годишње, у периоду април - мај и август - септембар. У акцијама чишћења, поред професионалаца, учествовали су и волонтери, грађани, ученици и чланови еколошких друштава из Бајине Баште и околине. Прво су издвојени крупнији делови отпада (дрво, ауто гуме, делови метала итд.). Затим је PET амбалажа (полиетилен терафталат) пакована у пластичне кесе, димензија 110 x 70 cm, ради транспорта. Секундарне сировине за рециклажу су додељене локалним предузећима, као што су: "GOTA PELLETS" (пластика и метал), ПР Кречарска радња Желимира Јовановића (дрвени отпад), "DESPAN" из Лознице итд. Према подацима у табели 11, може се приметити да се количина површинског наноса повећава сваке године, али је процентуални удео пластичног отпада исти и износи око 80 %, што представља важну карактеристику површинског наноса. Акумулација Зворник је први пут чишћена у пролеће 2009 године, а затим још три пута у периоду мониторинга (2009 до 2011. год.). Непосредни повод за чишћење

језера су еколошки датуми: 22 април, "Дан планете" и еколошке акције са слоганима: "Да језеро поново дише (2009), "Очистимо реке" (2010), "Очистимо обале Дрине" (2011).

**Табела 11.** Укупна количина извученог површинског наноса из акумулације ХЕ Бајина Башта (период од 2009 до 2011. год.)

Година	Пластични отпад (m³)	Остали отпад (m³)	Свега (m³)
2009	5.930	1.481	7.411
2010	6.250	1.912	8.162
2011	7.322	1.810	9.132
Укупно:			24.705

Акције извлачења површинског наноса је организовала техничка оператива ХЕ Зворник, у сарадњи са Удружењем еколога из Малог Зворника. Осим језера, чишћена су и ушћа притока Дрине у местима: Брасина, Доња Борина, Сакар, Доња Трешњица и Велика Река, итд. Извађени површински нанос се ручно раздвајао на отпад који се може користити за рециклажу, као што је PET амбалажа и алуминијумске лименке, као и отпад за одлагање на депонију. Отпад је пакован у џакове димензија око 1 m³ (1.30 m x 0.80 m). Превоз џакова је вршило ЈПК "Дрина" из Малог Зворника, камионима и специјалним возилима на депонију. Подаци о количинама извученог наноса су приказани у табели 12.

**Табела 12.** Укупна количина извученог површинског наноса из акумулације ХЕ Зворник (период од 2009 до 2011. год.)

Година	PET амбалажа (m³)	Мешовити, претежно пластични отпад (m³)	Свега (m³)
2009	343	974	1.317
2010	150	2.200	2.350
2011	-	2.500	2.500
Укупно:			6.167

Према подацима из 2010. год., са површине језера је прикупљено 450 џакова (300 мешовитог отпада и 150 џакова PET амбалаже), а из притока 1900 џакова (са реке



Брасине 300, Доње Борине 250, Радаља 600, Сакара 100, Доње Трешњице 300 и са ушћа Велике Реке, 350 цакова).

На основу прегледа морфолошког састава извученог наноса из обе акумулације у периоду мониторинга, установљено је да око 60 - 80 % представља пластичан отпад, који има способност плутања по површини воде. Занимљиво је да је 2010. год., количина извученог наноса била већа из притока, него са површине језера Зворник, што говори да је те године био изражен утицај бујичних поплава на укупну количину доспелог наноса у акумулацију.

**Табела 13.** Резултати испитивања квалитета воде у акумулацији Зворник (Институт заштите на раду, 2009 год.)

Параметар/датум узорковања	22.04.2009.	22.04.2009.	08.07.2009.	08.07.2009.
	Узводно	Низводно	Узводно	Низводно
	1	2	3	4
Амонијак	4,249 mg/l	4,164 mg/l	1,19 mg/l	1,15 mg/l
Нитрити	0,047 mg/l	0,048 mg/l	0,12 mg/l	0,03 mg/l
Нитрати	0,842 mg/l	0,886 mg/l	7,07 mg/l	6,87 mg/l
Хлориди	36,12 mg/l	34,14 mg/l	21,27 mg/l	14,18 mg/l
Фосфати	0,031 mg/l	0,031 mg/l	0,12 mg/l	< 0,01 mg/l
Сулфати	24,42 mg/l	22,74 mg/l	0,49 mg/l	0,66 mg/l
Алкалитет	35 ml/l	25 ml/l	90 ml/l	75 ml/l
Ацидитет	0,5 ml/l	0 ml/l	2 ml/l	1,5 ml/l
Растворени кисеоник O <sub>2</sub>		3,27 mgO <sub>2</sub> /l	3,14mgO <sub>2</sub> /l	3,16mgO <sub>2</sub> /l
НРК	48 mg/l	48 mg/l	24,2 mg/l	28,4 mg/l
ВРК <sub>5</sub>	1,32 mg/l	0,82 mg/l	0,86 mg/l	0,92 mg/l
Потрошња КМ <sub>n</sub> O <sub>4</sub>	36 mg/l	32 mg/l	12,28 mg/l	18,2 mg/l
Суспендоване материје	4 mg/l	3,5 mg/l	24,9 mg/l	20,2 mg/l
Таложне материје после 2h	< 1 mg/l	< 1 mg/l	< 1 mg/l	< 1 mg/l
Укупни фосфор	0,186 mg/l	0,222 mg/l	0,162 mg/l	0,016mg/l
Укупни азот	0,552 mg/l	0,588 mg/l	1,57 mg/l	0,72 mg/l
Фенолни индекс	0	0 mg/l	0 mg/l	0 mg/l
Тврдоћа	186 ppm	180 ppm	196 ppm	208 ppm

Према подацима РХМЗ -а Србије, квалитет површинске воде у акумулацији ХЕ Бајина Башта, у посматраном периоду (2009 до 2011. год.) је одговарао III класи, углавном због ниске вредности засићења кисеоником (дефицит), мада је у једном

узорку А-1, из 2010. год., забележена суперсатурација кисеоника, што одговара IV класи квалитета воде. Резултати анализе узорака воде, које је урадио РХМЗ Србије у акумулацији ХЕ Зворник, су слични резултатима узорака у акумулацији Бајина Башта. Већина узорака је одговарала III класи квалитета воде. Резултати су показали дефицит кисеоника у већини узорака, а забележен је повећан садржај кадмијума у једном узорку.

Институт заштите на раду је урадио две серије анализа за 2009. годину у акумулацији Зворник (табела 13). Прво узорковање воде извршено је 22.04.2009. године. Према добијеним резултатима, узорак воде узет узводно, при температури ваздуха од 16.8° С и воде од 15.3° С, био је без боје, мириса и видљивих отпадних материја. Мутноћа је износила 5.6 NTU, електропроводљивост 302  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , док је рН вредност износила 8.26 (слабо алкална). Садржај осталих компонената приказан је у колони 1, табеле 14. Узорак воде узет низводно од хидроелектране, био је такође без боје, мириса и видљивих отпадних материја. Мутноћа је износила 5.9 NTU, електропроводљивост 304  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , а рН вредност 8.19. Друго узорковање воде извршено је 08.07.2009. год., на истим местима. Узорак захваћен узводно од хидроелектране, имао је бледо жуту боју, без мириса и видљиве отпадне материје. Вредност рН износила је 7.81, електропроводљивост 336  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , а мутноћа 10.4 NTU. Узорак узет низводно, био је без боје и мириса. Његова вредност рН (8.04), показала је слабо алкални карактер воде, мутноћу од 19.1 NTU, и електропроводљивост од 314  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

На основу резултата анализе, узорци воде у акумулационом језеру ХЕ Зворник, по неким параметрима прекорачују максимално дозвољене концентрације, према Правилнику о опасним материјама у водама (Сл. гл. СРС бр. 31/82). У првој серији је констатовано прекорачење МДК у случају амонијака и раствореног кисеоника, а у другој серији прекорачење концентрације амонијака, узводно од ХЕ. Сходно Уредби о класификацији вода (Сл. гл. СРС бр. 5/68), и Уредби о категоризацији водотока (Сл. гл. СРС бр. 33/75), закључено је да површинске воде реке Дрине у зони ХЕ Зворник, одговарају II класи.

#### 4.2.8.2. Експериментална деоница 2

У акумулацији ХЕ Потпећ постоји тим обучених радника, као и механизација, који се повремено ангажују за извлачење површинског наноса из језера. Проблеми у раду ХЕ Потпећ због утицаја површинског наноса, уочени су још 2000. године (Вукосављевић С., 2000). Према морфолошком саставу површинског наноса, који је извучен из језера 2009., 2010. и 2011. год., може се закључити да је претежно састављен из РЕТ амбалаже (табела 14).

**Табела 14.** Укупна количина извученог површинског наноса из акумулације ХЕ Потпећ (период од 2009. до 2011. год.)

Година	РЕТ амбалажа (m <sup>3</sup> )	Мешовити, претежно пластични нанос (m <sup>3</sup> )	Гуме ком.	Свега (m <sup>3</sup> )
2009	107	-	6	75
2010	99	-	10	99
2011	75	-	3	107
Укупно:				281

На основу података физичко - хемијске анализе узорка воде, према РХМЗС, квалитет воде у посматраном периоду је у акумулацији ХЕ Потпећ, одговарао III класи, углавном због ниске вредности засићења кисеоником (дефицит), мада је у два узорка А-1 и Б-1 (2010) забележено повећање процента засићења кисеоником, што одговара IV класи квалитета воде. Измерене рН вредности у три тачке А-3, Б-1 и Б-2 (2010) су такође одговарале IV класи квалитета воде.

На основу приказаних резултата, прекорачење МДК амонијака и дефицит раствореног кисеоника, могу се довести у везу са разградњом органског дела доспелог површинског наноса, мада се на основу ових података не могу јасно раздвојити утицаји површинског наноса од утицаја других извора загађења површинских вода у акумулацијама.

#### 4.3. Одређивање уже зоне заштите на основу утицаја максималног водостаја на доспевање површинског наноса у водотоке

Изливање реке из основног корита директно утиче на доспевање површинског наноса са депонија које се налазе у плавној зони. Због тога је плавна зона одређена као ужа зона непосредне заштите водотока, а линија максималног водостаја, као фактор који дефинише горњу границу уже зоне. Због недостатка званичне карте плавних зона за реке у Србији, као и недостатка података мерења водостаја за већину притока на експерименталним деоницама 1 и 2 (неизучени сливови), плавна зона је одређена за:

- притоке које су имале податке мерења водостаја, и
- податке о локацијама депонија (Агенције за заштиту животне средине, 2010.).

Од РХМЗ Србије, добијени су подаци средњедневних, средњемесечних и карактеристичних годишњих вредности водостаја, са меродавних хидролошких станица. Списак станица, као и период обраде података, су приказани у табели 15.

**Табела 15.** Списак меродавних хидролошких станица и период обраде (РХМЗС)

Хидролошка станица	Река	Период обраде
Бајина Башта	Дрина	од 1926 до 2011. год
Радаљ	Дрина	од 1976 до 2011. год.
Лешница	Јадар	од 1926 до 2011. год.
Прибој	Лим	1959; од 1962 до 2011. год.
Пријеполје	Лим	од 1924 до 2011. год.
Пријеполје	Милешевка	од 1967 до 2011. год.
Бродарево	Лим	1935 до 1940. год.; од 1959 до 2011. год.
Бистрица	Бистрица	од 1959 до 2011. год.

За потребе прорачуна максималних, минималних и средњих вредности водостаја, на профилима хидролошких станица на експерименталним деоницама 1 и 2, коришћени су подаци оригиналних серија водостаја преузетих од РХМЗ Србије. При прорачуну је коришћена теоријска функција расподела вредности, Pearson III, а квалитет прилагођавања емпиријским вредностима је проверен по тесту Колмогорова за 99 % обезбеђености. Резултати прорачуна теоријских вредности



водостаја, за повратне периоде од 100 и 50 година, приказани су у табели 16. Подаци из табеле су коришћени за:

- статистичку анализу - израду дијаграма вероватноће појаве максималних, минималних и средњих вредности годишњих нивоа воде на меродавним хидролошким станицама, за повратне периоде од 100 год., (1 %); 50 год., (2 %); 20 год., (5 %) и 10 година (10 %); и
- одређивање линије максималног водостаја за повратни период од  $T = 100$  год.

Резултати статистичке анализе су приказани у табели 16, и на 24 дијаграма расподеле вероватноћа појава (прилог 9.1). У табели 16, може се видети да средња вредност вишегодишњег максималног водостаја, за повратни период од 100 година, за хидролошку станицу Бајина Башта (река Дрина) износи 213.5 m надморске висине, максимална вредност за исти повратни период износи 219.9 m надморске висине, док је минимална вредност 212.3 m надморске висине. Разлика између максималног и средњег водостаја је 6.4 m. То значи да постоји вероватноћа да ниво воде на реци Дрини порасте за 6.4 m, и поплави депоније на обали реке Дрине, чија је кота надморске висине, испод апсолутне коте водостаја за 100 годишњу воду. На пример, то су депоније са ознакама bb-gl1 и bb-bb1 (сл. 79, део 4.6, овог рада). Због тога су локације тих депонија дефинисане као високо-ризичне за појаву површинског наноса. На основу приказаних вредности односа максималних, минималних и средњих вредности водостаја, може се закључити да се карактери режима вода на појединим деловима слива реке Дрине, веома разликују. За избор најједноставијег метода за одређивање линије максималног водостаја, примењена је компаративна анализа три метода, на експерименталним деоницама 1 и 2:

- метод индикативне плавне зоне,
- хидраулички прорачун HEC-RAS, (Енергопројект-Хидроинжењеринг, 2012 и 1998 год., и Институт "Јарослав Черни", 2010 год.), и
- компјутерски модел (Abood Maclain, 2011).

**Табела 16.** Вероватноћа појаве максималних, минималних и средњих вредности водостаја на меродавним хидролошким станицама, за експрименталне деонице 1 и 2, по методу Пирсона (Pearson - a)

Хидролошка станица	Максимална вредност водостаја				Минимална вредност водостаја				Средња вредност водостаја			
	1%	2%	5%	10%	1%	2%	5%	10%	1%	2%	5%	10%
Радаљ река Дрина	136.1	135.8	135.30	134.89	130.9	130.8	130.69	130.60	131.9	131.8	131.77	131.68
Бајина Башта река Дрина	219.9	219.3	218.50	217.85	212.3	212.2	212.08	211.99	213.5	213.4	213.36	213.28
Лешница река Јадар	107.6	107.4	107.17	106.94	103.7	103.6	103.47	103.38	104.4	104.3	104.14	104.02
Прибој река Лим	385.8	385.6	385.14	384.80	381.3	381.2	381.15	381.07	382.1	382.1	381.97	381.88
Пријепоље река Лим	447.6	447.3	446.99	446.71	444.2	444.2	444.12	444.08	444.8	441.7	444.69	444.63
Бродарево река Лим	494.1	493.8	493.42	493.10	490.0	490.0	489.95	489.91	490.6	490.6	490.56	490.52
Пријепоље река Милешевка	450.2	450.1	449.90	449.76	448.4	448.4	444.12	444.08	448.5	448.5	448.47	448.46
Бистрица река Бистрица	492.7	492.5	492.40	492.26	491.4	491.3	491.28	491.22	491.6	491.5	491.48	491.4

За одређивање линије плавне зоне примењен је индикативни метод и компјутерски модел, Abood & Maclain, (2011), са подацима водостаја са истих хидролошких станица. Линија плавне зоне према методу HEC-RAS, за експерименталне деонице 1 и 2, је преузета из техничке документације за бране (Енергопројект - Хидроинжењеринг, 1998 год., и 2012 год.; Институт "Јарослав Черни", 2010 год.). Према подацима из документације, линија плавне зоне је одређена на основу измерених података о протицајима на речним профилима, који се уобичајено користе за потребе енергетског коришћења река. Период од 100 година је изабран за одређивање линије плавне зоне, јер су већ постојали подаци прорачуна HEC-RAS-а за исти период за реке Дрину и Лим, тако да су они коришћени као контролна група у истраживању.

Код одређивања индикативне плавне зоне, подаци статистичких прорачуна максималног водостаја су прво унети у радну карту (програм ArcGis.10.ESRI) и додати надморској висини "0" коте водомерне летве на хидролошким станицама, а затим је мануелно, методом интерполације изохипси формирана линија плавне зоне. Та линија је пребачена на одговарајуће листове ДОФ-а Србије (дигитални орто-фото снимак терена), и означена жутом бојом. Исти подаци водостаја са хидролошких станица су коришћени за модел, Abood & Maclain, (2011), где је програмски одређена линија плавне зоне, (означена црвеном бојом на сл. 70 и 71), и приказана на одговарајућим листовима ДОФ-а Србије. Начин обраде података за примену модела је ближе објашњен у поглављу 3.2.3. ове дисертације. Плава линија за ознаку плавне зоне је преузета из техничке документације, и представља хидраулички прорачун урађен у програму HEC-RAS.

#### **4.3.1. Експериментална деоница 1**

На сл. 70, приказани су резултати графичке анализе 3 метода за одређивање линије максималног плављења за повратни период од 100 год., на експерименталној деоници 1. На сл. 70 а, приказан је део реке Јадар, а на сл. 70 б и 70 в, део реке Дрине. Може се уочити да постоји велика сличност у погледу растојања у метрима између осе корита реке и линија плављења (жуте, црвене и

плаве линије, на сл. 70 б и 70 в. На сл. 70 г (пресек 4 - 4), дошло до већег одступања у примени HEC-RAS-a, јер је програм имао улазне податке о утицају узводних брана на смањење протицаја, што друге методе нису узеле у обзир. Сlike 70 а, 70 б и 70 г, приказане су у размери 1:15.000, а сл. 70 б, у размери 1:20.000.

Ширине плавних зона на експерименталној деоници 1, варирају у односу на хијерархију тока (главни ток реке Дрине или притоке), у односу на леву и десну страну истог водотока, као и у односу на део тока (изворишни, средишњи или ушће). Измерене ширине плавне зоне (модел Abood & Maclain, 2011), у средишњем делу тока Дрине (Зворничко језеро), износе 467 m и 534 m (за леву и десну страну), код насеља Трбушница, износе 155 m и 1845 m (за леву и десну страну), док у клисури Дрине ширина плавне зоне износи 177 m и 250 m, а за притоку Јадар највећа ширина плавне зоне је 145 m.

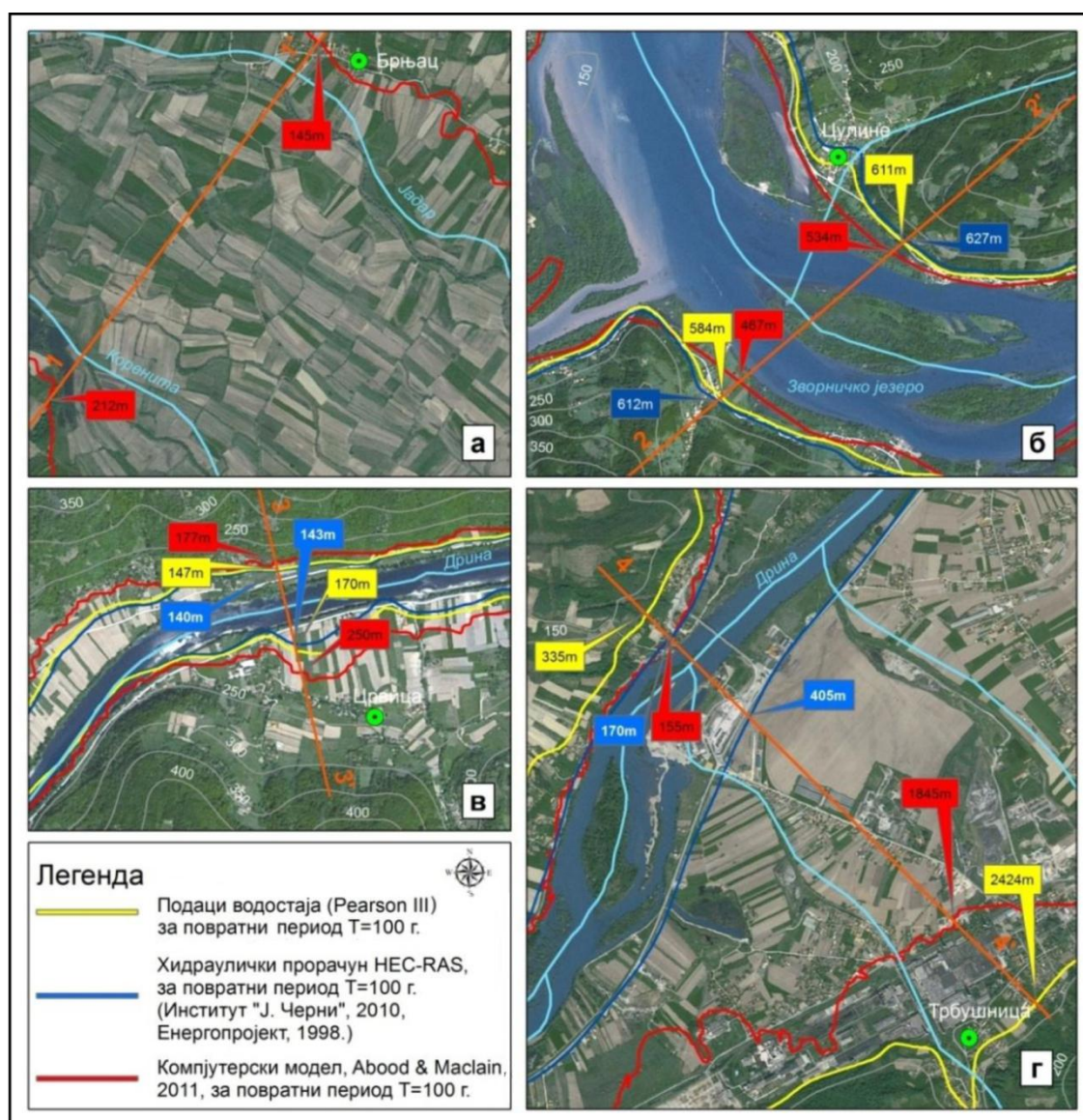
#### **4.3.2. Експериментална деоница 2**

На сл. 71 приказани су резултати графичке анализе 3 метода за одређивање линије нивоа максималног плављења за повратни период од 100 година, на експерименталној деоници 2. На сл. 71 а, 71 б и 71 в, приказани су делови реке Лим. На сл. 71 г је део реке Бистрице, а на слици 71 д, део реке Милешевке. На деоници 2 се такође може уочити велика сличност у вредностима ширине плавне зоне, према сва три метода. До одступања црвене линије на слици 71 а, дошло је јер модел Abood & Maclain (2011) има аутоматско додавање ширине плавне зоне за језера и мочваре од 30.5 m. За притоке Бистрицу и Милешевку примењен је само компјутерски модел, јер за контролу нису постојали прорачуни у програму HEC-RAS.

Ширине плавне зоне на експерименталној деоници 2, варирају у зависности од хијерархије тока и удаљености профила реке Лим од ушћа, где је ширина највећа. На пример, измерена ширина плавне зоне реке Лим, код језера Потпећ износи 106 m и 116 m (лева и десна страна), код насеља Прањци, ширина је 369 m и 527 m

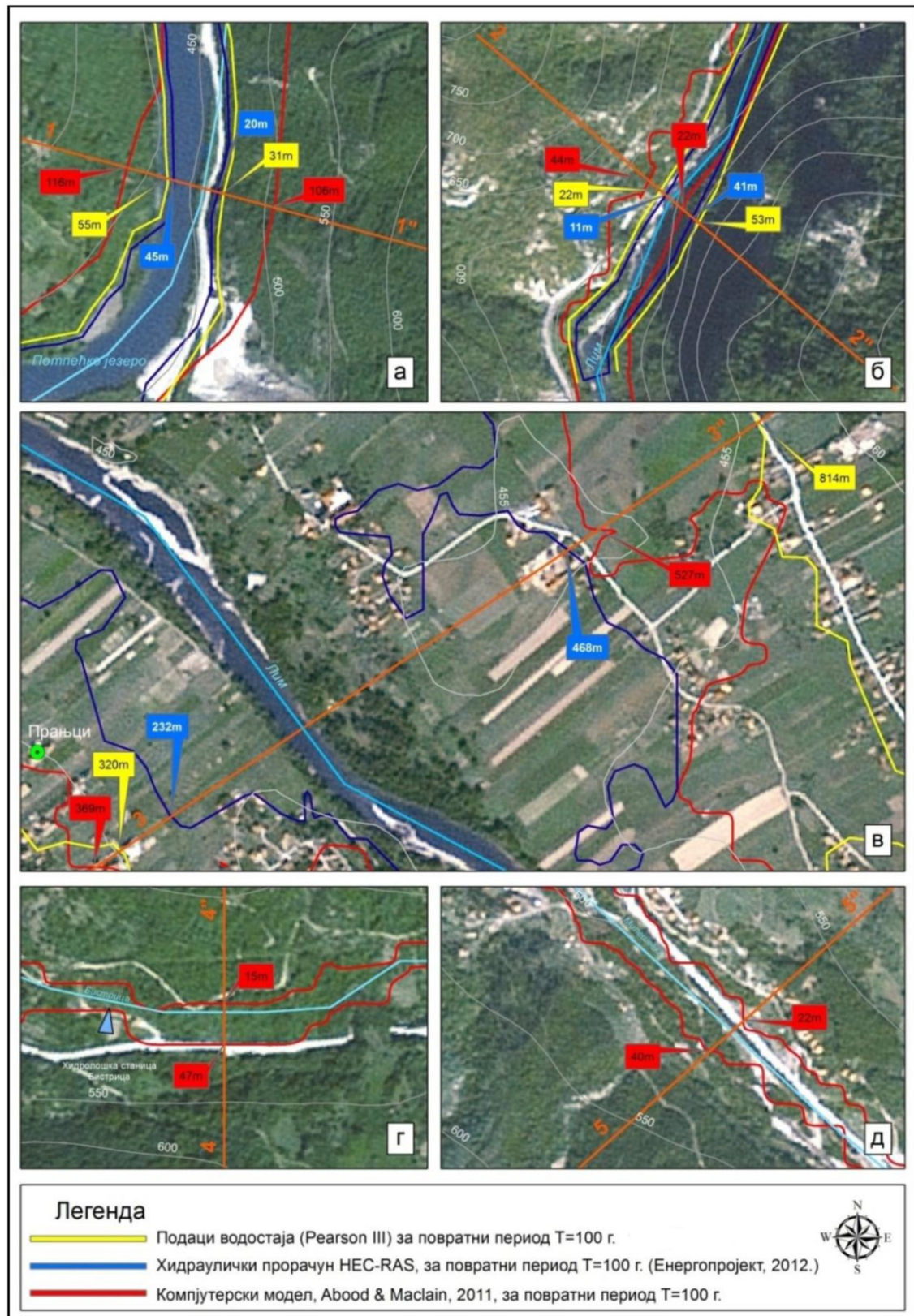


(лева и десна страна), док у кањонском делу Лима износи 22 m и 44 m. Код притоке Бистрице измерена је ширина 15 m и 47 m, а код реке Милешевке 22 m и 40 m. Резултати примене три метода за одређивање плавне зоне су показали: да је компјутерски модел Abood & Maclain (2011) најједноставнији и најтачнији за примену, јер програмски врши интерполацију изохипси на основу доступних података (нису потребна геодетска мерења речних профила, као за HEC-RAS), тако да је изабран за примену у даљем раду, ради процене ризика од доспевања наноса у водоток.



Сл. 70. Одређивање ширине плавне зоне на основу линије максималног водостаја, на експерименталној деоници I





Сл. 71. Одређивање ширине плавне зоне на основу линије максималног водостаја, на експерименталној деоници 2

#### **4.3.3. Основне карактеристике бујичних притока Дрине на експерименталним деоницама**

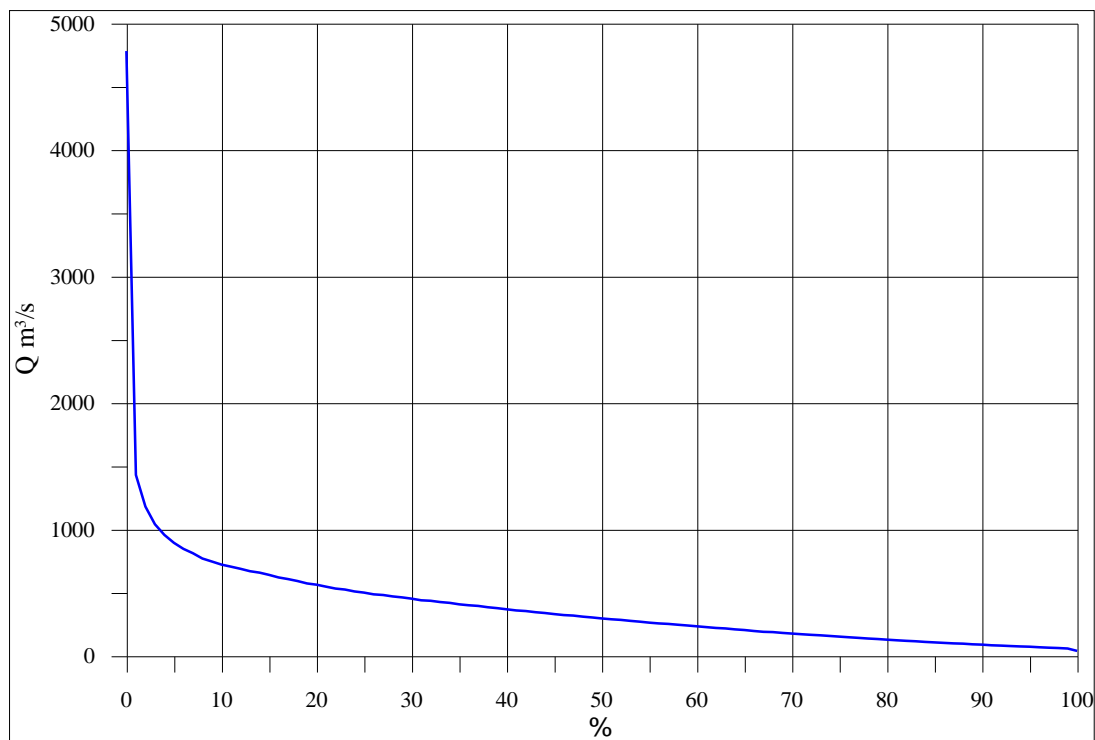
Појава поплава у брдско-планинским деловима слива Дрине, повезана је са појавом бујица и ерозијом земљишта, а у равничарским деловима слива, са изливањем воде из основног корита реке Дрине, при чему бујичне поплаве из притока имају значајан утицај на повећање зоне плављења. Појава бујичних поплава представља екстремну резултујућу форму присутних ерозионих процеса на сливу (Ристић, 2006). Бујична поплава је нагла појава воде у хидрографској мрежи са високом концентрацијом чврсте фазе. У екстремним ситуацијама, долази до изливања двофазног флуида из корита са испољавањем рушилачког дејства (Ристић Р., и Малошевић Д., 2011).

Са појавом бујица на сливном подручју, на коме се налазе и депоније, површински нанос се транспортује заједно са ерозионим наносом. Режим рада брана и акумулација утиче на промену природних хидролошких услова, који су постојали пре изградње објеката. Анализа режима рада акумулација, ХЕ Бајина Башта и ХЕ Зворник је урађена у Институту "Јарослав Черни" (2009).

Према подацима, средњи вишегодишњи протицај реке Дрине износи око  $370 \text{ m}^3/\text{s}$ , док је укупна запремина годишњег дотока око  $12 - 10^9 \text{ m}^3$ . Природни доток реке Дрине се одликује великом варијацијом протицаја у току године. Према подацима криве трајања протицаја на водомерној станици Радаљ (слика 72), може се констатовати распон протицаја од  $40 - 4780 \text{ m}^3/\text{s}$ . Већи протицаји ( $Q > 1000 \text{ m}^3/\text{s}$ ) имају краће трајање, око 10 дана годишње. С друге стране, дуго трајање има интервал протицаја од  $100 - 500 \text{ m}^3/\text{s}$ , око 10 месеци годишње. Трајање протицаја већих од  $600 \text{ m}^3/\text{s}$  (инсталисани проток ХЕ Зворник) износи 70 дана.

Хидролошки режим реке Дрине се карактерише са два периода појаве великих вода. Пролећни период, обухвата март и април, а јесењи период, новембар и децембар. Према подацима хидрограма Дрине на хидролошкој станици Радаљ, у периоду после 2000. године, може се констатовати да су у свим годинама

регистровани таласи великих вода са  $Q > 1000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Највећи таласи су опажени у пролеће 2000. године са  $Q_{\max} = 1850 \text{ m}^3/\text{s}$ , и у пролеће 2006. године, са  $Q_{\max} = 1620 \text{ m}^3/\text{s}$ . Интересантно је истаћи, да је у таласу из 2006. године скоро три месеца доток био већи од инсталисаног протока хидроелектране.



**Сл. 72.** Крива трајања протицаја Дрине на водомерној станици Радаљ (Институт "Јарослав Черни", 2009)

У непосредни слив акумулације ХЕ Зворник улива се неколико притока, приказаних на сл. 73 (Институт "Јарослав Черни", 2009). Најзначајнија је река Дрињача, са површином од  $1144 \text{ km}^2$ , која се налази на територији Босне и Херцеговине. Овај водоток има распон протицаја реда величине од  $10^0 - 10^2 \text{ m}^3/\text{s}$ .

На сектору од Бајине Баште до Зворника, у Дрину се улива још неколико мањих бујичних водотока. Приказ основних карактеристика ових водотока изложен је у табели 17 (Институт "Јарослав Черни", 2009). Највећа притока је Рогачица, са површином слива од  $202 \text{ km}^2$ , а најмања Цулинска река, са површином слива од  $10 \text{ km}^2$ . У оквиру анализе хидролошког режима акумулације, са аспекта уноса



површинског наноса из притока, важна је могућност коинциденције великих вода Дрине и њених притока на сектору Бајина Башта - Зворник.

Директне бујичне притоке акумулације ХЕ Зворник, спадају у хидролошки неизучене водотоке, јер на њима нису вршена стална хидролошка мерења (нивоа воде у речном кориту).

**Табела 17.** Основни карактеристике притока Дрине на сектору Бајина Башта – Зворник (Институт "Јарослав Черни", 2009)

Страна уливања	Назив притоке	Растојање ушћа притоке од бране ХЕ „Зворник“ (km)	Површина слива (km <sup>2</sup> )	Дужина тока (km)	Насеље у сливу	Познати загађивачи у сливу
Србија	Борањска	9,08	44,52	16,21	да	
	Цулинска	11,75	9,57	9,37	да	
	Велика р.	19,86	26,57	11,30	да	
	Крупинска	26,55	18,52	6,83	да	
	Узовничка	29,52	30,21	13,90	да	
	Грачаничка	32,66	55,68	11,38	да	
	Љубовиђа	40,25	160,44	35,28	да	депонија
	Трешњица	58,21	104,29	25,29	да	
	Рогачица	79,19	202,95	27,43	да	депонија

У непосредном сливу акумулације ХЕ Зворник, на територији Србије, само метеоролошка станица Љубовиђа има податке осматрања дневних падавина. Из базе података издвојене су дневне кише веће од 20 mm, које могу проузроковати интензивнији површински отицај и генезу великих вода.

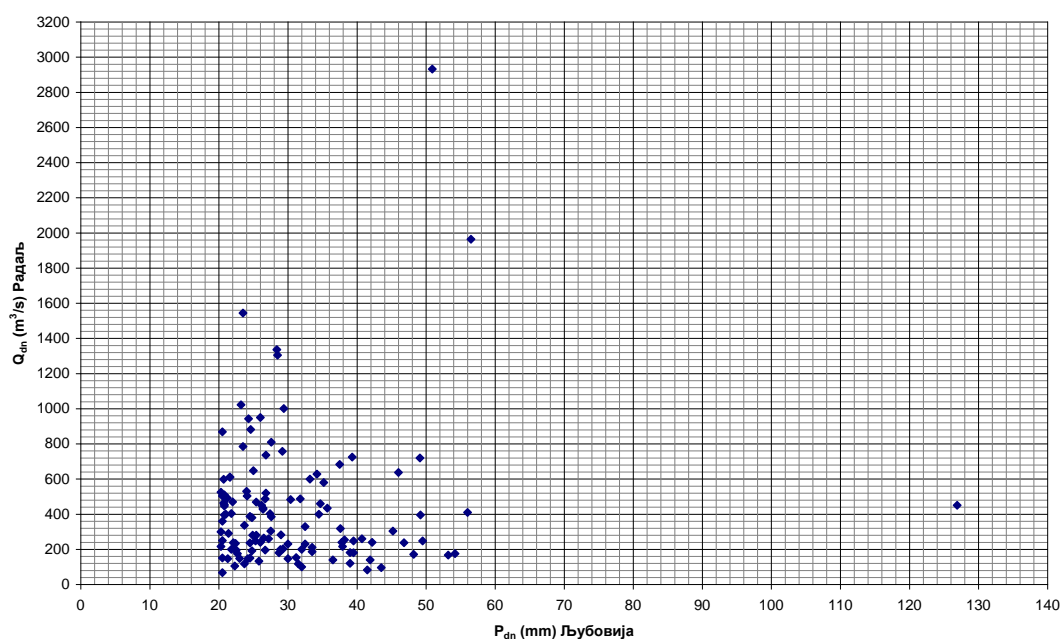
На сл. 74, приказано је корелационо поље протицаја Дрине и дневних падавина на станици Љубовиђа. Констатовано је да не постоји изражена корелација ових величина, јер је велика разлика у површини сливова. Генеза великих вода Дрине се одвија на великом пространству, за разлику од директних притока акумулације.





Сл. 73 Ситуациони план акумулације ХЕ Зворник са приказом праваца уноса површинског наноса из бујичних притока и локација за депоновање наноса извученог из језера (Институт "Јарослав Черни", 2009)





**Сл. 74.** Корелационо поље протицаја Дрине и дневних падавина на станици Љубовија (Институт "Јарослав Черни", 2009)

Регистрована су два случаја коинциденције релативно великих вода Дрине ( $Q > 1800 \text{ m}^3/\text{s}$ ) и већих падавина,  $P > 50 \text{ mm}$  (Институт "Јарослав Черни", 2009). Генерално посматрајући, у највећем броју случајева, дневне падавине на станици Љубовија, са вредношћу падавина  $> 20 \text{ mm}$ , јављају се при протицајима Дрине  $Q < 600 \text{ m}^3/\text{s}$  (који одговара инсталисаном протоку ХЕ Зворник), када нема преливања преко бране.

Дубине акумулационог језера ХЕ Зворник су променљиве, у распону од 2 m (на узводном крају) до 18 m (у близини бране). Услед засипања акумулације речним наносом, у средишњем делу су дубине воде драстично смањене и износе свега 2 - 3 метра (при коти нормалног успора). Геоморфолошке карактеристике речне долине су диктирале велику променљивост ширине акумулације, од 200 – 1500 метара. Хидраулички режим акумулације ХЕ Зворник, условљен је утицајима:

- хидролошког режима Дрине и велике варијације протицаја, у дијапазону од 40 –  $4800 \text{ m}^3/\text{s}$ ,
- морфолошким карактеристикама акумулационог басена, са варијацијама ширине у распону од 200 – 1500 m,

- основном хидроенергетском функцијом ХЕ Бајина Башта, и
- водопривредним условима функционисања бране, у погледу евакуације великих вода, и обезбеђења гарантованог минимума протицаја малих вода.

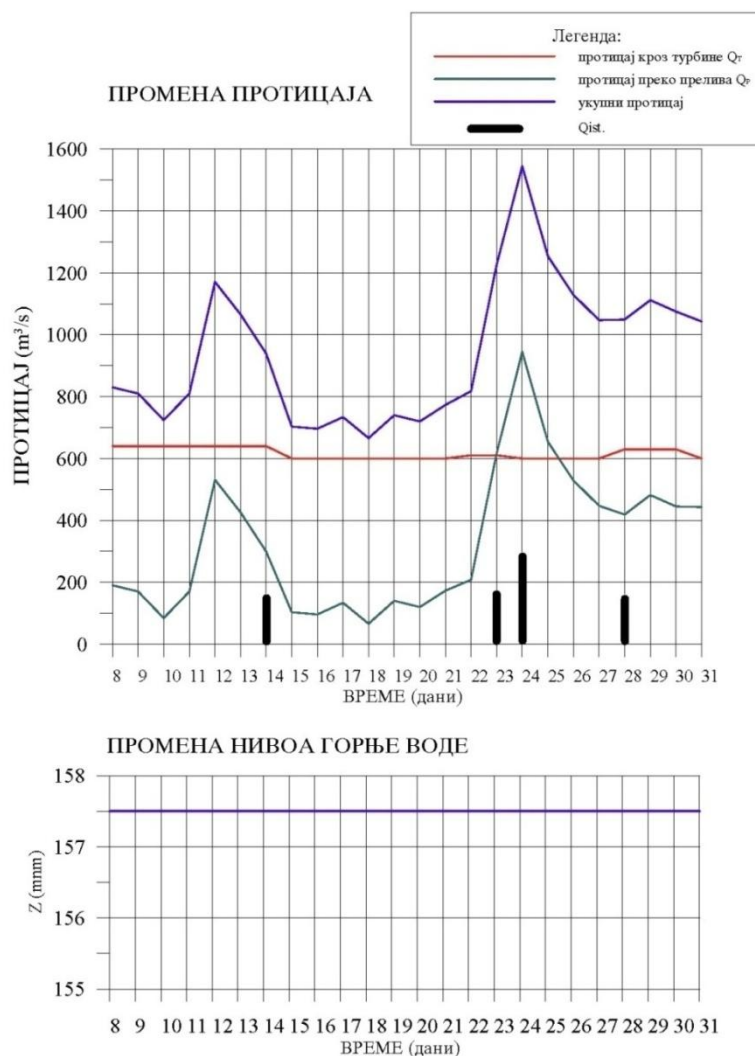
Кумулативни ефекат свих наведених фактора манифестује се на хидраулички режим акумулације ХЕ Зворник, који има две главне карактеристике:

- изразита просторна променљивост – неједноликост течења дуж акумулације,
- изразита временска променљивост – нестационарност течења.

Укупна денивелација нивоа воде, од низводног ка узводном крају акумулације, повећава се 1 m (при минималном протицају од 200 m<sup>3</sup>/s) до 6 m (при протицају од 9000 m<sup>3</sup>/s). На пример, при протицајима Дрине  $Q < 1000 \text{ m}^3/\text{s}$ , падови се налазе у дијапазону од 0.006 – 0.014 %, а при протицајима  $Q > 3000 \text{ m}^3/\text{s}$ , падови су већи од 0.02 %. Изразита нестационарност хидрауличног режима акумулације Зворник условљена је режимом рада ХЕ Бајина Башта и великим осцилацијама протицаја у кратким временским интервалима. На пример, у периоду од 13.06. - 16.06.1990. године, доток је варирао од 50 – 630 m<sup>3</sup>/s, при чему је цели распон обухваћен само у једном дану, 14.06.1990 год., (Институт "Јарослав Черни", 2009).

На слици 75 приказан је режим рада ХЕ Зворник, при великим водама 1980. год., и 2006. год. У периоду 12 – 16. марта 1980., протицај Дрине (доток у акумулацију) је варирао од 600 – 1400 m<sup>3</sup>/s. У овом интервалу, електрана је радила са скоро пуним капацитетом, са протоком кроз турбине нешто мањим од 600 m<sup>3</sup>/s. Преливи су отворени чим је доток прешао 600 m<sup>3</sup>/s, тако да је протицај варирао од 100 – 950 m<sup>3</sup>/s. У целом интервалу, ниво горње воде на брани је био константан и износио је 157.30 m. Талас великих вода Дрине у марту 2006. године обухватио је дијапазон протицаја од 700 – 1550 m<sup>3</sup>/s. Низводни део Дрине, од ХЕ Зворник до ушћа у Саву је пре изградње брана био више пута плављен. Позната историјска поплава догодила се 1896. год., када су се јаке падавине јавиле истовремено са снегом који се брзо топио, тако да се у средњем делу тока Дрине, проток воде подигао на 9500 m<sup>3</sup>/s, а максимални водостај је био 16 m. Поплава је том приликом уништила више насеља, а било је и људских жртава (Институт "Јарослав Черни", 2009).





**Сл. 75.** Режим рада ХЕ Зворник у марту 2006. године  
(Институт "Ј. Черни", 2009)

Према подацима Прохаска и др. (2004), основне карактеристике водног режима реке Лим представљају: просечни протицаји, мале воде и велике воде. За хидролошку станицу Прибој, вероватноћа појаве максималног протицаја за повратни период од 100 година, износи  $Q_{\max} = 1261 \text{ m}^3/\text{s}$ , а за повратни период од 50 година,  $Q_{\max} = 1115 \text{ m}^3/\text{s}$ . За станицу Пријеполје, вероватноћа појаве максималног протицаја за повратни период од 100 год., износи  $Q_{\max} = 1179 \text{ m}^3/\text{s}$ , а за повратни период од 50 година,  $Q_{\max} = 1020 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Максимална висина плављења је важан фактор директног утицаја на доспевање површинског наноса у водоток. Вода може да поткопа основу ножице депоније,

или овлажи отпад, што зависи од кинетичке енергије тока и дужине трајања плављења. Влажење отпада повећава његову запреминску масу као и утицај гравитације, што олакшава покретање отпада са депоније и доспевање површинског наноса у реципијенте. Све локације депонија између линија средњег вишегодишњег и максималног водостаја, могу се сматрати високоризичним за појаву површинског наноса. Због тога је зона плављења издвојена као ужа зона непосредне заштите реке. На висину водостаја у реци, снажан утицај има режим рада бране и акумулације, чиме се контролише ниво воде у акумулацији.

Посебан утицај на доспевање површинског наноса имају бујице. Бујице проносе ерозиони нанос из слива, као и површински нанос, и директно утичу на повећање висине водостаја у рекама и потоцима, као и ширину плавне зоне, што се одражава на повећање количине површинског наноса.

#### **4.4. Одређивање шире зоне заштите на основу утицаја нагиба директних падина на доспевање површинског наноса у водотоке**

Доспевање површинског наноса са депонија у брдско - планинском подручју, повезано је са утицајем силе гравитације. Гравитационо доспевање наноса у водоток се одвија, између топографске вододелнице директне падине и дна падине. Због тога је директна падина дефинисана као шира зона заштите од површинског наноса. Топографска вододелница је одређена као горња граница шире зоне заштите. На транспорт наноса у брдско - планинским подручјима, значајан утицај има површински отицај (Dawes & Short, 2004).

Процеси гравитационог кретања су управни на правац изохипси терена, тако да се у геометријском смислу, кретање воде врши у правцу најкраћих растојања, од виших ка нижим надморским висинама, (Bren, 1995,1998; Fuchs, et al., 2007; Hubl, et al., 2011). Атмосферске падавине доприносе покретању и повећању масе површинског наноса, што утиче на динамику доспевања. Динамика доспевања површинског наноса зависи од: нагиба падина (страна речне долине), као и дужине пређеног пута (ширине падина). Утицај гравитације на доспевање наноса,

опада са смањењем нагиба директне падине. На релативно равном терену дна речне долине, утицај гравитације на доспевање наноса је занемарљив, а утицај висине плављења је доминантан. Границу између утицаја фактора гравитације и висине плављења на доспевање наноса, представља линија максималног водостаја добијена применом модела Abood & Maclain, 2011 (сл. 76, 77, 78 и 79).

За анализу нагиба терена на експерименталним деоницама 1 и 2, коришћен је компјутерски програм ArcGis10.ESRI, као и дигитални модел терена Србије. За сваки попречни профил терена речне долине, компјутерски су обрађени и приказани у табели 18, следећи подаци:

- ширина профила,
- надморска висина (max., min., и средња), и
- нагиб терена (max., min., и средњи).

За одређивање класа нагиба терена, коришћена је класификација програма ArcGis 10.ESRI, са подешавањем распона класа. Реке Дрина и Лим су брдско - планинске реке, изузев мање деонице тока Дрине, кроз Лозничко поље. Коришћење класификационог система са малим распонима унутар класа није било могуће, због величине пиксела од 30 метара на ДМТ Србије. Та грешка је нарочито утицала на класификацију равнотерена плавне зоне, где је граница од 5°, померена на 8°. За одређивање распона, усвојена је препорука, да се за равничарске делове терена распон између класа смањује, а за брдско - планинске, повећава (Никић и Павловић, 2012).

Избор већег броја класа (према ArcGis10.ESRI), са правилнијим распоном је дао бољи резултат због веће заступљености брдско - планинског рељефа на деоницама 1 и 2, у односу на равничарски. За анализу нагиба терена је издвојено 8 класа: 0 - 8°- класа I (плавна зона), 8 - 15°- класа II (благо заталасан терен), 15 - 23°, класа III (брежуљкаст), 23 - 31° класа IV (брдовит), 31 - 39° класа V (брдско-планински), 39 - 47° класа VI (планински), 47 - 55° класа VII (високопланински) и  $\geq 55^\circ$  класа VIII (екстремно стрм). За проучавање нагиба терена на

експерименталним деоницама 1 и 2, одабрани су попречни профили који су задовољавали услов да су управни на осу тока реке.

#### **4.4.1. Експериментална деоница 1**

На експерименталној деоници 1 (1а и 1б), одабрано је 14 профила на реци Дрини и по један попречни профил на 4 притоке (Штири, Доњој Борини, Борањској реци и Цулинској реци), које су имале депоније у сливу. Карте нагиба терена су приказане на сл. 75 (за деоницу 1 а) и сл. 76 (за деоницу 1 б). У табелама обрачуна површина на сл. 75 и 76, приказано је процентуално учешће класа нагиба. Резултати заступљености класа нагиба, показали су да је нагиб класе од 0 - 8°, заступљен на 97 % површине уже зоне заштите. У широј зони заштите је највише била заступљена класа од 15 - 23°.

Према подацима у табели 18, може се закључити да ширина уже зоне заштите опада са порастом надморске висине. Ширина уже зоне заштите је веома варијабилна и креће се у распонима од 47 - 2306 m. Максимална ширина ужег и ширег појаса заштите приобаља на деоници 1, измерена је на профилу бр. 11 и износи 4448 m, са средњом надморском висином од 536 mm.

Карактеристични попречни профили речне долине Дрине на деоници 1, приказани су на сл. 76, 77 и 78. На профилу 1 (сл. 76), уочавају се различите ширине леве и десне стране речне долине. На сл. 77 (профил бр. 3, табела 18) могу се уочити карактеристичне плавне терасе, као и речне терасе ван зоне плављења, тако да су и нагиби терена већи у односу на профил 1, нарочито на стрмим одсецима између тераса. На профилу приказаном на сл. 78, облик речне долине је клисурастог типа. Постоји релативно сразмеран однос између распона речне долине и дубине долине, што се одражава на нагиб терена, који има вредност од око 45°. Карактеристичан је за брдско - планинске делове тока реке Дрине, од 300 - 500 mm, као и притоке на том потезу приобаља.

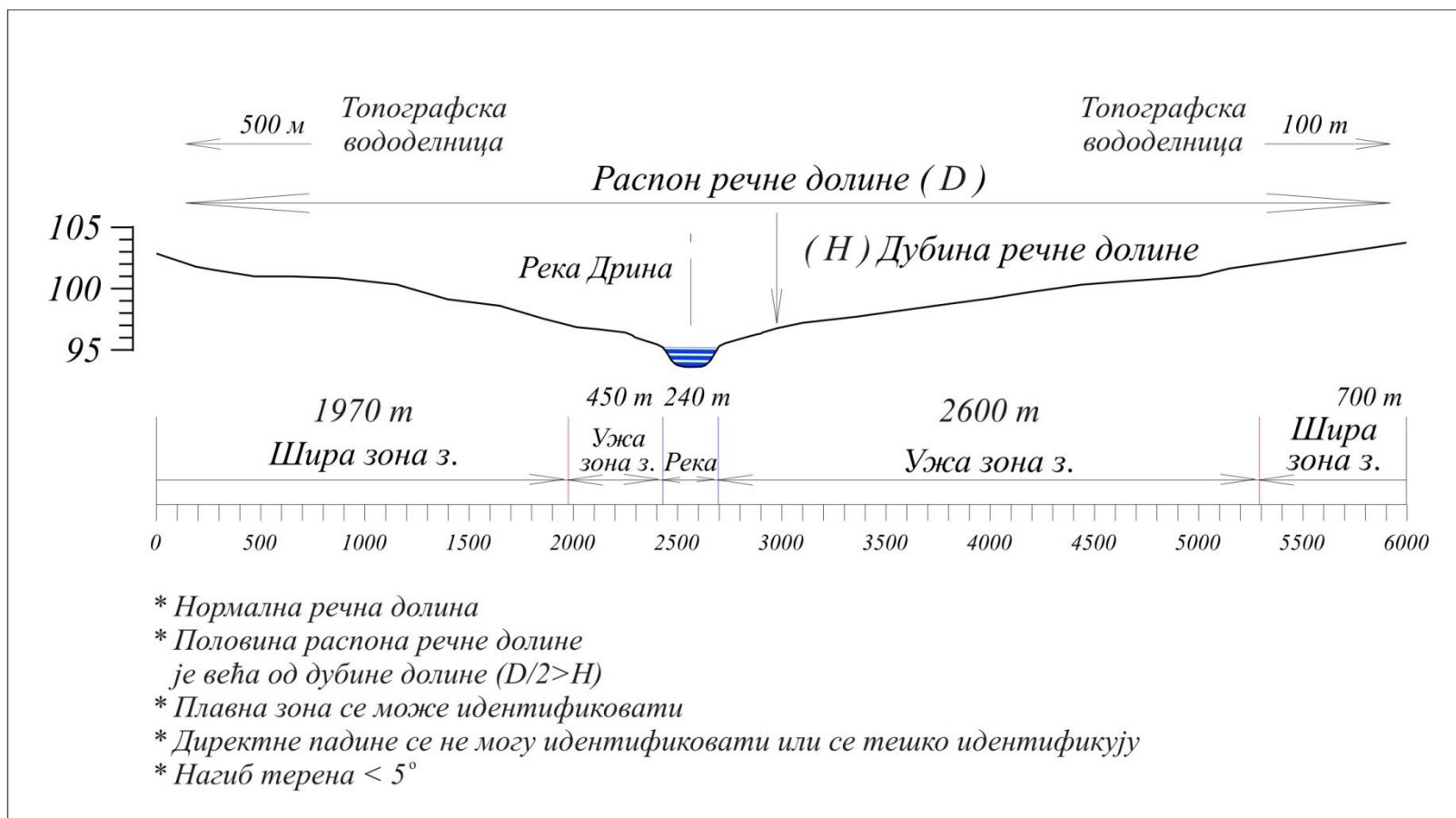


#### 4.4.2. Експериментална деоница 2

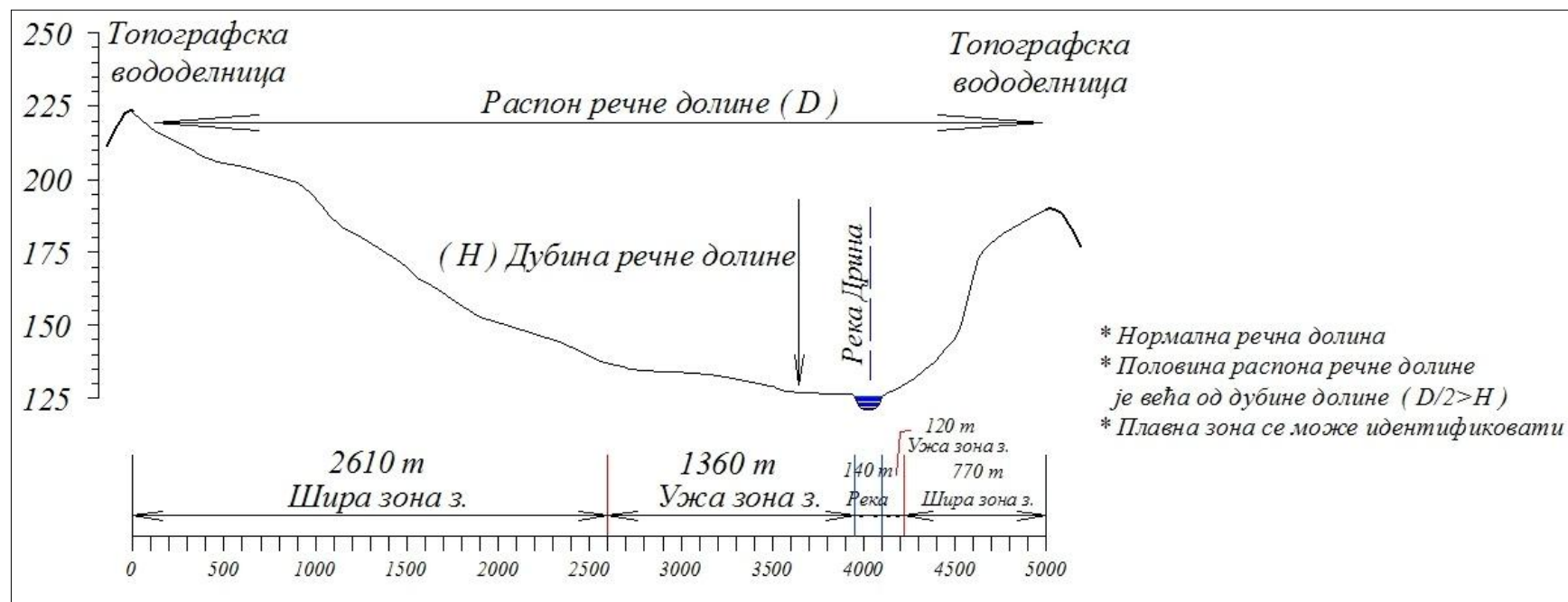
За проучавање нагиба терена на експерименталној деоници 2, одабрано је 7 профила на реци Лим, и по један профил на притокама (Бистрици и Милешевки), јер су те притоке задовољиле услов да имају депоније на сливовима. У табели 18 приказани су подаци за профиле означене бројевима од 19 - 28. Ти подаци се односе на вредности min., max., и средњег нагиба терена за ужу и ширу зону заштите, као и вредност средње надморске висине профила. Ширина уже зоне се креће у распону од 10 m - 202 m, а шире зоне од 625 m - 4413 m. Резултати су показали да ширина ужег и ширег појаса заштите реке Лим варира, као код Дрине и да се укупне вредности ширине крећу од 968 m - 4.913 m. Према попречном профилу, приказаном на сл. 79, речна долина Лима има облик кањона, који је карактеристичан за планинске реке или изворишне делове тока. Овај тип долине има стрме стране, са нагибом преко 60°, као и узану плавну зону.

Примена вредности нагиба од 5°, за одређивање границе плавне зоне (Verry et al., 2004; Holms & Goebels, 2011), није показала резултате који су у сагласју са вредностима добијеним применом модела HEC-RAS. Даљом анализом је установљено да добијена граница плавне зоне одговара нагибу од 8°, што је последица стандардне грешке дигиталног модела терена Србије, од 30 m (1 пиксел).

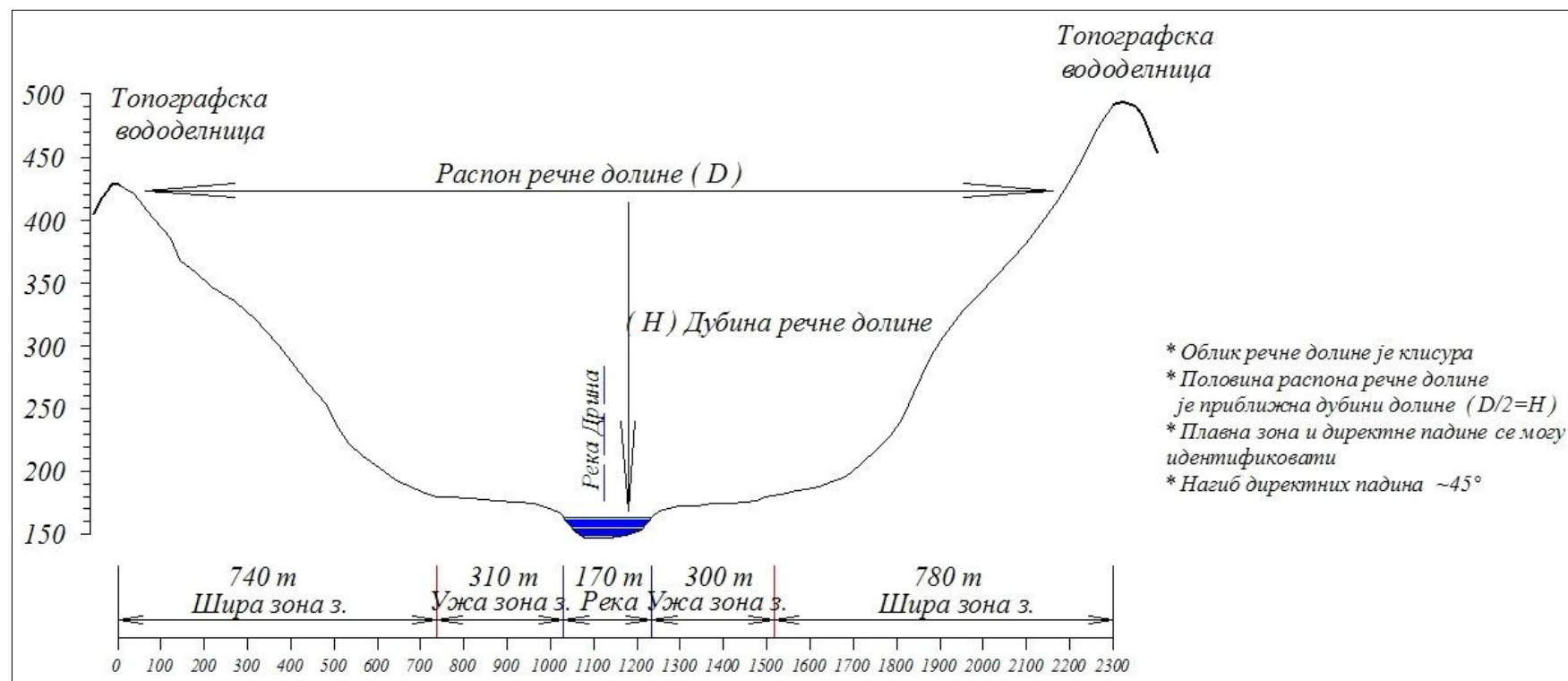
Ширина приобаља реке Дрине на деоници 1 је варијабилна, у распону за ужу зону заштите, од 47 m - 2306 m, док за ширу зону заштите износи од 968 m - 4913 m. За деоницу 2, на реци Лим, ширина уже зоне заштите је такође варијабилна, у распону од 10 m - 202 m, у ужој зони заштите, као и од 625 m - 4413 m, у широј зони. Анализа положаја депонија на картама нагиба терена (сл. 76, 77, 78 и 79), показује да су депоније на деоници 1 лоциране на релативно равном терену речног приобаља, што говори о преовлађујућем утицају промене водостаја на доспевање површинског наноса. На деоници 2, депоније се налазе на локалитетима на нагибима, што указује на утицај гравитационог фактора на доспевање површинског наноса у хидрографску мрежу.



Сл. 76. Попречни профил речне долине Дрине (профил 1, табела 18)

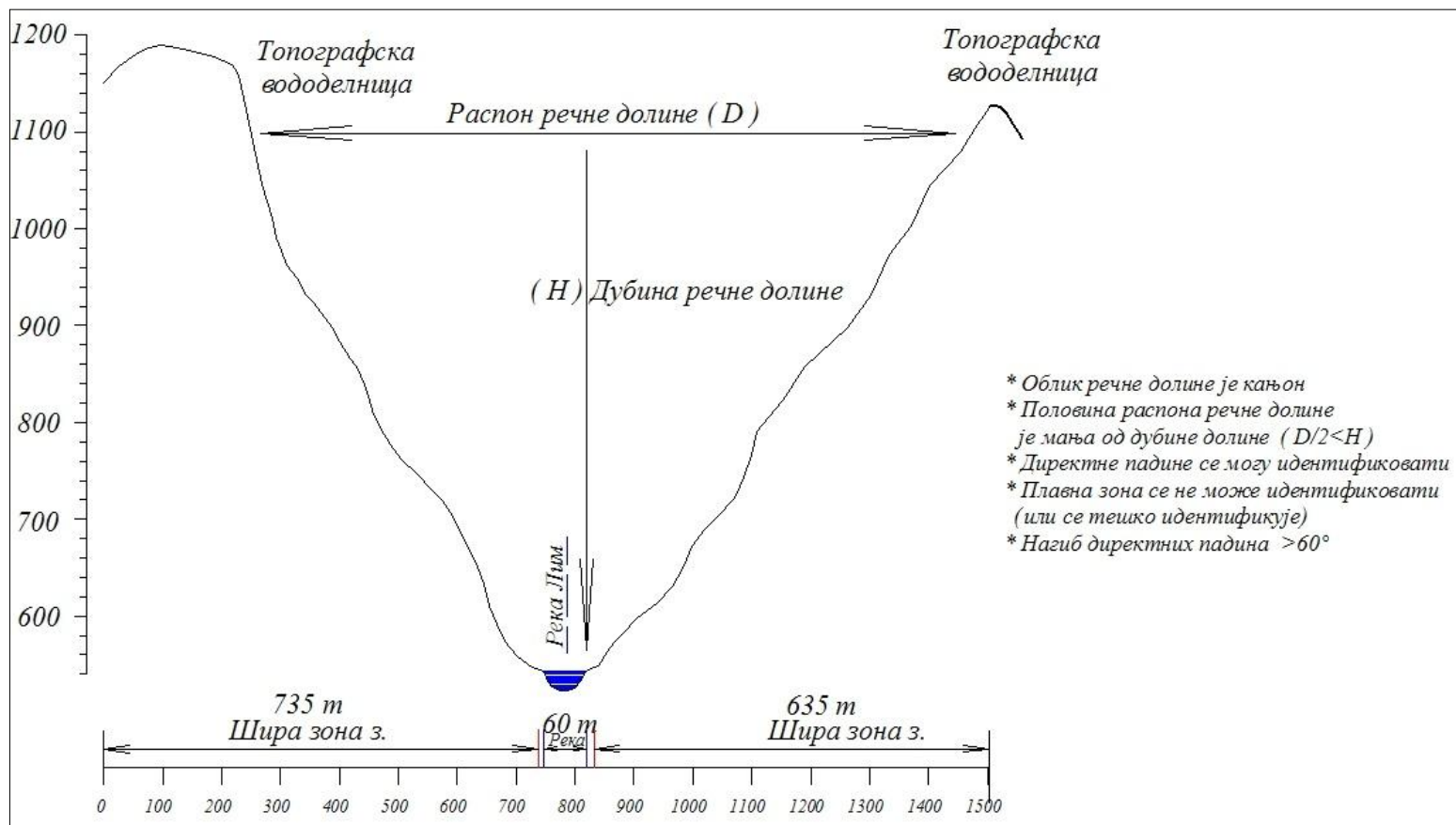


Сл. 77. Попречни профил речне долине Дрине (профил 3, табела 18)



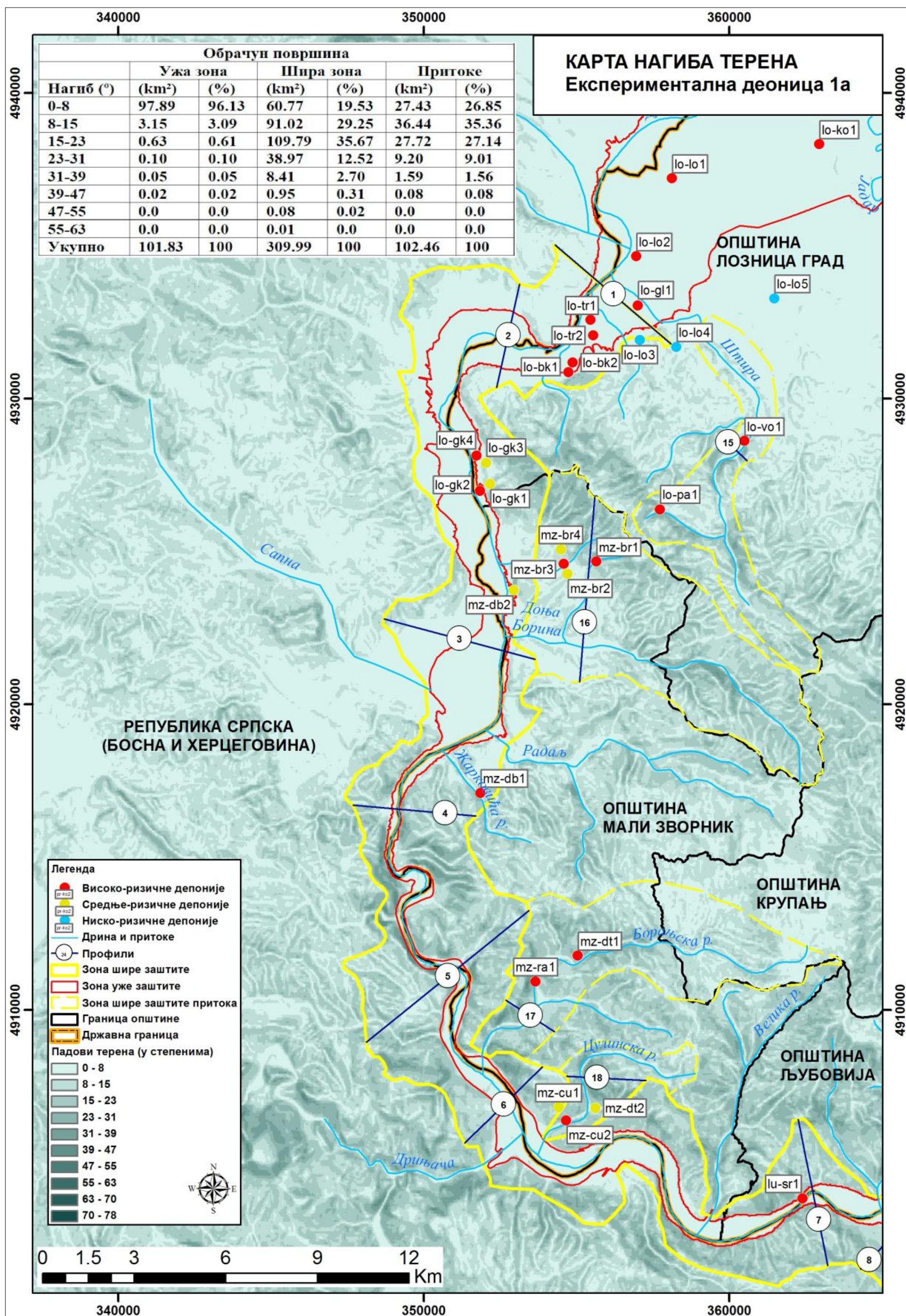
Сл. 78. Попречни профил речне долине Дрине (профил 9, табела 18)





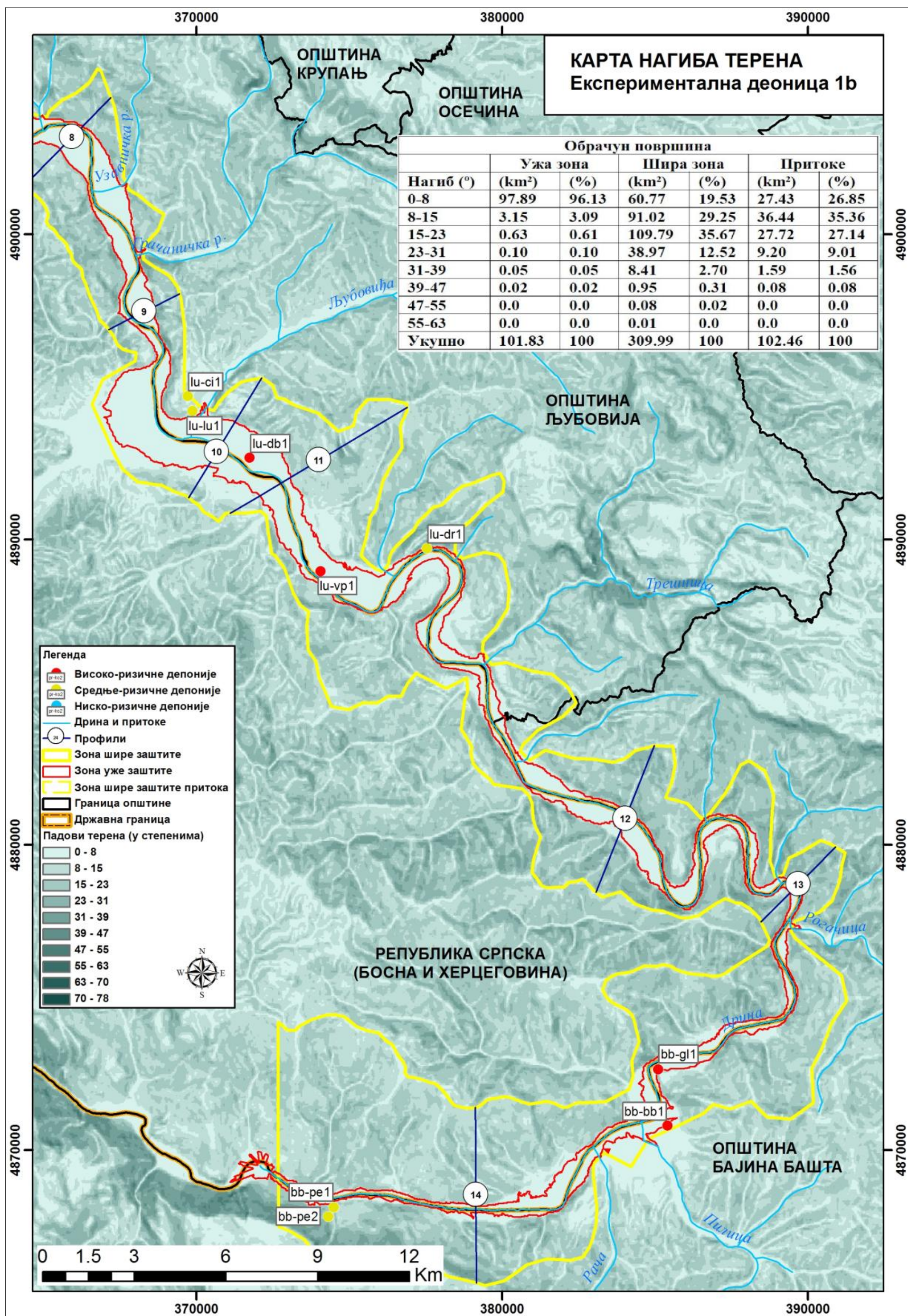
Сл. 79. Попречни профил речне долине Лима (профил 25, табела 18)





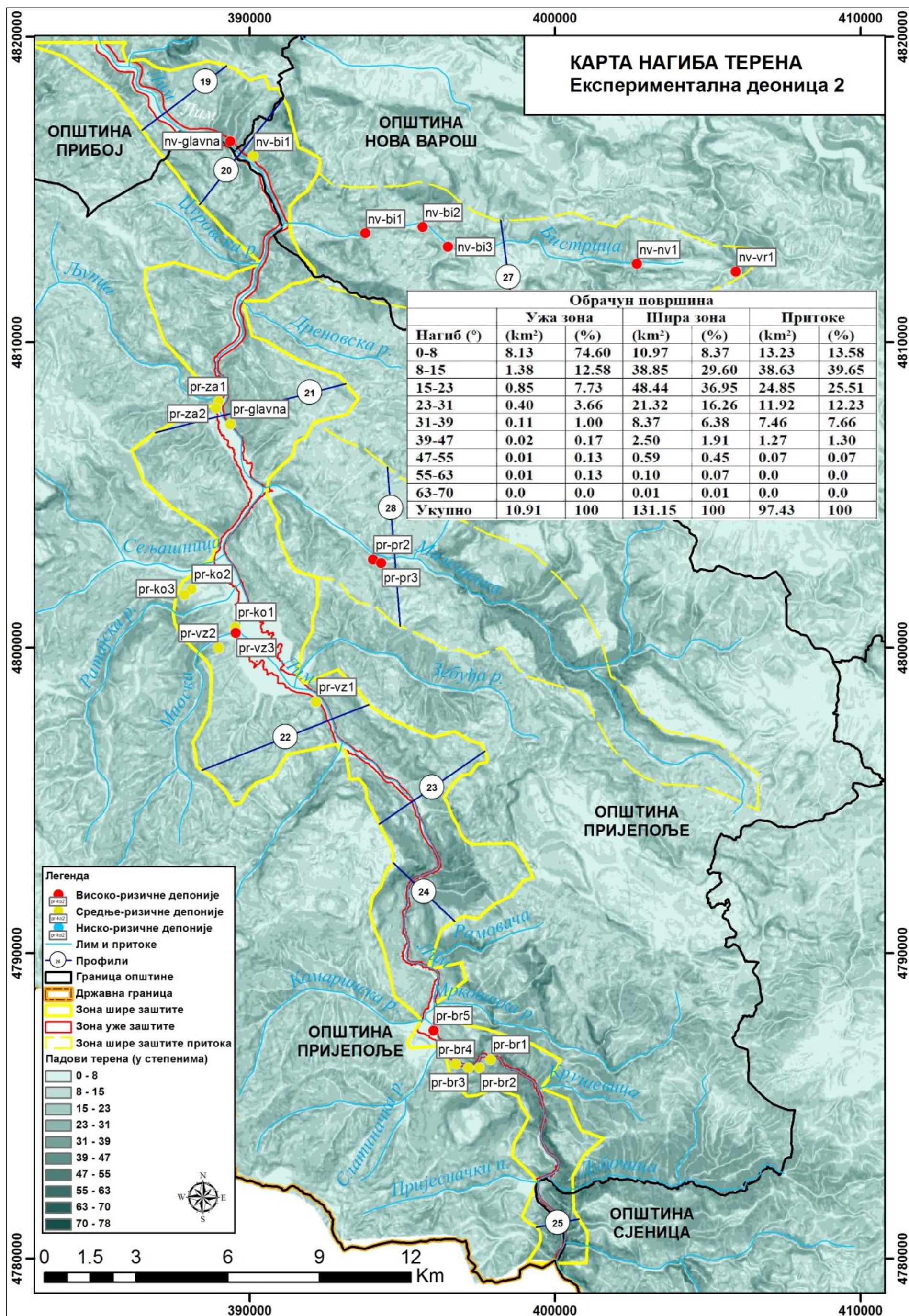
Сл. 80. Приказ заступљених класа нагиба терена, положаја попречних профила и локација депонија на експерименталној деоници 1а





Сл. 81. Приказ заступљених класа нагиба терена, положаја попречних профила и локација депонија на експерименталној деоници 1b





Сл. 82. Приказ заступљених класа нагиба терена, положаја попречних профила и локација депонија на експерименталној деоници 2



**Табела 18.** Карактеристике попречних профила реке Дрине и притока на експерименталним деоницама 1 и 2

Бр. проф. 1	Река 2	Обала реке 3	Ужа зона заштите					Шира зона заштите					Надморска висина		
			Нагиб min(°) 4	Нагиб max(°) 5	Нагиб sr.(°) 6	Ширина d(m) 7	Ширина l(m) 8	Нагиб min(°) 9	Нагиб max(°) 10	Нагиб sr.(°) 11	Ширина d(m) 12	Ширина l(m) 13	Zmin (mnv) 14	Zmax (mnv) 15	Zsr (mnv) 16
1	Дрина	Лева	1.00	3.00	0.46	450.00	450.67	1.00	3.00	0.46	1969.70	1970.00	104.70	111.40	112.00
1	Дрина	Десна	1.00	2.00	1.40	2600.00	2600.00	1.00	2.00	1.40	699.30	700.00	104.10	109.20	107.40
2	Дрина	Лева	1.00	3.00	0.47	869.40	869.43	0.00	16.00	3.43	405.00	405.73	118.00	198.00	150.30
2	Дрина	Десна	1.00	2.00	0.48	1045.51	1045.55	1.00	16.00	5.50	800.70	804.40	119.00	173.00	136.53
3	Дрина	Лева	1.00	2.00	0.39	1359.60	1360.00	1.00	2.00	0.39	2609.30	2610.00	128.00	201.00	167.07
3	Дрина	Десна	1.00	2.00	1.20	120.00	181.00	1.00	25.00	8.27	770.00	770.00	131.00	245.00	184.50
4	Дрина	Лева	1.00	6.00	3.55	193.21	193.58	2.00	22.00	14.15	1276.71	1316.66	135.00	294.00	213.68
4	Дрина	Десна	1.00	3.00	1.70	46.54	46.56	3.00	29.00	10.42	920.79	936.23	135.00	391.00	253.28
5	Дрина	Лева	1.00	20.00	5.01	253.33	254.30	2.00	37.00	13.95	3601.36	3710.75	161.00	417.00	263.29
5	Дрина	Десна	1.00	3.00	1.60	195.35	195.43	1.00	35.00	15.22	2791.38	2892.85	157.00	631.00	352.37
6	Дрина	Лева	1.00	1.00	0.04	393.83	393.83	1.00	23.00	15.01	1564.85	1620.15	156.00	448.00	306.21
6	Дрина	Десна	1.00	7.00	3.22	349.01	349.56	1.00	35.00	16.97	1249.66	1306.53	158.00	593.00	372.50
7	Дрина	Лева	1.00	16.00	2.24	382.34	382.64	1.00	33.00	17.32	2055.08	2152.67	160.00	597.00	411.91
7	Дрина	Десна	1.00	11.00	8.00	186.62	188.45	1.00	35.00	24.29	2240.81	2458.36	161.00	639.00	391.22
Експ. деоница 1а			1.00	6.00	2.26	658.07	658.46	1.17	26.33	12.23	1647.68	1706.75	140.23	379.69	254.60
8	Дрина	Лева	1.00	10.00	0.83	920.60	920.69	0.00	35.00	14.75	1781.60	1842.29	163.00	654.00	379.74
8	Дрина	Десна	2.00	16.00	5.00	110.86	111.28	4.00	34.00	22.39	1329.80	1438.14	172.00	525.00	318.64
9	Дрина	Лева	3.00	42.00	14.69	309.70	310.00	12.00	39.00	18.98	739.10	740.00	167.00	438.00	353.30
9	Дрина	Десна	3.00	3.00	3.00	299.30	300.00	3.00	45.00	16.17	779.30	780.00	165.00	491.00	259.53
10	Дрина	Лева	1.00	2.00	0.49	732.00	732.03	0.00	22.00	8.74	1209.78	1224.00	172.00	340.00	237.19
10	Дрина	Десна	1.00	3.00	1.67	944.62	945.02	1.00	30.00	13.62	1712.39	1761.90	173.00	492.00	266.91
11	Дрина	Лева	1.00	4.00	0.92	844.76	844.87	4.00	15.00	9.55	1120.48	1136.22	173.00	325.00	243.21
11	Дрина	Десна	1.00	3.00	2.00	328.83	329.03	1.00	45.00	14.00	4448.15	4584.18	175.00	767.00	536.08

12	Дрина	Лева	1.00	3.00	0.86	544.24	544.30	2.00	34.00	20.60	2191.41	2341.11	195.00	656.00	447.28
12	Дрина	Десна	2.00	6.00	4.00	137.25	137.58	2.00	37.00	22.35	2284.69	2470.13	193.00	766.00	429.50
13	Дрина	Лева	1.00	4.00	1.71	299.61	299.74	2.00	23.00	15.89	1342.20	1395.49	206.00	506.00	368.20
13	Дрина	Десна	1.00	19.00	10.50	103.67	105.44	7.00	39.00	25.94	1712.49	1904.20	215.00	791.00	491.69
14	Дрина	Лева	1.00	11.00	5.00	101.30	101.69	0.00	24.00	14.60	3233.59	3341.52	224.00	729.00	487.36
14	Дрина	Десна	1.00	1.00	1.00	116.10	116.12	1.00	38.00	23.46	2285.99	2491.82	226.00	947.00	498.58
Експ. деоница 1б			1.29	6.93	2.98	431.95	432.35	2.79	32.86	17.22	1860.47	1956.68	187.86	601.93	379.80
15	Штира	Лева						2.00	23.00	15.78	545.71	567.08	185.00	286.00	246.19
15	Штира	Десна						2.00	30.00	17.16	380.67	398.40	185.00	284.00	246.45
16	Д. Борина	Лева						1.00	13.00	6.79	1138.14	1146.19	160.00	238.00	201.96
16	Д. Борина	Десна						1.00	28.00	11.94	4932.14	5041.21	159.00	749.00	354.93
17	Борањска р.	Лева						1.00	21.00	10.99	865.37	881.55	192.00	319.00	241.75
17	Борањска р.	Десна						1.00	33.00	17.95	1029.51	1082.17	191.00	503.00	364.04
18	Цулинска р.	Лева						5.00	34.00	19.44	2148.43	2278.25	356.00	680.00	577.41
18	Цулинска р.	Десна						10.00	26.00	19.54	448.84	476.29	361.00	483.00	434.09
Притоке Дрине								2.88	26.00	14.95	1436.10	1483.89	223.63	442.75	333.35
19	Лим	Лева	2.00	9.00	4.67	202.03	202.71	2.00	23.00	12.77	625.08	640.91	434.00	591.00	498.77
19	Лим	Десна	4.00	20.00	13.50	182.43	187.61	7.00	36.00	15.56	2467.92	2561.68	443.00	1019.00	713.36
20	Лим	Лева	1.00	23.00	11.23	118.91	121.23	2.00	33.00	18.07	1978.24	2080.80	439.00	996.00	719.62
20	Лим	Десна	1.00	15.00	8.00	104.76	105.78	8.00	48.00	23.15	2222.60	2417.09	458.00	1097.00	754.23
21	Лим	Лева	1.00	2.00	1.50	70.82	70.84	1.00	32.00	18.55	4126.32	4352.20	438.00	976.00	779.66
21	Лим	Десна	3.00	7.00	5.00	140.02	140.56	3.00	27.00	14.23	2105.39	2171.96	437.00	922.00	677.99
22	Лим	Лева	5.00	16.00	9.00	146.50	148.32	15.00	29.00	16.65	4413.37	4606.34	463.00	860.00	697.93
22	Лим	Десна	5.00	19.00	8.87	13.13	13.28	14.00	37.00	19.95	1285.78	1367.80	500.00	958.00	737.31
23	Лим	Лева	3.00	10.00	6.00	75.83	76.24	15.00	36.00	20.83	1279.84	1369.21	472.00	967.00	679.96
23	Лим	Десна	3.00	12.00	7.00	12.21	12.30	15.00	30.00	16.14	2827.29	2943.15	496.00	1206.00	861.27
24	Лим	Лева	6.00	21.00	14.00	34.72	35.79	14.00	56.00	31.67	826.14	970.48	495.00	996.00	790.63
24	Лим	Десна	6.00	13.00	12.50	27.23	27.89	15.00	43.00	22.36	1899.01	2053.23	497.00	1081.00	857.38
25	Лим	Лева						15.00	62.00	23.09	734.20	735.00	734.60	1150.00	942.68

25	Лим	Десна						15.00	61.00	22.70	634.20	635.00	522.00	850.00	645.19
Експ. деоница 2			3.57	14.14	8.75	82.58	83.61	10.07	37.86	19.00	2051.13	2170.35	477.43	969.57	739.71
27	Бистрица	Лева						3.00	32.00	13.75	2049.46	2109.93	752.00	1243.00	929.69
27	Бистрица	Десна						9.00	22.00	14.51	760.77	785.83	761.00	914.00	854.58
28	Милешевка	Лева						2.00	20.00	10.69	2244.69	2284.36	529.00	900.00	744.82
28	Милешевка	Десна						5.00	18.00	11.16	2981.31	3038.75	531.00	856.00	732.70
Притоке Лима								4.75	23.00	12.53	2009.06	2054.72	643.25	978.25	815.45

**Легенда:** (Бр. проф.) - Број профила; (Д. Борина) - Доња Борина; (Борањска р.) - Борањска река; (Цулинска р.) - Цулинска река.



#### **4.5.   Процена ризика од доспевања површинског наноса са депонија у реке Дрину и Лим**

Површински нанос се може транспортовати речном током и више десетина километара, тако да се тешко може утврдити извор. Због тога није довољно да се прегледа стање локалних депонија, већ је потребан инвентар свих депонија на сливу, одговарајуће картографске подлоге, као и дигитални модел терена. На ДМТ се анализира просторна веза између локација депонија и водотока и врши се прелиминарна процена ризика од доспевања површинског наноса.

Карта ризика од доспевања површинског наноса у реку Дрину и притоку Лим, приказана је на сл. 83, 84 и 85. За израду ове карте, прво је раздвојен простор под ризиком од простора ван ризика на основу локалних топографских вододелница, а затим је простор под ризиком раздвојен на ужу и ширу зону, на основу линија плавних зона. Линије локалних топографских вододелница су одређене применом програма ArcGis10.ESRI, и означене жутом бојом (сл. 83, 84 и 85). Линије максималних водостаја су одређене на основу података са меродавних хидролошких станица, применом компјутерског модела Abood & Maclain (2011), и означене су црвеном бојом (сл. 83, 84 и 85).

Све депоније у оквиру граница уже зоне заштите, дефинисане су као високо - ризичне за појаву површинског наноса. Депоније у широј зони заштите су дефинисане као средње - ризичне за појаву наноса, а депоније изван граница уже и шире зоне заштите, дефинисане су као ниско - ризичне.

Карта ризика представља основни инструмент за практичну примену методологије заштите река од површинског наноса и основну подлогу за предлог објеката и радова као и примену мера за заштиту од површинског наноса. Ова карта треба да обухвати подручје слива основног водотока и сливове свих притока.

#### **4.5.1. Експериментална деоница 1**

На овој деоници је за реку Дрину одређена ужа зона заштите (применом модела Abood & MacLain, 2011), и шира зона (на основу топографске вододелнице), а за притоке (неизучени сливови), само шира зона. Ужа зона заштите реке Дрине износи, 101.83 km<sup>2</sup>, шира зона за реку Дрину и притоке, износи укупно 309.99 km<sup>2</sup>, од чега је у зони притока 102.46 km<sup>2</sup>. На сл. 83 и 84, приказане су ужа и шира зона заштите река (Дрине, Јадра, Борањске реке, Цулинске реке и др.), као и званичне ознаке локација депонија, према Агенцији за заштиту животне средине, (2010).

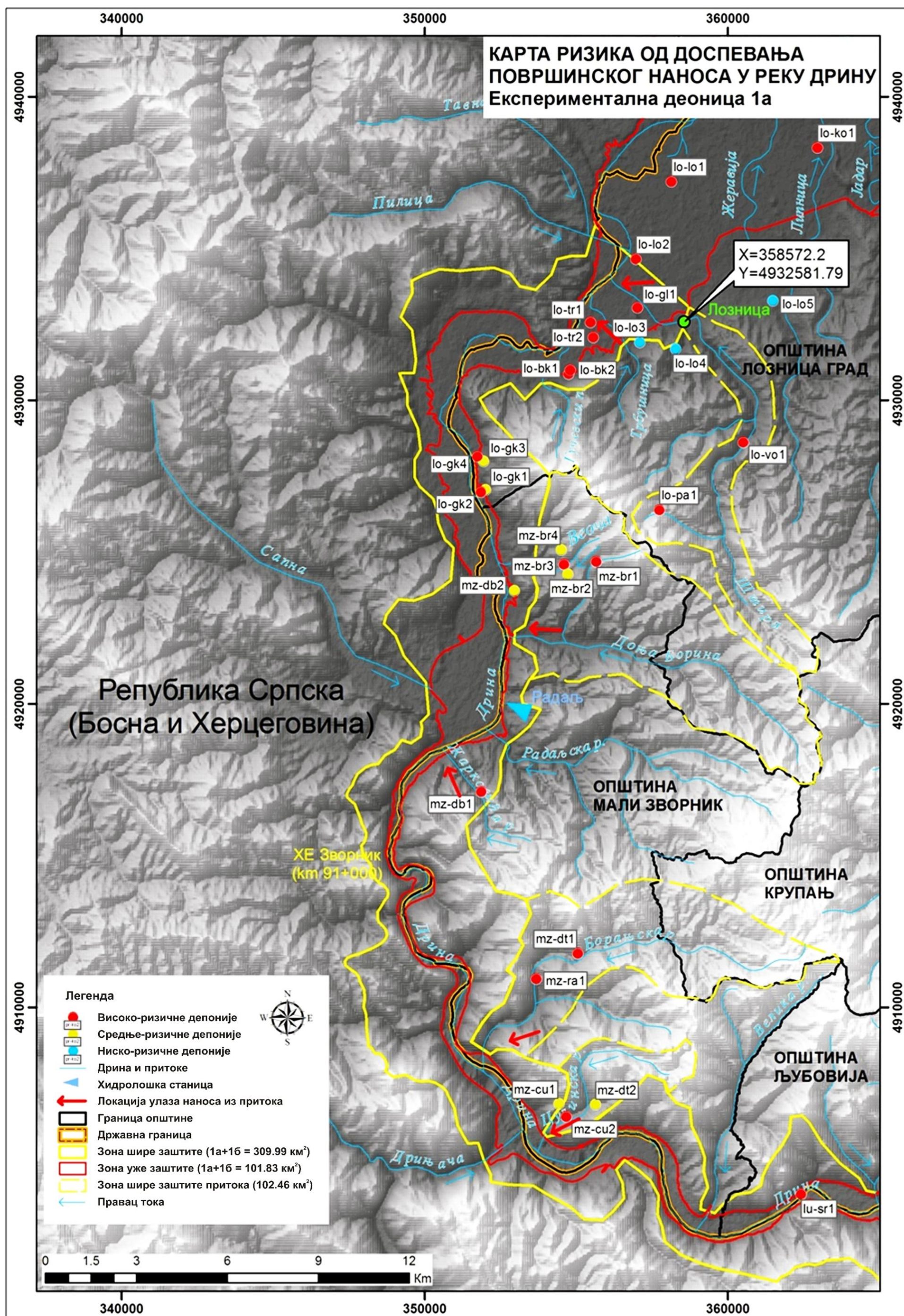
У ужој зони заштите је идентификовано 23 депоније. Те депоније су високо - ризичне за појаву површинског наноса у реци Дрини, јер се налазе у плавној зони. Највећи број високоризичних депонија (8), налази се у општини Лозница.

#### **4.5.2. Експериментална деоница 2**

На овој деоници, за реку Лим је одређена ужа и шира зона заштите, а за притоке, само шира зона заштите, као и за деоницу 1. Зона уже заштите за реку Лим, износи 10.91 km<sup>2</sup>. Зона шире заштите за реку Лим је 126.80 km<sup>2</sup>, а зоне шире заштите за притоке је 97.46 km<sup>2</sup>.

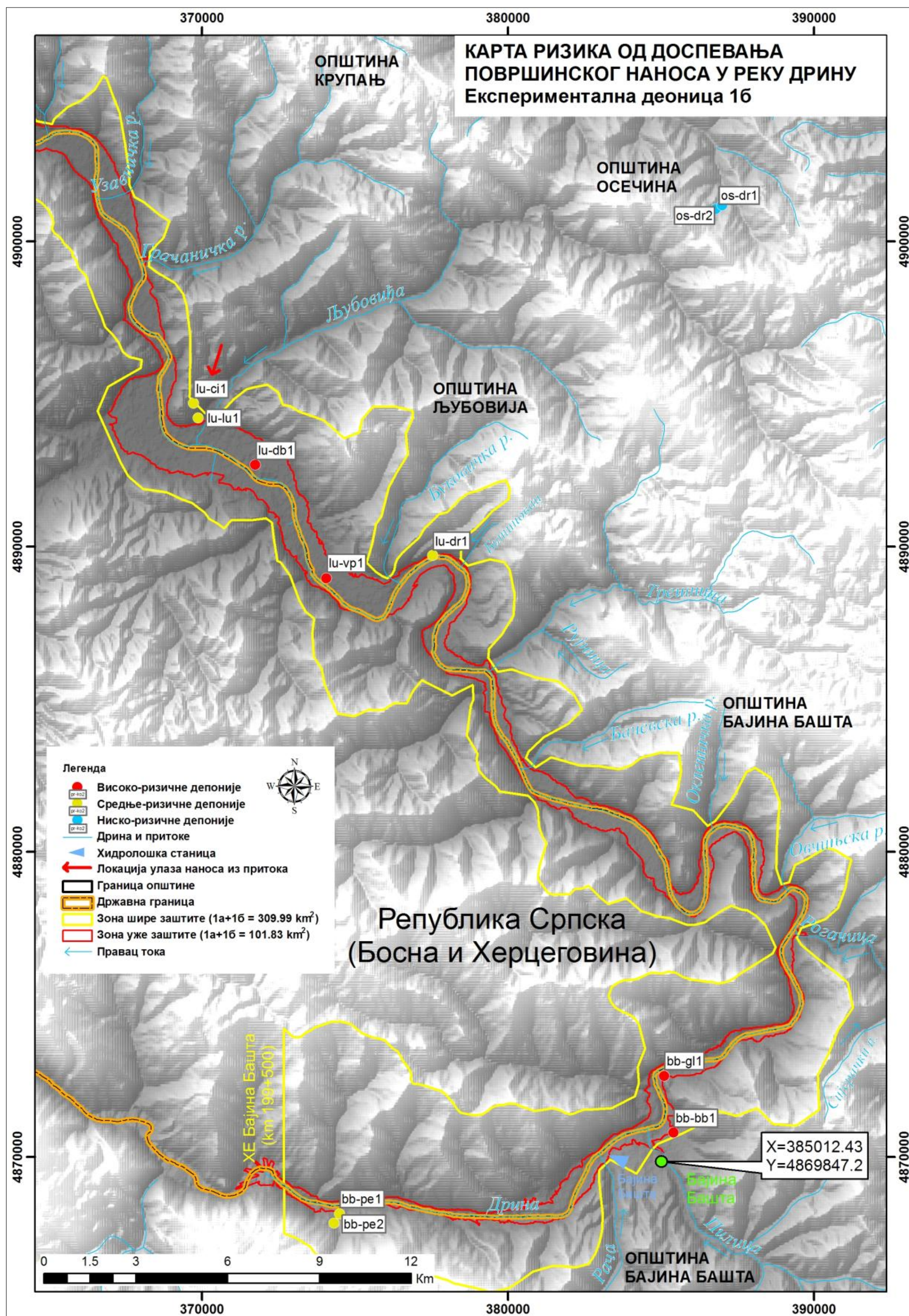
У ужој зони заштите реке Лим, на експерименталној деоници 2, идентификовано је 16 депонија које су високо - ризичне за појаву наноса јер се налазе у плавној зони реке Лим. На подручју притока, депоније су идентификоване само у сливу река Бистрице и Милешевке (сл. 85). Црвеним стрелицама је приказан правац уноса наноса из притока у водотоке.





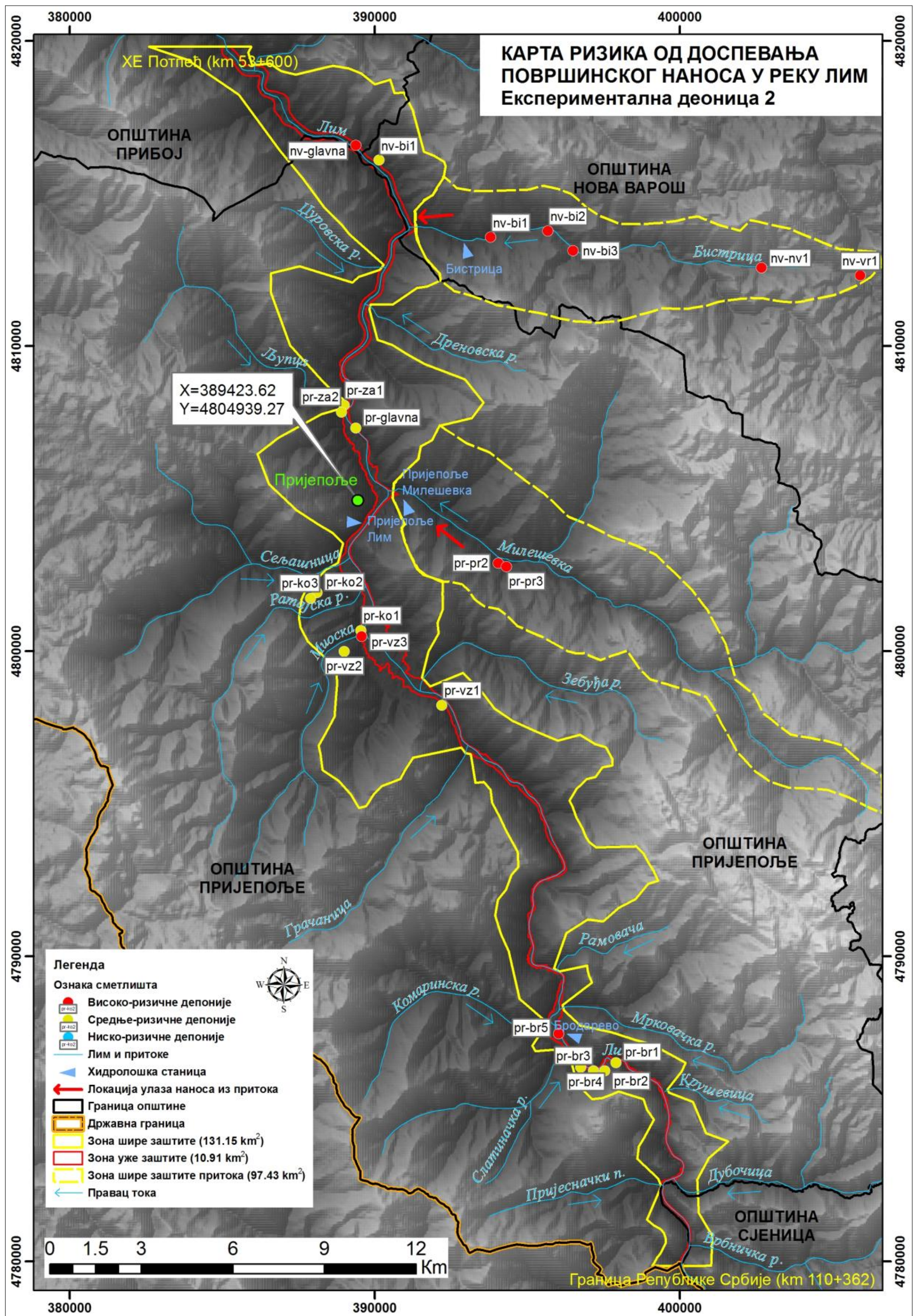
Сл. 83. Карта ризика од доспевања површинског наноса у реку Дрину, на експерименталној деоници 1а





Сл. 84. Карта ризика од доспевања површинског наноса у реку Дрину, на експерименталној деоници 16





Сл. 85. Карта ризика од доспевања површинског наноса у реку Лим, на експерименталној деоници 2



## **5. РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ УТИЦАЈА ВЕЗЕ ИЗМЕЂУ ПОЛОЖАЈА ДЕПОНИЈА И МАКСИМАЛНИХ ВОДОСТАЈА РЕКА ДРИНЕ И ЛИМА НА ДОСПЕВАЊЕ ПОВРШИНСКОГ НАНОСА**

У овом моделу је тестирана полазна хипотеза, да је **"доспевање површинског наноса у реку Дрину и притоку Лим, резултат везе између апсолутне коте максималног водостаја и коте надморске висине депонија"**. Постоје три основне могућности за остварење везе. Прва је да се неконтролисане депоније налазе у плавној зони река, на коти чија је надморска висина, испод коте максималног водостаја. То су високо ризичне депоније за доспевање наноса. Друга могућност је да се депоније налазе на директним падинама, на коти чија је надморска висина изнад максималног водостаја (изнад плавне зоне). Те депоније су дефинисане као средње ризичне, јер могућност гравитационог доспевања наноса у водоток, зависи од близине водотока. Трећу могућност представљају депоније које нису у зони утицаја водотока, тако да нису ризичне за доспевање наноса.

### **5.1. Концепт модела**

У циљу сагледавања значаја два фактора, хидролошког (водостаја) и геоморфолошког (надморске висине депонија) на доспевање површинског наноса у реку Дрину и притоку Лим, изабрани су елементи који су анализирани током развоја модела. Они представљају резултате истраживања анализе ризика од доспевања површинског наноса, приказаних на сл. 83, 84 и 85. За регресиону анализу су издвојене само депоније (табела 10), на непосредним падинама река Дрине и Лима, за које је одређена плавна зона применом модела Abood & Maclain (2011).

Као што се може видети на сл. 83, 84 и 85, плавне зоне река Дрине и Лима су обележене црвеном линијом. Код депонија на притокама, нису одређене плавне зоне, већ само шире зоне директних падина (жута линија на сл. 83, 84 и 85), тако да нису обухваћене статистичком анализом.



Регресиони модел је урађен у програму Statgraphic centurion. Примењен је метод вишеструке линеарне регресије. За оцену непознатих параметара коришћена је метода најмањих квадрата. Посебна пажња је посвећена тестирању исправности регресионих једначина и статистичком значају коефицијента регресије. У корелационој анализи, разматрана је само чврстина везе између променљивих, док се у регресионој анализи, мора унапред одредити која појава је зависна, а која независно променљива. Одређивање зависно и независно променљивих, врши се у складу са теоријским и емпиријским знањима о предметној проблематци. Значајан почетни проблем састојао се у идентификацији параметара који се налазе у узрочно - последичној вези.

На ваљаност регресионог модела утицај може да има величина узорка. За експерименталну деоницу 1, величина узорка је 25 депонија, а за експерименталну деоницу 2, величина узорка износи 13 депонија, тако да је формиран репрезентативни заједнички узорак од 38 депонија, за потребе статистичке анализе. Обављено је по 5 варијанти прорачуна, за сва 3 узорка, на основу чега је добијено укупно 15 модела.

## **5.2. Опис података**

За израду модела коришћене су следеће подлоге:

- дигитални модел терена (ДМТ),
- 3D модел Abood & Maclain (2011), за добијање граница плавне зоне за повратни период од 100 година, на основу података водостаја са меродавних хидролошких станица на сливу Дрине (РХМЗС), и
- положај локација депонија (Агенција за заштиту животне средине, 2010).

У циљу добијања опште представе о коришћеним подацима, у табелама 19 а и 19 б, дати су подаци зависних и независних променљивих. У прве две, необележене колоне, дата је ознака за депоније, а у обележеним колонама (од 1 - 6) дати су елементи дескриптивних и нумеричких обележја:

- **колона 1** - коте надморских висина депонија, према подацима Агенције за заштиту животне средине (2010), очитане на ДМТ. За анализу су из табеле 10, издвојене само непосредне депоније за реку Дрину и притоку Лим. Положај депонија се може видети на сл. 83, 84 и 85.
- **колона 2** - удаљеност депонија од ушћа, очитано на ДМТ, на пресеку оса токова река и нормала од центра посматраних депонија (сл. 83, 84 и 85).
- **колона 3** - коте средњих висина водостаја у односу на коте депонија, очитано на ДМТ, на месту пресека оса токова река и нормала од центара посматраних депонија (сл. 83, 84 и 85).
- **колона 4** - апсолутне коте остварених максималних водостаја, очитаних на ДМТ, на месту пресека нормала од центара посматраних депонија и линија граница плавних зона (сл. 83, 84 и 85).
- **колоне 5** - укупна количина комуналног отпада на депонијама, према подацима Агенције за заштиту животне средине (2010 год.).
- **колона 6** - прорачуната количина пластичног отпада на депонијама, према дефинисаном уделу пластике од 6%, у укупној количини отпада за 2003 год. (Национална Стратегија отпада РС, 2003) и 12.73 %, за 2010 године, (Стратегија о отпаду РС, 2010). На основу анализе резултата истраживања усвојено је да удео пластичног отпада показује тренд раста од 0.96 % годишње, на основу чега је одређен удео пластичног отпада у укупном комуналном отпаду, за године из којих немамо релевантне податке (2003= 6%; 2004 = 6.96 %; 2005 = 7.92 %; 2006= 8.88 %; 2007= 9.84 %; 2008= 10.80 %; 2009 = 11.76 %; 2010= 12.72 %; 2011 = 13.68 %).

У регресионој анализи, за зависно променљиву је прво изабрана колона 4 (кота максималног водостаја код депонија), тако да све остале колоне представљају независно променљиве. У другом случају, за зависно променљиву је изабрана колона 1 (кота надморске висине депоније), тако да остале представљају независно променљиве.

**Табела 19 а :** Експериментална деоница 1, река Дрина без притока

Бр.	Ознаке депонија	Коте лок. депонија (mm) 1.	Удаљ. лок. депонија од ушћа (km) 2.	Коте водостаја Дрине на ДМТ код лок. депонија (mm) 3.	Коте апсол. оств. тах. водост. за T=100, код деп. (mm) 4.	Количина одл.отпада на депонијама (m <sup>3</sup> ) 5.	Кол.одлож. пластике на депонијама (m <sup>3</sup> ) 6.
1.	lo-ko1	111,0	45,6	108,5	111,7	164,3	13,8
2.	lo-lo1	112,5	49,1	110,0	113,2	7637,2	642,3
3.	lo-lo2	114,5	53,7	111,5	114,8	1819,5	152,8
4.	lo-gl.1	117,0	54,6	114,0	117,3	182101,9	15296,6
5.	lo-lo4	160,5	54,5	114,5	117,9	86,7	7,2
6.	lo-lo3	126,5	55,4	115,0	118,4	407,5	34,2
7.	lo-tr1	118,5	56,5	116,0	119,5	667,5	56,1
8.	lo-tr2	119,0	56,8	116,5	120,0	291,6	24,5
9.	lo-bk1	121,0	57,7	118,0	121,6	1141,9	95,9
10.	lo-bk2	121,5	57,8	118,5	122,1	76,1	6,4
11.	lo-gk4	126,0	65,6	124,0	127,7	16,6	1,4
12.	lo-gk3	145,5	65,7	124,5	128,2	19,5	1,6
13.	lo-gk1	138,0	66,7	126,0	129,8	148,2	12,5
14.	lo-gk2	127,5	66,8	126,5	130,4	20,8	1,8
15.	mz-db2	137,5	70,3	129,0	133,0	86,7	7,3
16.	lu-sr1	163,5	106,5	161,0	165,2	130,4	10,9
17.	lu-ci1	238,0	121,2	168,0	173,1	55,0	4,6
18.	lu-lu1	206,0	123,1	169,0	174,2	45,2	3,8
19.	lu-db1	172,0	125,3	171,0	176,3	913,3	76,7
20.	lu-vp1	176,5	130,1	172,0	177,4	480,4	40,4
21.	lu-dr1	194,0	135,2	180,0	185,7	372,0	31,2
22.	bb-gl1	218,0	155,7	212,0	218,1	64103,1	5384,7
23.	bb-bb1	218,5	157,7	214,0	220,4	21785,3	1829,9
24.	bb-pe1	244,0	170,0	225,0	231,7	51,3	4,3
25.	bb-pe2	263,0	170,2	225,5	232,0	201,8	16,9



**Табела 19 б :** Експериментална деоница 2, река Лим без притока (неизучени сливови)

Бр.	Ознака депонија	Коте лок. депонија (mm) 1.	Удаљ. лок. депонија од ушћа (km) 2	Коте водостаја Лима на ДМТ код лок. депонија (mm) 3.	Коте апсол. оств. тах. водост. за T=100, код деп. (mm) 4.	Количина одлож. отпада на депонијама (m³) 5.	Кол.одлож. пластике на депонијама (m³) 6.
26.	nv-gla.	438,5	59,5	438,0	441,3	34829,5	2925,7
27.	nv-bi1	464,5	60,4	439,0	442,1	50,0	4,2
28.	pr-za1	448,0	69,9	441,0	444,0	98,2	9,2
29.	pr-za2	453,0	70,0	442,0	444,9	179,9	15,1
30.	pr-gla	460,0	70,7	448,0	450,8	54122,0	4546,2
31.	pr-ko1	459,0	78,4	451,0	454,2	92,8	7,8
32.	pr-vz3	454,0	78,7	451,5	455,0	129,5	10,9
33.	pr-vz1	496,0	82,2	468,5	471,9	223,1	18,7
34.	pr-br5	491,5	96,2	491,0	494,3	256,8	21,6
35.	pr-br4	521,0	97,5	505,0	508,3	676,0	6,5
36.	pr-br3	534,0	97,9	509,0	512,3	221,1	18,6
37.	pr-br2	539,0	98,1	510,5	513,7	667,1	56,0
38.	pr-br1	525,0	99,0	512,5	515,7	3082,8	258,9

**Колона 1** - коте надморских висина депонија, према подацима Агенције за заштиту животне средине (2010), очитане на ДМТ.

**Колона 2** - удаљеност депонија од ушћа, очитано на ДМТ, на пресеку оса токова река и нормала од центра посматраних депонија (сл. 83, 84 и 85).

**Колона 3** - коте средњих висина водостаја у односу на коте депонија, очитано на ДМТ, на месту пресека оса токова река и нормала од центара посматраних депонија (сл. 83, 84 и 85).

**Колона 4** - апсолутне коте остварених максималних водостаја, очитаних на ДМТ, на месту пресека нормала од центара посматраних депонија и линија граница плавних зона (сл. 83, 84 и 85).

**Колона 5** - укупна количина комуналног отпада на депонијама, према подацима Агенције за заштиту животне средине (2010 год.).

**Колона 6** - прорачуната количина пластичног отпада на депонијама, према дефинисаном уделу пластике од 6%, у укупној количини отпада за 2003 год. (Национална Стратегија отпада РС, 2003) и 12.73 %, за 2010 године, (Стратегија о отпаду РС, 2010).

### 5. 3. Дескриптивна статистика

У овом делу су изложени подаци за заједнички узорак (експерименталне деонице 1 и 2), а у прилогу 9.2, дати су подаци дескриптивне статистике за деонице 1 и 2, појединачно. У табели 20, у првом реду је дата величина узорка,  $n = 38$  (у узорку је 38 података). У другом реду је дата средња вредност или аритметичка средина, која се израчунава по обрасцу:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \text{ и представља аритметичку средину.}$$

У трећем реду је дата стандардна девијација, која се израчунава по обрасцу:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Стандардна девијација је позитивна вредност корена из варијансе и представља просечно одступање посматраних вредности неке променљиве ( $x$ ) од њихове аритметичке средине  $\langle \bar{x} \rangle$ . Просечна кота депонија у узорку је 270,355 mm, са стандардном девијацијом од  $\pm 161,559$  mm, која означава просечно одступање коте депонија од њихове средње вредности. Стандардна девијација је апсолутна мера варијабилитета јер је исказана у јединицама посматраног обележја.

**Табела 20.** Дескриптивне мере зависних и независних променљивих

Деск. мере	Колона 1	Колона 2	Колона 3	Колона 4	Колона 5	Колона 6
Вел.узорка	38	38	38	38	38	38
Ср.вредност, Арит. средина	270,355	87,6395	257,289	250,742	9932,96	833,084
Стандардна девијација	161,559	36,0181	159,473	156,484	32137,2	2699,93
Коефицијент варијације	59,7579%	41,0981%	61,9818%	62,4083%	323,541%	324,088%
Минимум	111,0	45,6	108,5	94,3	16,6	1,4
Максимум	539,0	170,2	512,5	515,7	182102,0	15296,6
Варијациона ширина	428,0	124,6	404,0	421,4	182085,0	15295,2
Стандар. коеф. асиметрије	1,46286	2,48632	1,54434	1,81742	11,546	11,5443
Стандар. коеф. закривљености	-1,8521	-0,122418	-1,88928	-1,65079	29,3392	29,332

У четвртном реду је дат коефицијент варијације (CV) према обрасцу:

$$CV = \frac{s}{\langle x \rangle} 100.$$

Коефицијент варијације представља количник између стандардне девијације и аритметичке средине, најчешће изражен у процентима. То је релативна мера варијабилитета. На пример, у колони 1, број 59,7579 %, значи да стандардна девијација у односу на аритметичку средину учествује са 59,7579 %. Из примера:

$(161,559: 270,355) \cdot 100 = 59,7579 \%$ , види се да променљива мање варира у односу на колоне 5 и 6. У петом реду је дат минимум, као најмања вредност у подацима из узорка, која у колони 1, износи 111,0 mm. У шестом реду је дат максимум, као највећа вредност из узорка. Према подацима она износи 539,0 mm. У седмом реду је дата варијациона ширина (428,0), која представља разлику између максималне и минималне вредности посматраног обележја у узорку. У осмом реду је дат је стандардизован коефицијент асиметрије (1,46286). Гаусова крива је идеално симетрична, и има коефицијент  $\alpha_3 = 0$ . Не би требало да прелази вредност  $\pm 2.0$ . Према подацима у колонама 2, 5 и 6, прелази граничне вредност, што значи да подаци у узорку нису нормално распоређени (имају јаку асиметрију). У деветом реду је дат стандардизовани коефицијент закривљености (спљоштености) података у узорку. Овај коефицијент не би требао да прелази  $\pm 2.0$ . У табели 20, он је већи у колонама 5 и 6, што говори да је распоред података у узорку спљоштен са стране.

#### 5.4. Корелација између променљивих

Корелација је статистички значајна ако је  $p < 0.05$ . Претпостављено је да је веза линеарна, да се подаци сразмерно повећавају или смањују (рађено са оригиналним вредностима). Према приказаним коефицијентима може се уочити статистички значајна међузависност између променљивих датих у колонама, 2 (удаљеност депонија од ушћа), 3 (коте средњег водостаја код депонија) и колоне 4 (апсолутне коте максималног водостаја код депонија). У табели 21 су дати коефицијенти једноставне линеарне корелације ( $r$ ) између свих посматраних променљивих у табели 19 а.



**Табела 21.** Корелациона матрица између променљивих

	Колона 1	Колона 2	Колона 3	Колона 4	Колона 5	Колона 6
Колона 1		0,1188	0,9957	0,9179	-0,0886	-0,0894
		(38)	(38)	(38)	(38)	(38)
		0,4775	0,0000	0,0000	0,5967	0,5935
Колона 2			0,0930	0,0847	-0,0545	-0,0546
			(38)	(38)	(38)	(38)
			0,5787	0,6133	0,7454	0,7447
Колона 3				0,9155	-0,0735	-0,0743
				(38)	(38)	(38)
				0,0000	0,6609	0,6576
Колона 4					-0,0543	-0,0551
					(38)	(38)
					0,7461	0,7425
Колона 5						1,0000
						(38)
						0,0000
Колона 6						

На пример, податак  $r = 0,1188$  (у првом реду у колони 2) показује да постоји значајна линеарна сагласност (подударност) између података у колони 1 и 2. Податак (38), у другом реду, означава да је величина узорка 38 депонија. Податак, 0,4775 у трећем реду, показује вероватноћу да вредност коефицијента корелације, није статистички значајна. Кад је ова вероватноћа мања од 0,05 то значи да је веза између променљивих статистички значајна. У противном, веза је статистички случајна. Вредност  $r$ , варира у интервалу од -1 до +1. Веза између колоне 1 (кота надморске висине депонија) и 2 (удаљеност депонија од ушћа), затим, колоне 1 и колоне 5 (количина комуналног отпада), као и између колоне 1 (кота надморске висине депонија) и 6 (количина пластичног отпада), није статистички значајна, што се види по вероватноћи датој у табели, у колони 2 (0,4775), у колони 5 (0,5967) и колони 6 (0,5935), јер имају вредности  $r > 0,05$ .

### 5.5. Регресиони модел

За развој модела, коришћен је метод постепене вишеструке регресије (stepwise) са укључивањем независно променљивих од почетка. За експерименталну деоницу 1 (река Дрина, узорак од 25 депонија), експерименталну деоницу 2 (река Лим, узорак од 13 депонија), и деонице реке Дрине и притоке Лима заједно (узорак од

38 депонија), урађено је по пет варијанти прорачуна модела, на основу чега је добијено укупно 15 модела. У даљем тексту су изложени основни параметри варијанти модела за експерименталне деонице 1 и 2 (прилог 9.2), као и детаљна анализа заједничког модела за обе деонице која је изабрана као статистички најзначајнија за регресиони модел, због узорка од 38 депонија.

### **Варијанте модела за експерименталну деоницу 1 (река Дрина)**

**Модел 1Д:** У овом моделу (фиксиран модел) је изабрано да зависно променљива  $y$ , представља апсолутне коте остварених максималних водостаја (колона 4, табела 19 а), а да независно променљиве,  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_5$  и  $X_6$ , представљају коте надморских висина депонија (колона 1), удаљеност депонија од ушћа (колона 2), коте средњих висина водостаја у односу на коте депонија (колона 3), укупну количину комуналног отпада на депонијама (колона 5) и прорачунату количину пластичног отпада на депонијама (колона 6, табела 19 а), респективно. Веза између зависно и независно променљивих објашњена је у моделу са 99,9986 %.

$y$  (колона 4) =  $1,41337 - 0,000702631 X_1 + 0,0195181 X_2 + 1,00901 X_3 + 0,00346449 X_5 - 0,0412523 X_6$  (решен модел)

$R^2 = 99,9986 \%$  (квадрат коефицијента вишеструке корелације)

$S_t = 0,168259$  (стандардна грешка регресије)

$\bar{R}^2 = 99,9983 \%$  (кориговани квадрат коефицијента вишеструке корелације)

**Модел 2Д:** У овом моделу (модел постепене вишеструке регресије) је изабрано да зависно променљива  $y$ , представља апсолутне коте остварених максималних водостаја (колона 4, табела 19 а), а да независно променљиве буду,  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_5$  и  $X_6$ .

У овом моделу су издвојене као значајне променљиве,  $X_2$  (удаљеност депонија од ушћа, колона 2) и  $X_3$  (коте средњих висина водостаја у односу на коте депонија, колона 3, табела 19 а), а остале независно променљиве су остале изван модела. Веза између зависно и независно променљивих, објашњена је са 99,9986 %.

$y$  (колона 4) =  $1,42237 + 0,0198409 X_2 + 1,00792 X_3$  (решен модел)

$R^2 = 99,9986 \%$  (квадрат коефицијента вишеструке корелације)

$S_t = 0,159069$  (стандардна грешка регресије)

$\bar{R}^2 = 99,9985 \%$  (кориговани квадрат коефицијента вишеструке корелације)

**Модел 3Д:** У овом моделу (фиксиран модел) је изабрано, да зависно променљива  $y$ , представља коте надморских висина депонија (колона 1, табела 19 а), а да независно променљиве,  $X_2, X_3, X_4, X_5$  и  $X_6$ , представљају удаљеност депонија од ушћа (колона 2), коте средњих висина водостаја у односу на коте депонија (колона 3), апсолутне коте остварених максималних водостаја (колона 4), укупну количину комуналног отпада на депонијама (колона 5) и прорачунату количину пластичног отпада на депонијама (колона 6, табела 19 а), респективно. Веза између зависно променљиве и независно променљивих, објашњена је са 88,77 %.

$y$  (колона 1) =  $54,4576 + 0,817289 X_2 + 8,33759 X_3 + 7,88456 X_4 + 1,2116 X_5 - 14,4245 X_6$  (решен модел)

$R^2 = 88,77 \%$  (квадрат коефицијента вишеструке корелације)

$S_t = 17,8239$  (стандардна грешка регресије)

$\bar{R}^2 = 85,8147 \%$  (кориговани квадрат коефицијента вишеструке корелације)

**Модел 4Д:** У овом моделу (модел постепене вишеструке регресије) је изабрано да зависно променљива  $y$ , представља коте надморских висина депонија (колона 1, табела 19 а), а да независно променљиве буду,  $X_2, X_3, X_4, X_5$  и  $X_6$ . У овом моделу је издвојена као значајна, само променљива  $X_2$  (удаљеност депонија од ушћа, колона 2, табела 19 а), а остале независно променљиве су остале изван модела. Веза између зависно променљиве  $y$  и независно променљиве  $X_2$ , објашњена је са 88,1955 %. Може се уочити да је посматрана веза у овом моделу објашњена са 1 независно променљивом, у истом проценту (88 %), као у моделу 3Д, када је укључено пет независно променљивих.

$y$  (колона 1) =  $65,8965 + 1,03116 X_2$  (решен модел)

$R^2 = 88,1955 \%$  (квадрат коефицијента вишеструке корелације)

$S_t = 16,6092$  (стандардна грешка регресије)

$\bar{R}^2 = 87,6822 \%$  (кориговани квадрат коефицијента вишеструке корелације)



**Модел 5Д:** У овом моделу (модел једноставне регресије) је изабрано да зависно променљива  $y$ , представља коте надморских висина депонија (колона 1, табела 19 а), а да независно променљива  $X_4$ , представља коте остварених максималних водостаја (колона 4, табела 19 а). Овај модел показује да се доспевање наноса са депонија (колона 1), објашњава са 87,68 %, променама кота остварених максималних водостаја, датих у колони 4 (табела 19 а).

$y$  (колона 1) =  $-5,22758 + 1,09022 X_4$  (решен модел)

$R^2 = 87,6822 \%$  (квадрат коефицијента вишеструке корелације)

$S_t = 16,9665$  (стандардна грешка регресије)

$\bar{R}^2 = 87,1467 \%$  (кориговани квадрат коефицијента вишеструке корелације)

### **Варијанте модела за експерименталну деоницу 2 (река Лим)**

**Модел 1Л:** У овом моделу (фиксиран модел) је изабрано да зависно променљива  $y$ , представља апсолутне коте остварених максималних водостаја (колона 4, табела 19 б), и да независно променљиве  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_5$  и  $X_6$ , представљају, коте надморских висина депонија (колона 1), удаљеност депонија од ушћа (колона 2), коте средњих висина водостаја у односу на коте депонија (колона 3), укупну количину комуналног отпада на депонијама (колона 5) и прорачунату количину пластичног отпада на депонијама (колона 6, табела 19 б), респективно. Модел показује да је веза између зависно и независно променљивих, слаба (34,08 %).

$y$  (колона 4) =  $165,521 + 5,60419 X_1 - 3,50798 X_2 - 4,59095 X_3 + 0,138349 X_5 - 1,64049 X_6$  (решен модел)

$R^2 = 34,0868 \%$  (квадрат коефицијента вишеструке корелације)

$S_t = 115,677$  (стандардна грешка регресије)

$\bar{R}^2 = 0 \%$  (кориговани квадрат коефицијента вишеструке корелације)

**Модел 2Л:** У овом моделу (модел постепене вишеструке регресије) је изабрано да зависно променљива  $y$ , представља апсолутне коте остварених максималних водостаја (колона 4, табела 19 б), а да независно променљиве буду,  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_5$  и  $X_6$ .

Резултати постепене регресије су показали да ниједна независно променљива не

утиче на статистичке критеријуме, што се види из вредности квадрата вишеструке корелације,  $R^2 = 0 \%$ , тако да нема модела.

$y$  (колона 4) = 442,192 (решен модел)

$R^2 = 0 \%$  (квадрат коефицијента вишеструке корелације)

$S_t = 108,822$  (стандардна грешка регресије)

$\bar{R}^2 = 0 \%$  (кориговани квадрат коефицијента вишеструке корелације)

**Модел 3Л:** У овом моделу (фиксиран модел) је изабрано, да зависно променљива  $y$ , представља коте надморских висина депонија (колона 1, табела 19 б), а да независно променљиве  $X_2, X_3, X_4, X_5$  и  $X_6$ , представљају, удаљеност депонија од ушћа (колона 2), коте средњих висина водостаја у односу на коте депонија (колона 3), апсолутне коте остварених максималних водостаја (колона 4), укупну количину комуналног отпада на депонијама (колона 5) и прорачунату количину пластичног отпада на депонијама (колона 6, табела 19 б), респективно. Веза између зависно променљиве и независно променљивих је објашњена са 96,07 %.

$y$  (колона 1) =  $-161,222 - 0,831971 X_2 + 1,48545 X_3 + 0,0366286 X_4 + 0,00889469 X_5 + 0,103745 X_6$  (решен модел)

$R^2 = 96,0701 \%$  (квадрат коефицијента вишеструке корелације)

$S_t = 9,35189$  (стандардна грешка регресије)

$\bar{R}^2 = 93,2631 \%$  (кориговани квадрат коефицијента вишеструке корелације)

**Модел 4Л:** У овом моделу (модел постепене вишеструке регресије) је изабрано да зависно променљива  $y$ , представља коте надморских висина депонија (колона 1, табела 19 б), а да независно променљиве буду,  $X_2, X_3, X_4, X_5$  и  $X_6$ .

Модел је аутоматски издвојио само независно променљиву  $X_3$  (коте средњих висина водостаја у односу на коте депонија, колона 3, табела 19 б), а остале независно променљиве су остале изван модела, без статистичког значаја. Веза између зависно променљиве и независно променљиве је објашњена са 93,19 %.

$y$  (колона 1) =  $-46,0356 + 1,1269 X_3$  (решен модел)

$R^2 = 93,1935 \%$  (квадрат коефицијента вишеструке корелације)

$S_t = 9,81802$  (стандардна грешка регресије)

$\bar{R}^2 = 92,5747 \%$  (кориговани квадрат коефицијента вишеструке корелације)

**Модел 5Л:** У овом моделу (модел једноставне регресије), изабрано је да зависно променљива  $y$ , представља коте надморских висина депонија (колона 1, табела 19 б), и да независно променљива  $X_4$ , представља коте остварених максималних водостаја (колона 4, табела 19 б). У овом моделу веза није статистички значајна, објашњена је само са око 4 %.

$y$  (колона 1) =  $453,325 + 0,0678908 X_4$  (решен модел)

$R^2 = 4,20457 \%$  (квадрат коефицијента вишеструке корелације)

$S_t = 36,8328$  (стандардна грешка регресије)

$\bar{R}^2 = 0 \%$  (кориговани квадрат коефицијента вишеструке корелације)

Према приказаним варијантама модела за експерименталне деонице 1 (река Дрина) и 2 (река Лим), може се закључити да је параметар  $R^2$  (квадрат коефицијента вишеструке корелације) код експерименталне деонице 1, показао висок степен зависности од 87 - 99 %. Вредност  $R^2$  око 99,99 %, говори о математичкој зависности, а не статистичкој, јер су подаци за регресиони модел узети са линије плавне зоне која је добијена такође, на основу модела. Код експерименталне деонице 2, вредност  $R^2$  (квадрат коефицијента вишеструке корелације) је од 0 - 96 %. Поређењем квадрата вишеструке корелације ( $R^2$ ) са коригованим квадратом ( $\bar{R}^2$ ), може се закључити да на деоници 2, код варијанти 1Л, 2Л и 5Л, не постоји зависност између променљивих, тако да није могуће формирати репрезентативан модел. Стандардна грешка регресије ( $S_t$ ), изражена је у истим мерним јединицама као и зависно променљива. Пошто су обе зависно променљиве исто скалиране, може се извршити поређење и оценити ваљаност модела. Анализиране варијанте модела имају најмању стандардну грешку код деонице 1, од 0,16 - 17,82 m. Код деонице 2, стандардна грешка је већа, и износи 9,35 - 115,677 m. Према односу између квадрата коефицијента вишеструке корелације ( $R^2$ ) и коригованог квадрата ( $\bar{R}^2$ ), на експерименталној деоници 1, може се закључити да постоји значајна зависност у свим варијантама модела, односно да сви модели добро репрезентују појаву доспевања површинског наноса



са депонија у реке Дрину и Лим. На експерименталној деоници 2, према односу квадрата коефицијента вишеструке корелације и коригованог квадрата, може се закључити да елементи слабо објашњавају појаву доспевања наноса. Добијени резултати за деоницу 2 (река Лим) нису статистички значајни због малог узорка (13 депонија). Због тога су урађени модели за заједнички узорак деоница 1 и 2 (38 депонија).

### **Варијанте заједничког модела за експерименталне деонице 1 и 2 (Дрина и Лим)**

*Модел 1ДЛ* - У овом моделу (фиксиран модел) је изабрано да зависно променљива у, представља апсолутне коте остварених максималних водостаја (колона 4, табеле 19 а и 19 б), а да независно променљиве  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_5$  и  $X_6$ , представљају, коте надморских висина депонија (колона 1), удаљеност депонија од ушћа (колона 2), коте средњих висина водостаја у односу на коте депонија (колона 3), укупну количину комуналног отпада на депонијама (колона 5) и прорачунату количину пластичног отпада на депонијама (колона 6, табеле 19 а и 19 б), респективно. Одређивање коте максималног водостаја као зависно променљиве, представља тестирање значајности утицаја хидролошког фактора на доспевање наноса.

У табели 22 (колона 1) приказани су параметри регресионог модела, константе и колоне 1, 2, 3, 5 и 6. Константа је слободан члан у моделу. У колони 2 је дата процењена вредност, док је у колони 3 представљена грешка коефицијената у регресионом моделу. У колони 4 су резултати t - теста, док је у колони 5, дата Р вредност. На пример, у колони 4, резултат прорачуна t - теста (Студентов тест), је број  $0,564606 = \frac{18,6792}{33,0837}$ . У колони 5 је дата вероватноћа значајности t - теста. Ако је вероватноћа  $> 0,05$ , параметар није статистички значајан, односно утицај независно променљиве уз коју се он налази. У табели 23, дати су подаци анализе варијанси регресионог модела. У првој колони је наведен извор варирања зависно променљиве објашњен

примењеним моделом, као и део варирања изазвано осталим факторима који нису обухваћени моделом. У колони 2, наведене су суме квадрата за модел (765960,0) резидуално одступање (140066,0) и тотално одступање (906026,0). Тотално одступање се добија према обрасцу:  $\sum (y_i - \hat{y}) = 906026,0$  (765960,0 +140066,0). У колони 3 је дат степен слободe (Df - degree freedom). Добија се за тотал према обрасцу:  $n - 1 = 38 - 1 = 37$ . Број n је број узорака у моделу (38). Степен слободe за модел се добија када се број параметара у моделу (6) умањи за 1 (6 -1 =5). Резидуал се добија као разлика између степена слободe за тотал и модел (37 - 5 = 32). У колони 4 дат је средњи квадрат или варијанса модела и резидуала. Подаци из колоне 2 деле се са подацима из колоне 3 (763403,0 : 5 = 153192,0). У колони 5 дат је резултат F - теста, који се добија као количник варијансе модела и варијансе резидуала:  $F = 153192,0 : 4377,05 = 35,00$ . У колони 6 дата је вероватноћа значајности F - теста. Ако је мања од 0,05 онда је посматрана регресија статистички значајна, у противном, није значајна. Према резултатима у колони 5 (табела 22), за даље поједностављење модела, предложено је да се искључи колона 3 (коте средњег водостаја код депонија) јер има највећу Р вредност (0,9351), односно најмањи значај за колону 4.

**Табела 22.** Приказ параметара и значајности вишеструке регресије

Параметар	Процењена вр.	Станд. грешка	T - статистичка	P вредност
Константа	18,6792	33,0837	0,564606	0,5763
Колона 1	0,821837	0,763656	1,07619	0,2899
Колона 2	-0,09871	0,316285	-0,312092	0,7570
Колона 3	0,0632246	0,770859	0,0820184	0,9351
Колона 5	0,0645925	0,115886	0,557381	0,5811
Колона 6	-0,767433	1,37947	-0,556324	0,5819

**Табела 23.** Приказ варијанси регресионог модела

Извор варирања зав. променљиве	Сума квадрата	Степен слободe	Средњи квадрат	F - тест	P- вредност
Модел	765960,0	5	153192,0	35,00	0,0000
Резидуално одступање	140066,0	32	4377,05		
Тотално одступање	906026,0	37			

Коришћен модел у општем облику је:

$$\text{Колона 4} = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + eX_5 + fX_6$$

$$\text{односно, } \hat{y} = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + eX_5 + fX_6$$

$X_1, X_2, X_3, X_5$  и  $X_6$ , су независно променљиве

$a, b, c, d, e$  и  $f$ , су коефицијенти регресије.

Једначина регресионог модела је:

$$y = 18,6792 + 0,821837 X_1 - 0,09871 X_2 + 0,0632246 X_3 + 0,0645925 X_5 - 0,767433 X_6$$

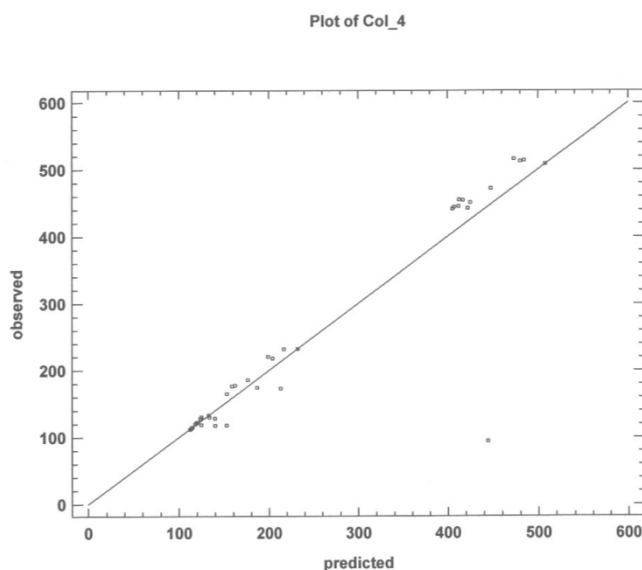
(решен модел)

$$R^2 = 84,5407 \% \text{ (квадрат коефицијента вишеструке корелације)}$$

$$S_t = 66,1593 \text{ (стандардна грешка регресије)}$$

$$R^2 = 82,1251 \text{ (кориговани квадрат коефицијента вишеструке корелације)}$$

Број  $R^2 = 84,5407 \%$ , показује да се варирање у зависно променљивој (колона 4) објашњава регресионим моделом са  $84,5407 \%$ , што значи да је веза статистички значајна. Стандардна грешка регресије показује просечно одступање вредности зависно променљиве у колони 4 (за  $66,1593 \text{ m}$ ), од процењених вредности према регресионом моделу. На графикону 1, приказана је линеарна сагласност између оригиналних вредности зависно променљиве (observed) и процењених вредности зависно променљиве (predicted). За било коју оригиналну вредност зависно променљиве дата је одговарајућа процењена вредност.



**Графикон 1.** Сагласност оригиналних и процењених вредности зависно променљиве



**Модел 2ДЛ** - У овом моделу (модел постепене вишеструке регресије) је изабрано да зависно променљива  $y$ , представља апсолутне коте остварених максималних водостаја (колона 4, табеле 19 а и 19 б), а да независно променљиве буду,  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_5$  и  $X_6$ . У овом моделу је издвојена као значајна, променљива  $X_1$  (коте надморских висина депонија, колона 1, табеле 19 а и 19 б), а остале независно променљиве су остале изван модела.

У табели 24 и 25, дати су подаци који карактеришу посматрану зависност између колоне 4 и колоне 1, 2, 3, 5 и 6. Као значајна независно променљива показала се само колона 1 (коте надморске висине депонија). Остале променљиве су остале изван модела, јер је њихов утицај на вредност зависно променљиве  $y$ , био статистички случајан. У табели 24, у првој колони, приказани су параметри најбољег регресионог модела. У колони 2 је дата процењена вредност колоне 1 (0,889091,0). У колони 3 је дата грешка коефицијента у регресионом моделу (0,64049). У колони 4 су резултати  $t$  - теста. У колони 5 је представљена  $P$  - вредност, односно вероватноћа значајности  $t$  - теста. Ако је вероватноћа  $< 0,05$ , параметар је статистички значајан, односно утицај независно променљиве уз коју се он налази. Колона 1 (коте надморске висине депонија) има значајан утицај на зависно променљиву  $y$  у колони 4 (максимални ниво водостаја код депонија). Колоне 2, 3, 5 и 6 нису значајне за посматрану зависност, тако да их је модел искључио.

У табели 25, дати су подаци анализе варијанси регресионог модела. У првој колони је наведен извор варирања зависно променљиве, објашњен примењеним моделом, као и необјашњени део варирања изазван осталим факторима који нису обухваћени моделом. У колони 2, наведене су суме квадрата за модел (763403,0) резидуално одступање (142623,0) и тотално одступање (906026,0). У колони 3 је дат степен слободе ( $Df$  - degree freedom). Добија се за тотал према обрасцу:  $n - 1 = 38 - 1 = 37$ . Број  $n$  је број узорака у моделу (38).

Степен слободe за модел се добија када се број параметара у моделу (1) умањи за 1 ( $1-1=0$ ). Резидуал се добија као разлика између степена слободe за тотал и модел ( $37 - 1 = 36$ ). У колони 4, дат је средњи квадрат или варијанса модела и резидуала. Подаци из колоне 2, деле се са подацима из колоне 3, ( $763403,0 : 1 = 763403,0$ ). У колони 5, дат је резултат F - теста, који се добија као количник варијансе модела и варијансе резидуала:  $F = 763403,0 : 3961,74 = 192,68$ . У колони 6, дата је вероватноћа значајности F - теста. Ако је мања од 0,05 онда је посматрана регресија статистички значајна, у противном, није значајна. Према вредности у овој колони (0,00) значи да је вредност статистички значајна.

**Табела 24.** Приказ параметара и значајности вишеструке регресије

Параметар	Процењена вр.	Станд. грешка	T - статистичка	P вредност
Константа	10,3716	20,1022	0,515945	0,6090
Колона 1	0,889091	0,064049	13,8814	0,0000

**Табела 25.** Приказ варијанси регресионог модела

Извор варирања зав. променљиве	Сума квадрата	Степен слободe	Средњи квадрат	F - тест	P- вредност
Модел	763403,0	1	763403,0	192,69	0,0000
Резидуално одступање	142623,0	36	3961,74		
Тотално одступање	906026,0	37			

Коришћен модел у општем облику је:

$$\text{Колона 4} = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + eX_5 + fX_6$$

$$\text{односно, } \hat{y} = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + eX_5 + fX_6$$

$X_1, X_2, X_3, X_5$ , и  $X_6$ , су независно променљиве

$a, b, c, d, e$  и  $f$ , су коефицијенти регресије.

Једначина регресионог модела је:

$$y = 10,3716 + 0,889091 X_1 \text{ (решен модел)}$$

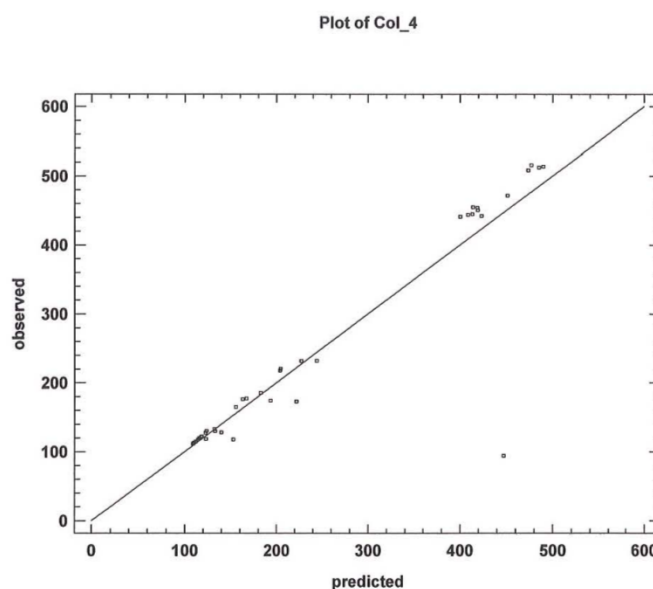
$$R^2 = 84,2584 \% \text{ (квадрат коефицијента вишеструке корелације)}$$

$$S_t = 62,9424 \text{ (стандардна грешка регресије)}$$

$$R^2 = 83,8212 \text{ (кориговани квадрат коефицијента вишеструке корелације)}$$

Број  $R^2 = 84,2584 \%$ , показује да се варирање у зависно променљивој (колона 4) објашњава регресионим моделом са  $84,2584 \%$ , што значи да је веза статистички значајна. Зависно и независно променљива (колона 4 и 1) имају међузависност  $84,2584 \%$ . Стандардна грешка регресије ( $S_t = 62,9424$ ), показује просечно одступање вредности зависно променљиве (апсолутне коте максималног водостаја код депонија) од процењених вредности према регресионом моделу. Да би нека променљива била укључена у модел мора бити  $p < 0.05$ , односно да би била накнадно искључена из модела после укључивања других независно променљивих, мора бити  $p > 0.05$ . Као што се види у табели 24, најбоље решење модела за објашњење зависно променљиве у колони 4 (апсолутне коте максималног водостаја) је колона 1 (коте надморских висина депонија), тако да су искључене колоне 2, 3, 5 и 6.

На графикону 2, приказана је линеарна сагласност између оригиналних вредности зависно променљиве (observed) и процењених вредности зависно променљиве (predicted). За било коју оригиналну вредност зависно променљиве дата је одговарајућа процењена вредност.



**Графикон 2.** Сагласност оригиналних и процењених вредности зависно променљиве

**Модел 3ДЛ** - У овом моделу (фиксиран модел) је изабрано, да зависно променљива у, представља коте надморских висина депонија (колона 1, табеле 19 а и 19 б) и да независно променљиве  $X_2, X_3, X_4, X_5$  и  $X_6$ , представљају, удаљеност депонија од ушћа (колона 2), коте средњих висина водостаја у односу на коте депонија (колона 3), апсолутне коте остварених максималних водостаја (колона 4), укупну количину комуналног отпада на депонијама (колона 5) и прорачунату количину пластичног отпада на депонијама (колона 6, табеле 19 а и 19 б), респективно.

У табели 26, у првој колони, приказани су параметри овог модела. У колони 2 је дата процењена вредност за сваку независно променљиву. У колони 3 је дата грешка коефицијента у регресионом моделу. На пример, у колони 4, резултат прорачуна  $t$  - теста (Студентов тест), је број  $0,192434 = \frac{1,45414}{7,55653}$  У колони 5 је дата вероватноћа значајности  $t$  - теста. Ако је вероватноћа  $< 0,05$ , параметар је статистички значајан, односно утицај независно променљиве уз коју се он налази.

У табели 27, дати су подаци анализе варијанси регресионог модела. У првој колони је наведен извор варирања зависно променљиве, објашњен примењеним моделом, као и необјашњени део варирања изазван осталим факторима који нису обухваћени моделом. У колони 2 наведене су суме квадрата за модел (95849,0), резидуално одступање (7243,46) и тотално одступање (965743,0).

Тотално одступање се добија према обрасцу:  $\sum (y_i - \hat{y}) = 965743,0$  (95849,0 + 7243,46). У колони 3 је дат степен слободе ( Df - degree freedom). Добија се за тотал према обрасцу:  $n - 1 = 38 - 1 = 37$ . Број  $n$  је број узорака у моделу (38). Степен слободе за модел се добија када се број параметара у моделу (6) умањи за 1 ( $6-1=5$ ). Резидуал се добија као разлика између степена слободе за тотал и модел ( $37 - 5 = 32$ ).

У колони 4, дат је средњи квадрат или варијанса модела. и резидуала. Подаци из колоне 2, деле се са подацима из колоне 3 ( $95849,0 : 5 = 191700,0$ ). У колони 5, дат је резултат  $F$  - теста. који се добија као количник варијансе модела и варијансе



резидуала:  $F = 191700,0 : 226,358 = 846,89$ . У колони 6 дата је вероватноћа значајности F - теста. Ако је мања од 0,05, онда је посматрана регресија статистички значајна, у противном, није значајна. Према резултатима у колони 5 (табела 27), у циљу поједностављења модела, искључена је (прорачуната количина пластичног отпада на депонијама, колона 6) јер има највећу Р вредност (0,9263), односно најмањи значај за колону 4.

**Табела 26.** Приказ параметара и значајности вишеструке регресије

Параметар	Процењена вр.	Станд. грешка	T - статистичка	P вредност
Константа	1,45414	7,55653	0,192434	0,8486
Колона 2	0,115642	0,0690738	1,67417	0,1038
Колона 3	0,967352	0,0386491	25,0291	0,0000
Колона 4	0,0425011	0,0394922	1,07619	0,2899
Колона 5	-0,00254402	0,0264772	-0,0960834	0,9241
Колона 6	0,0293965	0,315174	0,0932707	0,9263

**Табела 27.** Приказ варијанси регресионог модела

Извор варирања зав. променљиве	Сума квадрата	Степен слободe	Средњи квадрат	F - тест	P- вредност
Модел	95849,0	5	191700,0	846,89	0,0000
Резидуално одступање	7243,46	32	226,358		
Тотално одступање	965743,0	37			

Коришћен модел у општем облику је:

$$\text{Колона 1} = a + bX_2 + cX_3 + dX_4 + eX_5 + fX_6$$

$$\text{односно, } \hat{y} = a + bX_2 + cX_3 + dX_4 + eX_5 + fX_6$$

$X_2, X_3, X_4, X_5$ , и  $X_6$ , су независно променљиве

$a, b, c, d, e$  и  $f$ , су коефицијенти регресије.

Једначина регресионог модела је:

$$y = 1,45414 + 0,115642 X_2 + 0,0967352 X_3 + 0,0425011 X_4 - 0,00254402 X_5 + 0,0293965 X_6 \text{ (решен модел)}$$

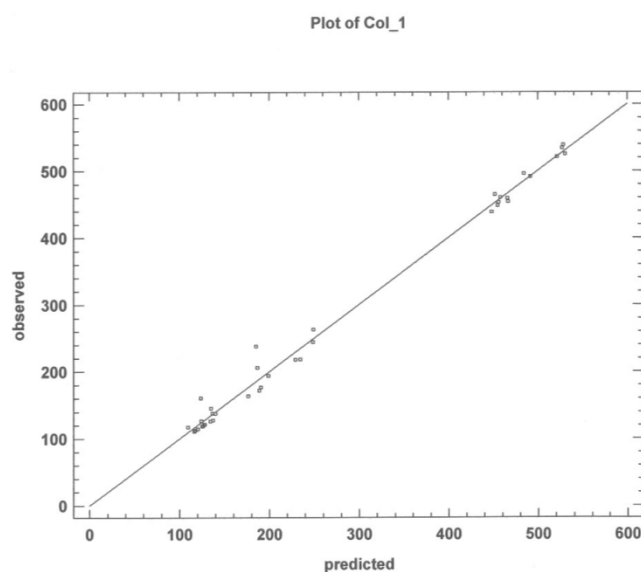
$$R^2 = 99,25 \% \text{ (квадрат коефицијента вишеструке корелације)}$$

$S_t = 15,0452$  (стандардна грешка регресије)

$R^2 = 99,1328$  (кориговани квадрат коефицијента вишеструке корелације)

Број  $R^2 = 99,25 \%$ , показује да се варирање у зависно променљивој (колона 4) објашњава регресионим моделом са  $99,25 \%$ , што значи да је веза статистички значајна. Стандардна грешка регресије је  $15,0452$  и она показује просечно одступање вредности зависно променљиве (коте надморске висине депонија) од процењених вредности према регресионом моделу.

На графикону 3, приказана је линеарна сагласност између оригиналних вредности зависно променљиве (observed) и процењених вредности зависно променљиве (predicted). За било коју оригиналну вредност зависно променљиве дата је одговарајућа процењена вредност.



**Графикон 3.** Сагласност оригиналних и процењених вредности зависно променљиве

**Модел 4ДЛ** - У овом моделу (модел постепене вишеструке регресије) је изабрано да зависно променљива у, представља коте надморских висина депонија (колона 1, табеле 19 а и 19 б), а да независно променљиве буду,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$  и  $X_6$ . У овом моделу је издвојена као значајна, само променљива  $X_3$  (коте средњих висина

водостаја, колона 3, табеле 19 а и 19 б), док су остале независно променљиве, остале изван модела.

У табелама 28 и 29, дати су подаци који карактеришу посматрану зависност између колоне 1, и колона 2, 3, 4, 5 и 6. Као најзначајнија независно променљива показала се само колона 3 (коте средњих висина водостаја у односу на коте депонија). Остале променљиве: колона 2, 4, 5 и 6 су остале изван модела. У табели 29, у првој колони приказани су параметри најбољег регресионог модела. Константа је слободан члан у моделу. У колони 2 је приказана вредност параметара регресионог модела. У колони 3 је дата грешка коефицијента у регресионом моделу. У колони 4, дати су резултати t - теста (Студентов тест). На пример, број  $2,28491 = \frac{10,8324}{4,74084}$ . У колони 5 је дата вероватноћа значајности t - теста. Ако је вероватноћа  $< 0,05$ , параметар је статистички значајан, односно утицај независно променљиве уз коју се он налази. Колона 3 (коте средњег водостаја код депонија) има највећи утицај на зависно променљиву, колону 1 (коте надморске висине депонија). Остале колоне 2, 4, 5 и 6, имају мањи утицај или су без статистичког значаја за посматрану зависност, тако да су искључене из модела.

У табели 37 дати су подаци анализе варијанси регресионог модела. У првој колони је наведен извор варирања зависно променљиве, објашњен примењеним моделом, као и необјашњени део варирања изазван осталим факторима који нису обухваћени моделом. У колони 2, наведене су суме квадрата за модел, резидуално одступање (резидуал) и тотално одступање (тотал). Тотално одступање се добија према обрасцу:  $\sum (y_i - \hat{y}) = 965743,0 (957373,0 + 8370,18)$ . У колони 3 је дат степен слободе (Df - degree freedom). Добија се за тотал према обрасцу:  $n - 1 = 38 - 1 = 37$ . Број n је број узорака у моделу (38). Степен слободе за модел се добија када се број параметара у моделу (2) умањи за 1 ( $2-1=1$ ). Резидуал се добија као разлика између степена слободе за тотал и модел ( $37 - 1 = 36$ ). У колони 4, дат је средњи квадрат или варијанса модела и резидуала. Подаци из колоне 2, деле се са подацима из колоне 3, ( $957373,0 : 1 = 957373,0$ ). У колони 5, дат је резултат F - теста. који се добија као количник варијансе модела и варијансе резидуала:  $F =$

$957373,0 : 232,505 = 4117,64$ . У колони 6 дата је вероватноћа значајности F - теста. Обзиром да је вредност мања од 0,05, онда је посматрана регресија статистички значајна.

**Табела 28.** Приказ параметара и значајности вишеструке регресије

Параметар	Процењена вр.	Станд. грешка	T - статистичка	P вредност
Константа	10,8324	4,74084	2,28491	0,0283
Колона 3	1,00868	0,0157192	64,1689	0,0000

**Табела 29.** Приказ варијанси регресионог модела

Извор варирања зав. променљиве	Сума квадрата	Степен слободe	Средњи квадрат	F - тест	P- вредност
Модел	957373,0	1	957373,0	4117,64	0,0000
Резидуално одступање	8370,18	36	232,505		
Тотално одступање	965743,0	37			

Коришћен модел у општем облику је:

$$\text{Колона 1} = a + bX_2 + cX_3 + dX_4 + eX_5 + fX_6$$

$$\text{односно, } \hat{y} = a + bX_2 + cX_3 + dX_4 + eX_5 + fX_6$$

$X_2, X_3, X_4, X_5$  и  $X_6$ , су независно променљиве

$a, b, c, d, e$  и  $f$ , су коефицијенти регресије.

Једначина регресионог модела је:

$$y = 10,8324 + 1,00868 X_3 \text{ (решен модел)}$$

$$R^2 = 99,1333 \% \text{ (коефицијент вишеструке линеарне детерминације)}$$

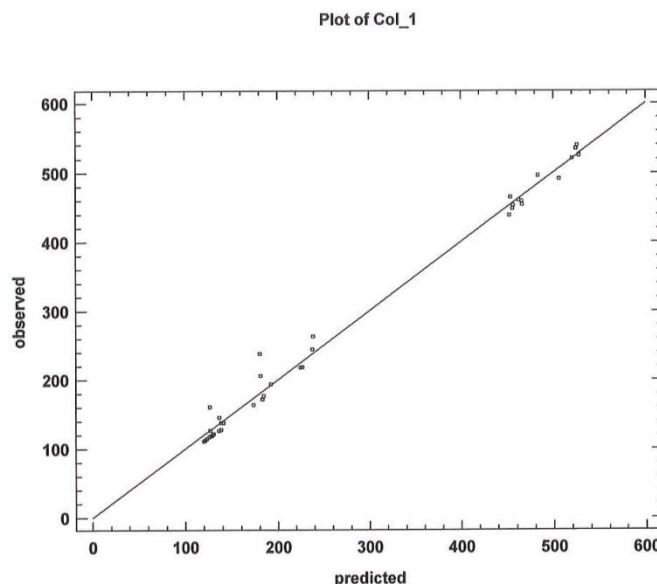
$$S_t = 15,2481 \text{ (стандардна грешка регресије)}$$

$$R^2 = 99,1092 \text{ (прилагођени коефицијент вишеструке линеарне детерминације)}$$

Број  $R^2 = 99,1333 \%$ , показује да се варирање зависно променљиве у (колони 1, табеле 19 а и 19 б) објашњава регресионим моделом са 99,133 %. Стандардна грешка регресије је  $S_t = 15,2481$ , и она показује просечно одступање вредности зависно променљиве (коте надморске висине депонија) од процењених вредности према регресионом моделу.



На графикону 4, приказана је линеарна сагласност између оригиналних вредности зависно променљиве (observed) и процењених вредности зависно променљиве (predicted).



**Графикон 4.** Сагласност оригиналних и процењених вредности зависно променљиве

**Модел 5ДЛ -** У овом моделу (модел једноставне регресије), изабрано је да зависно променљива у, представља коте надморских висина депонија (колона 1, табела 19 а и 19 б), а да независно променљива  $X_4$ , представља коте остварених максималних водостаја (колона 4, табела 19 а и 19 б).

У табелама 30 и 31, дати су подаци који карактеришу посматрану зависност. У табели 30, у првој колони, приказани су параметри овог модела. У колони 2 је приказана процењена вредност (0,947692). У колони 3 је дата грешка коефицијента у регресионом моделу (0,0682705). У колони 4, дати су резултати t - теста (Студентов тест). На пример, број  $1,628 = \frac{32,7291}{20,1038}$ . У колони 5 је дата вероватноћа значајности t - теста. Ако је вероватноћа  $< 0,05$ , параметар је статистички значајан, односно утицај независно променљиве уз коју се он налази. Према Р - вредности, параметар (0,00) је значајан за посматрану зависност. У табели 31, дати су подаци анализе варијанси регресионог модела. У првој колони је наведен извор варирања зависно променљиве, објашњен примењеним моделом,

као и необјашњени део варирања изазван осталим факторима који нису обухваћени моделом. У колони 2, наведене су суме квадрата за модел, резидуално одступање (резидуал) и тотално одступање (тотал). Тотално одступање се добија према обрасцу:  $\sum (y_i - \hat{y}) = 965743,0$  ( $957373,0 + 8370,18$ ). У колони 3 је дат степен слободе (Df - degree freedom). Добија се за тотал према обрасцу:  $n - 1 = 38 - 1 = 37$ . Број n је број узорака у моделу (38). Степен слободе за модел се добија када се број параметара у моделу (2) умањи за 1 ( $2-1=1$ ). Резидуал се добија као разлика између степена слободе за тотал и модел ( $37 - 1 = 36$ ).

У колони 4, дат је средњи квадрат или варијанса модела. и резидуала. Подаци из колоне 2, деле се са подацима из колоне 3, ( $957373,0 : 1 = 957373,0$ ). У колони 5, дат је резултат F - теста. који се добија као количник варијансе модела и варијансе резидуала:  $F = 957373,0 : 232,505 = 4117,64$ . У колони 6, дата је вероватноћа значајности F - теста. Ако је мања од 0,05 онда је посматрана регресија статистички значајна, у противном, није значајна. Пошто је вредност параметра P = 0,00, то значи да јесте статистички значајна за појаву доспевања површинског наноса у реку Дрину и притоку Лим.

**Табела 30.** Приказ параметара и значајности вишеструке регресије

Параметар	Процењена вр.	Станд. грешка	T - статистичка	P вредност
Константа	32,7291	20,1038	1,628	0,1122
Колона 4	0,947692	0,0682705	13,8814	0,0000

**Табела 31.** Приказ варијанси регресионог модела

Извор варирања зав. променљиве	Сума квадрата	Степен слободе	Средњи квадрат	F - тест	P- вредност
Модел	813720,0	1	813720,0	192,69	0,0000
Резидуално одступање	152023,0	36	4222,87		
Тотално одступање	965743,0	37			

Коришћен модел у општем облику је:

$$\text{Колона 1} = a + bX_2 + cX_3 + dX_4 + eX_5 + fX_6$$

$$\text{односно, } \hat{y} = a + bX_2 + cX_3 + dX_4 + eX_5 + fX_6$$

$X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ , и  $X_6$ , су независно променљиве  
 $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$  и  $f$ , су коефицијенти регресије.

Једначина регресионог модела је:

$$y = 32,7291 + 0,947692 X_4 \text{ (решен модел)}$$

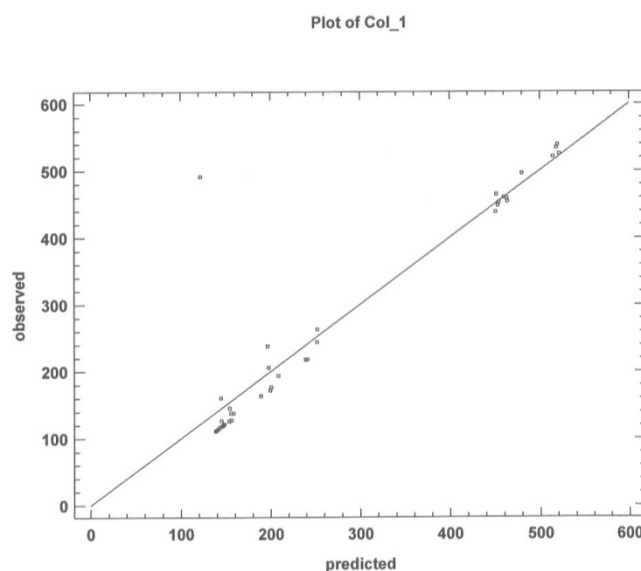
$$R^2 = 84,2584 \% \text{ (квадрат коефицијента вишеструке корелације)}$$

$$S_t = 64,9836 \text{ (стандардна грешка регресије)}$$

$$R^2 = 83,8212 \% \text{ (кориговани квадрат коефицијента вишеструке корелације)}$$

Број  $R^2 = 84,2584 \%$ , показује да се варирање  $y$  зависно променљивој (колона 1) објашњава регресионим моделом са  $84,2584 \%$ . Стандардна грешка регресије је  $S_t=64,9836$ , и она показује просечно одступање вредности зависно променљиве (коте надморске висине депонија) од процењених вредности према регресионом моделу.

На графикону 5, је приказана линеарна сагласност између оригиналних вредности зависно променљиве (observed) и процењених вредности зависно променљиве (predicted). За било коју оригиналну вредност зависно променљиве дата је одговарајућа процењена вредност.



**Графикон 5.** Сагласност оригиналних и процењених вредности зависно променљиве

**Тестирање разлике између просечних кота надморске висине депонија на експерименталној деоници 1 (река Дрина) и експерименталној деоници 2 (река Лим) - Тест нулте хипотезе**

Други тест нулте хипотезе је урађен како би се утврдило да ли постоји утицај разлике између просечних кота надморских висина депонија, на експерименталној деоници 1 и експерименталној деоници 2. Величина узорка за експерименталну деоницу 1 износи 25 података (депонија), а за деоницу 2 износи 13 података (депонија). За тест нулте хипотезе су коришћени следећи подаци (прилог 9.2).:

- средња вредност узорка (коте надморских висина депонија) на експерименталној деоници 1, износи 159,6 mm
- средња вредност узорка (коте надморских висина депонија) на експерименталној деоници 2, износи 483,346 mm
- стандардна девијација узорка (коте надморских висина депонија) на експерименталној деоници 1, износи 47,3242 mm
- стандардна девијација узорка (коте надморских висина депонија) на експерименталној деоници 2, износи 36,0303 mm.

То значи да подаци око средине варирају у просеку за величину стандардне девијације. На пример, на експерименталној деоници 1, просечна надморска висина депонија је 159,6 mm, а просечно варирање је 47,3242 mm.

Нулта хипотеза гласи да нема разлике између просечних кота надморске висине депонија на експерименталној деоници 1 и 2 ( $H_0: \bar{X}_1 = \bar{X}_2$ ). Алтернативна хипотеза је да постоји статистички значајна разлика између просечних вредности надморске висине депонија ( $H_0: \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$ ). Вредност  $t$  - теста је - 21,575 а  $P = 0,0$ . Према томе, одбачена је нулта хипотеза за интервал од 95%, јер је разлика између тестираних средина статистички значајна, што потврђује величина  $t$  - теста  $< 0.05$ . Прихваћена је алтернативна хипотеза да је вредност коте надморских висина депонија, значајна.

У првој варијанти заједничког модела (модел 1ДЛ) одређен је максимални водостај (колона 4) као зависно променљива, и колоне 1, 2, 3, 5, и 6, као независно



променљиве. Резултат овог модела је био да максимални водостај зависи 84,54 % од независно променљивих. У моделу 2 (модел 2ДЛ) методом постепене регресије су искључене независно променљиве у колонама 2, 3, 5, и 6. Резултат овог модела је показао да је код најбољег регресионог модела за зависно променљиву, максимални водостај и независно променљиву, коте надморске висине депонија јачина зависности износила 84,25 %. У трећем моделу (модел 3ДЛ), као зависно променљива је изабрана кота депонија (колона 1), а колоне 2, 3, 4, 5, и 6 као независно променљиве. Резултат овог модела је показао да се варирање зависно променљиве колона 1 (коте депонија), може објаснити са 99,25 % са независно променљивим у колонама 2 (удаљеност од ушћа), 3 (коте средњег водостаја), 4 (коте максималног водостаја), 5 (укупна количина комуналног отпада) и 6 (количина пластичног отпада). У четвртом моделу (модел 4ДЛ), применом методе постепене регресије издвојен је најбољи модел са колоном 3 (коте средњих водостаја) која објашњава колону 1 са 99,13 %, тако да модел искључује колоне 4, 5 и 6. У моделу 5ДЛ, тестиран је значај везе између колоне 1 (коте надморске висине депонија као зависно променљиве) и колоне 4 (максимални водостај као независно променљиве), јер је ту колону претходни модел искључио. Резултат је објашњење везе са 84,25 %, која је такође, статистички веома значајна за доказивање полазне хипотезе. Може се закључити да су све заједничке варијанте регресионог модела значајне за анализу појаве доспевања површинског наноса у Дрину и Лим.

Као најбољи регресиони модел може се издвојити модел 3ДЛ, у коме зависно променљиву у колони 1, објашњавају колоне 2, 3, 4, 5 и 6 са 99,25 %. Кориговани коефицијент за поређење између модела је такође највиши и износи  $\bar{R}^2 = 99,1328$ . Овај модел показује да су променљиве логично изабране за објашњење посматране зависности између променљивих. Тест нулте хипотезе да нема разлике између кота надморских висина депонија на експерименталној деоници 1 и 2 ( $H_0: \bar{X}_1 = \bar{X}_2$ ), је одбачен и прихваћена је алтернативна хипотеза, да постоји статистички значајна разлика кота надморских висина депонија, код свих варијанти модела.

## **6. ДИСКУСИЈА О РЕЗУЛТАТИМА ИСТРАЖИВАЊА**

### **6.1. Општи услови средине на сливном подручју реке Дрине**

На сливном подручју реке Дрине преовлађује брдско-планински рељеф са стрмим падинама и дубоким, усеченим речним долинама притока, изузев низводног дела у коме је Лозничко поље. Геоморфологија речних долина и нагиб директних падина су издвојени као особине рељефа које имају директан утицај на претежно, гравитационо доспевање површинског наноса у водотоке. Хидрографска мрежа сливног подручја Дрине је веома развијена и богата водом, што погодују транспорту површинског наноса, као и транспорту загађења која се везују за површински нанос.

Анализа утицаја геолошке подлоге на доспевање површинског наноса у хидрографску мрежу реке Дрине, показала је да има индиректан утицај, изузев на теренима који се карактеришу појавама нестабилности. На подручју акумулација ХЕ Бајина Башта, ХЕ Зворник и ХЕ Потпећ, регистрован је већи број савремених егзодинамичких процеса, као што су, ерозија земљишта на падинама, појава клизишта, процеси карстификације и процеси површинског распадања (Институт "Јарослав Черни" и Енергопројект - Хидроинжењеринг, 2006).

Климатске прилике слива Дрине условљене су опадањем надморске висине из области високих планина на југу, ка Панонској низији на северу, тако да је клима формирана под утицајем различитих климатских режима. Анализа утицаја климатских услова као и хидролошког фактора, показала је да речне и бујичне поплаве, праћене наглим изливањем воде из основног корита, директно утичу на доспевање површинског наноса у водотоке. У брдско - планинском подручју, нагло топљење снега и интензивне падавине, убрзавају процес гравитационог доспевања површинског наноса, односно значајно утичу на динамику процеса.

Анализа утицаја земљишног покривача на доспевање површинског наноса, показала је да постоји посредан утицај земљишта као фактора подлоге, који је

повезан са осталим значајним факторима: вегетационим покривачем, климом, геолошком подлогом и антропогеним утицајем, итд. У том смислу најважније је истаћи инфилтрационо - ретенциони капацитет земљишта као фактор који важан за формирање брзог површинског отицаја (Dietrich W., et al., 1992).

Анализа утицаја начина коришћења земљишта, применом класификације CORINE, показала је да су у сливу реке Дрине, највише заступљене листопадне шуме, на 32.84 % (6459 km<sup>2</sup>), од укупне површине слива. Пољопривредно земљиште са природном вегетацијом, заузима око 2979 km<sup>2</sup>, а депоније око 2.3 km<sup>2</sup>. Преовлађујући начин коришћења земљишта је пољопривредна производња.

Анализа утицаја хидро - морфолошких промена реке Дрине показала је да постоји значајан утицај антропогеног фактора. Промене су настале изградњом девет хидроелектрана на реци Дрини и притокама: ХЕ Увац, ХЕ Кокин Брод, ХЕ Бистрица, ХЕ Потпећ, ХЕ Пива, ХЕ Вишеград, ХЕ Бајина Башта, РХЕ Бајина Башта, ХЕ Зворник као и бране Отиловићи. На простору слива Дрине налазе се и три национална парка (Дурмитор, Сутјеска и Тара), као и заштићено природно добро, мочвара Засавица, у заједничкој плавној зони река Саве и Дрине.

Према прелиминарном списку Катастра загађивача у Србији, река Дрина се редовно загађује отпадним материјама које се стварају у процесу производње пластике, олова, цинка, калаја, итд., као и канализационим отпадним водама из насеља.

Извори површинског наноса у сливном подручју, могу бити природног (шумски пожари, шумске сече, одумирање биљака, поплаве) и антропогеног порекла (стихијско одлагање комуналног отпада на депоније, поред путева, на обалама река, итд.). Комунални отпад се тешко и дуго разлаже у природним условима и изазива загађења околине. Резултати истраживања су потврдили чињеницу да су неконтролисане депоније доминантан извор површинског наноса у сливу Дрине.

## 6.2. Посебни услови средине на експерименталним деоницама 1 и 2

**Геолошка подлога** има посредан утицај на доспевања наноса у водоток. Резултати анализе геолошке грађе су показали да терен око реке Дрине, са леве и десне стране, изграђују алувијални седименти високе водопрпусности. Падине изграђују претежно водонепропусне стене, као што су, шкриљци, глинци, лапорци, итд. Геолошка грађа речних долина у сливу Дрине, погодује гравитационом доспевању површинског наноса у водотоке и транспорту загађења у површинске и подземне воде.

**Педолошка подлога** има посредан утицај на доспевања наноса у водотоке. Резултати анализе су показали да су на експерименталној деоници 1 највише заступљена алувијална земљишта (флувисол), у ужој зони заштите, док је у широј зони заштите, највише заступљено смеђе земљиште на кречњаку (калкокамбисол), као и кисело смеђе земљиште на шкриљцима и граниту. Локације депонија се углавном налазе уз водотоке на алувијалним земљиштима. На експерименталној деоници 2, у ужој зони заштите, су такође, најзаступљенија алувијална земљишта. У широј зони заштите је најзаступљеније кисело смеђе земљиште. Алувијална земљишта имају високу водопрпусност, тако да постоји директна веза са речном водом, што може утицати на доспевање површинског наноса. Смеђа земљишта имају већу могућност задржавања воде, али и нижу границу засићења, када су без вегетационог покривача, тако да углавном имају посредан утицај на динамику доспевања површинског наноса у водоток.

**Шумска вегетација** има директан утицај на доспевање наноса у хидрографску мрежу реке Дрине. Код мешовитих састојина са формираним спратовима дрвећа, жбуња и трава, спречавање доспевања површинског наноса је ефикасније, у односу на утицај монодоминантних састојина. На доспевање наноса, утицај може да има и величина шуме, као и положај у односу на водоток. Највећу заштитну функцију имају шуме непосредно уз водоток, као и шуме на стрмим странама речних долина. Анализа утицаја шумске вегетације на доспевање наноса у водотоке, показала је да се највећи број депонија на деоници 1, налази на



површинама које потенцијално припадају шуми лужњака (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris* Vuk., 1959), а на деоници 2, шуми сладуна и цера (*Quercetum frainetto-cerris* Rudski, 1940). Према анализи начина коришћења земљишта, применом класификације Corine, може се видети да је природна вегетација приобаља на деоници 1, уништена и замењена пољопривредним културама. Природна вегетација у сливу притока Лима, на деоници 2, је деградирана и девастирана услед изградње брана, путева, развоја пољопривреде, индустрије, насеља, као и испашом стоке на стрмим падинама узаних речних долина. То је изазвало појаву ерозије земљишта и клизишта, тако да је веома ослабљена улога и функционалност постојећих шумских заједница, у заштити сливног подручја Дрине од површинског наноса на овом сектору.

**Начин коришћења земљишта према класификацији CORINE,** показује да је обе експерименталне деонице, већа заступљеност покривача антропогеног порекла у ужој, плавној зони у односу на ширу зону заштите. Дефицит шума на деоници 1 (66.81 % у ужој зони, 45.95 %, у широј зони и 23.58 %, у зони притока), је већи у односу на деоницу 2 (46.19 %, у ужој зони, 35.19 % у широј зони и 39.06 % у зони притока), што се може објаснити бољим, природним погодностима на деоници 1, за развој пољопривреде, насеља, изградњу путева, итд., у односу на деоницу 2. У оквиру површина са покривачима антропогеног порекла, изражен је већи интензитет активности, тако да је и могућност продукције и доспевања наноса у водотоке већа, у односу на површине са природном, шумском вегетацијом. Дефицит шумске вегетације на деоницама 1 и 2, означава недостатак природне, биолошке заштите земљишта, тако да те површине представљају потенцијалне површине за примену мера заштите од ерозије земљишта и бујица, као и доспевања површинског наноса у водотоке.

**Интензитет ерозије земљишта, продукција и пронос ерозионог наноса** има посредан утицај на доспевање површинског наноса у водоток. Применом Метода потенцијала ерозије, урађена је анализа комплексних фактора средине на ерозионе процесе и пронос наноса. Према резултатима анализе на експерименталним деоницама 1 и 2, може се закључити да су процеси ерозије

присутни на истраженим површинама, и да се интензитет креће у распону од слабе до ексцесивне ерозије. Слаба ерозија (IV категорије) је највише заступљена, знатно више на деоници 1 (72.78 %), у односу на деоницу 2 (46.84 %). На мањим површинама идентификовани су интензивнији процеси ерозије на обе деонице. Ти процеси су интензивнији на деоници 2. Укупна продукција ерозионог материјала, на експерименталној деоници 1, површине  $287.02 \text{ km}^2$ , износи  $175660 \text{ m}^3/\text{god.}$ , док укупан пронос наноса износи  $57385 \text{ m}^3/\text{god.}$ , што представља око 33% од укупне продукције. Укупна продукција ерозионог материјала на експерименталној деоници 2, површине  $235.15 \text{ km}^2$ , износи  $226896 \text{ m}^3/\text{god.}$ , док укупан транспорт наноса износи  $98323 \text{ m}^3/\text{god.}$ , што представља око 42% укупне продукције, која је већа у односу на деоницу 1. Локације депонија које се налазе на ерозионим подручјима, са већим интензитетом ерозије, представљају потенцијално значајније изворе површинског наноса у односу на локације на подручјима са мањим интензитетом ерозије.

**Одлагање комуналног отпада на неконтролисане депоније**, има директан утицај на доспевање површинског наноса. Анализа утицаја стања депонија на експерименталним деоницама 1 и 2, показала је да су све депоније неконтролисане, као и да депоније на обалама река имају малу површину, око  $100 \text{ m}^2$  и дуг период експлоатације од 10 - 20 година.

**Пропуштање површинског наноса преко брана низводно и примена парцијалних мера заштите акумулација**, има директан утицај на транспорт наноса у хидрографској мрежи реке Дрине. Анализа утицаја је показала, да бране не представљају баријере за транспорт наноса, већ секундарни извор тог наноса на сливу Дрине. Доношење одлуке за пропуштање наноса у периодима великих вода, у складу је са водопривредним условима. Досадашње мере заштите (техничке мере извлачења наноса из акумулација и административне мере забране пропуштања наноса низводно) нису решиле проблем повећања количине наноса у свим акумулацијама на Дрини и проблем загађења вода. Установљено је да нанос долази речним токовима са делова слива Дрине, који припадају територији

Републике Црне Горе, Федерације БиХ и Републике Српске, као и да не постоји заједнички, регионални план заштите слива Дрине од површинског наноса.

**Мониторинг количине доспелог површинског наноса и квалитет вода у акумулационим језерима** - у периоду истраживања, од 2009 до 2011. године, установљено је да око 80 % извученог наноса из акумулација, представља пластичан отпад, као и да постоји повећање годишње количине извученог наноса у истраженим акумулацијама. Квалитет површинских вода у узорцима, одговара класама II и III у акумулацијама ХЕ Бајина Башта и ХЕ Зворник, као и класама III и IV у акумулацији ХЕ Потпећ. Прекорачење МДК амонијака и дефицит раствореног кисеоника у већини узорака воде, може се довести у везу са разградњом органског дела површинског наноса, мада се на основу података не могу јасно раздвојити утицаји површинског наноса од утицаја других извора загађења.

### **6.3. Одређивање уже зоне заштите на основу утицаја максималног водостаја на доспевање површинског наноса у водотоке**

Изливање реке из основног корита директно утиче на доспевање површинског наноса са депонија које се налазе у плавној зони. Због тога је плавна зона одређена као ужа зона непосредне заштите водотока, а линија максималног водостаја као фактор који дефинише горњу границу уже зоне. За одређивање плавне зоне на експерименталним деоницама 1 и 2, примењена су три метода.

Резултати анализе су показали да компјутерски модел (Abood & Maclain, 2011), програмски прорачунава линију плавне зоне, интерполацијом изохипси, што га чини једноставнијим од индикативног метода за одређивање плавне зоне и метода HEC-RAS, тако да је изабран за примену на карти процене ризика од доспевања наноса. За примену модела, потребни су подаци о висини водостаја са најмање две хидролошке станице. Тај услов је испуњен само на Дрини и Лиму. Модел је тестиран и на притокама, за које су постојали подаци за најмање једну хидролошку станицу, као што су Бистрица и Милешевка. Добијене су линије

граница плавних зона, али се њихова тачност није могла упоређивати са резултатима добијеним применом HEC RAS (контролна група), због недостатка података. Резултати мерења ширина плавних зона на експерименталним деоницама 1 и 2, показали су варијабилност. Измерене ширине плавних зона на деоници 1, на акумулационом језеру ХЕ Зворник, износе 467 m и 534 m (за леву и десну страну), код насеља Трбушница, 155 m и 1845 m, а на Дрини код Бање Ковиљаче, износе 177 m и 250 m. За притоку Јадар, ширина плавне зоне је износи око 145 m. Измерене ширине плавних зона на деоници 2, на реци Лим код језера Потпећ, износе 106 m и 116 m (лева и десна страна), код насеља Прањци, 369 m и 527 m, а у кањонском делу Лима, 22 m и 44 m. Код притоке Бистрице измерена је ширина 15 m и 47 m, а код реке Милешевке, 22 m и 40 m.

#### **6.4. Одређивање шире зоне заштите на основу утицаја нагиба директних падина на доспевање површинског наноса у водотоке**

Доспевање површинског наноса са депонија у брдско - планинском подручју у најближи водоток, повезано је са утицајем гравитационог фактора. Гравитационо доспевање наноса у водоток се одвија, између топографске вододелнице директне падине и дна падине. Због тога је директна падина дефинисана као шира зона заштите од површинског наноса, а нагиб директне падине као фактор директног утицаја на ширину ове зоне. Линија топографске вододелнице је одређена као горња граница шире зоне.

Према резултатима анализе, ужа зона заштите је дефинисана са нагибом  $< 8^\circ$ . Повећање граничне вредности I класе нагиба, са 5 на  $8^\circ$ , у односу на претходна истраживања (Verry, et al., 2004; Holmes & Goebel, 2011), настало је због утицаја грешке дигиталног модела Србије. Резултати истраживања су показали да се нагиб терена постепено повећава на странама речних долина до линије топографске вододелнице, у брдско - планинском подручју. Доспевање површинског наноса прати доминантан правац течења површинског отицаја на стрмим странама речних долина.



### **6.5.   Процена ризика од доспевања површинског наноса са депонија у реке Дрину и Лим**

Карта ризика представља основни инструмент за практичну примену методологије заштите река од површинског наноса. Код процене ризика, разматрају се само хидролошко - геоморфолошки услови за формирање просторне везе између неконтролисаних депонија (извори површинског наноса) и најближих водотока (реципијенти). Карта ризика је урађена на дигиталном моделу терена Србије. Програм ArcGis10.ESRI је примењен за одређивање локалних топографских вододелница које представљају границе шире зоне, а компјутерски модел Abood & Maclain (2011) је примењен за одређивање плавних зона на основу података о максималном водостају са меродавних хидролошких станица на експерименталним деоницама 1 и 2.

Депоније у оквиру уже, плавне зоне, дефинисане су као високо - ризичне за појаву површинског наноса. Депоније у широј зони су дефинисане као средње - ризичне за појаву наноса, а депоније изван граница уже и шире зоне, дефинисане су као ниско - ризичне.

### **6.6.   Развој модела за оцену утицаја везе између положаја депонија и максималних водостаја река Дрине и Лима на доспевање површинског наноса**

У развоју регресионог модела примењен је метод вишеструке регресије са постепеним укључивањем независно променљивих. За оцену утицаја везе између положаја депонија и апсолутно максималних водостаја, за повратни период од  $T = 100$  год., на доспевање површинског наноса, урађено је 15 варијанти модела: пет за деоницу 1, река Дрина (25 депонија), пет за деоницу 2 (река Лим) и пет варијанти за заједнички узорак деонице 1 и 2 (38 депонија).

Елементи променљивих за регресионе моделе изабрани су на основу резултата истраживања анализе ризика од доспевања површинског наноса (сл. 83, 84 и 85). Све варијанте модела за деоницу 1 (река Дрина), модел 1Д до 5Д, су показале значајне зависности између променљивих. Јачина везе се кретала од 87 - 99 %. Добијени резултати за деоницу 2 (река Лим), нису били статистички значајни. То се може објаснити са малим обимом узорка од 13 података (депонија). За даљи развој модела коришћен је заједнички узорак депонија за Дрину и Лим (38). Све варијанте заједничког модела за Дрину и Лим (модел 1ДЛ, 2ДЛ, 3ДЛ, 4ДЛ и 5ДЛ) показале су значајну зависност између променљивих. Као најбољи регресиони модел, може се издвојити модел 3ДЛ, у коме је установљена значајна веза између зависно променљивих из колоне 1 (коте депонија), са зависно променљивим из колоне 2 (удаљеност од ушћа), 3 (коте средњег водостаја код депонија), 4 (апсолутне коте максималног водостаја код депонија), 5 (укупна количина комуналног отпада) и 6 (количина пластичног отпада), са 99,25 %. Кориговани коефицијент корелације за поређење између модела је такође највиши и износи  $\bar{R}^2 = 99,1328$ . Овај модел показује да су променљиве логично изабране за објашњење посматране зависности између променљивих. Тест нулте хипотезе, да није значајна разлика између кота надморске висина депонија, је одбачен и прихваћена је алтернативна хипотеза, да је разлика између кота надморске висине депонија ( $H_0: \bar{X}_1 = \bar{X}_2$ ) статистички значајна за доказивање хипотезе, код свих варијанти модела.

## 7. ЗАКЉУЧАК

У дисертацији је анализирана појава повећања количине површинског наноса у акумулацијама ХЕ Бајина Башта, ХЕ Зворник и ХЕ Потпећ, на сливу реке Дрине. Због чињенице да заједничку компоненту у садржају површинског наноса и комуналног отпада представља пластични отпад, истраживање појаве површинског наноса је повезано са положајем депонија у односу на најближе водотоке у хидрографској мрежи реке Дрине. Установљено је да у брдско - планинском подручју нанос доспева са депонија на директним падинама, претежно гравитационо, уз помоћ интензивног површинског отицаја, као и да се даљи транспорт врши водотоцима у два доминантна правца. Први, током реке Дрине у правцу југ - север, а други, са гравитирајућих подсливова река и притока, у правцима запад - исток као и исток - запад.

Резултати истраживања стања депонија у сливу Дрине су показали да све локације представљају неконтролисане депоније и примарни извор површинског наноса. Депоније на обалама река имају малу површину, око  $100 \text{ m}^2$ , као и дуг период експлоатације, од 10 - 20 година. Површински нанос се транспортује са узводног дела слива реке Дрине, преко брана низводно, у периодима евакуације великих вода (април - мај и новембар - децембар). Због тога су бране одређене као секундарни извори површинског наноса на сливу реке Дрине. Резултати мониторинга наноса у акумулационим језерима ХЕ Бајина Башта, ХЕ Зворник и ХЕ Потпећ, у периоду од 2009 до 2011. године, показали су да се око 80 % извученог површинског наноса састоји из пластичног отпада. Количина пластике у површинском наносу је значајно већа (80 %) у односу на садржај пластике у комуналном отпаду са депонија (5 - 12 %). Установљено је да површински нанос има претежно антропогено порекло и хетероген састав, тако да се разликује од речног наноса (песак, шљунак) који има природно порекло и хомоген састав. Установљено је да се површински нанос прво појављује на површини воде где плута извесно време, док не потоне делимично или потпуно на дно. Да би се потпуно испитала појава површинског наноса у реци, потребно је пражњење акумулација, што се ретко догађа. Због тога је на основу аналогije са стањем

површинског наноса у акумулацији ХЕ Потпећ (током пражњења 1999, 2002 и 2005 год.), установљено да се према позицији, коју заузима у вертикалном профилу речног тока, могу разликовати следеће форме површинског наноса: плутајући (на површини воде), суспендован (између површине и речног дна) и исталожен (нанос на дну).

На основу резултата истраживања општих и посебних услова средине на експерименталним деоницама 1 и 2, издвојена су два доминантна фактора: хидролошки (максимални водостај), чији је утицај на доспевање наноса изражен на релативно равном терену дна речне долине и геоморфолошки фактор (нагиб падина), чији је утицај изражен на странама речних долина, нарочито у брдско - планинском подручју. На основу утицаја хидролошког фактора, издвојена је ужа зона заштите, а на основу нагиба директних падина, чију горњу границу представљају локалне топографске вододелнице, одређена је шира зона заштите. Одређивање уже зоне заштите је урађено применом модела Abood & Maclain (2011), на основу података о максималном водостају са најмање две хидролошке станице на сливу. Тај услов је испуњен само на току Дрине (3 хидролошке станице), и на току Лима (3 хидролошке станице), док остале притоке нису имале неопходне податке мерења. За одређивање шире зоне заштите, односно топографске вододелнице, коришћен је програм ArcGis10.ESRI.

За експерименталне деонице 1 и 2 урађена је карта процене ризика од доспевања површинског наноса у хидрографску мрежу реке Дрине. Она представља основни инструмент за практичну примену методологије заштите реке Дрине од површинског наноса. Ова карта треба да обухвати подручје слива основног водотока и сливове свих притока. Уколико недостају подаци о максималним водостајима за подсливове, важно је да се одреди шира зона заштите, на основу топографских вододелница. За одређивање плавне зоне аутори, Verry, et al., (2004) и Holmes & Goebel (2011), предлажу коришћење дигиталног модела терена са граничном вредношћу нагиба терена од  $< 5\%$ . Резултати анализе нагиба терена на дигиталном моделу терена Србије у овој дисертацији, се донекле разликују од претходних и показали су вишу граничну вредност нагиба за плавну зону ( $8^\circ$ ), што се може објаснити недовољном прецизношћу ДМТ Србије који је у фази



побољшања перформанси. На карти процене ризика, све депоније у оквиру плавних зона су дефинисане као високо - ризичне, депоније на директним падинама као средње - ризичне, а ван уже и шире зоне заштите су одређене као ниско ризичне депоније, са аспекта могућности доспевања наноса. Примена досадашњих мера заштите је обухватила само простор акумулација, без копнених делова сливног подручја реке Дрине и притока, на којима се одвија продукција и доспевање наноса. За контролу површинског наноса могуће је применити антиерозионе радове и објекте (биолошке и техничке), административне мере заштите, затим, хидротехничке објекте (скретнице, ланчанице, решетке, итд.), као и санацију неконтролисаних депонија (стабилизацију косина, одводњавање површинских вода, одвођење депонијског гаса, финално покривање, итд.).

У развоју регресионог модела примењен је метод вишеструке регресије са постепеним укључивањем независно променљивих. За оцену утицаја везе између положаја депонија и апсолутно максималних водостаја, за повратни период од  $T = 100$  год., урађено је 15 варијанти модела. Најбољи резултат је имао заједнички модел, са узорком од 38 депонија, у коме се доспевање наноса са депонија, објашњава висином максималног водостаја, са степеном значајности од 99,25 %.

Због велике површине слива реке Дрине, као и чињенице да површински нанос представља проблем на територији четири државна ентитета (Републике Црне Горе, Републике Српске, Федерације БиХ и Републике Србије), резултати истраживања су показали да је за решење овог проблема неопходна заједничка стратегија заштите реке Дрине од површинског наноса, на нивоу читавог слива.

## 8. ЛИТЕРАТУРА

**Abbe T., & Montgomery D., 1996**, *Large woody debris jams, channel hydraulics and habitat formation in large rivers*, Resources Management, No.12, 201-221 p.

**Abood S., & Maclean A., 2011**, *Modeling riparian zones utilizing DEMs, flood height data, digital soil data and national wetland inventory via GIS data*, ASPRS, Wiskonsin, available at: [www.asprs.org/a/publications/proceed/Milwaukee2011/Abood](http://www.asprs.org/a/publications/proceed/Milwaukee2011/Abood).

**Агенција за заштиту животне средине Републике Србије, 2010**, *Катастар депонија* (интерни материјал Института за водопривреду "Јарослав Черни").

**Антоновић Г., 1982**, Педолошка карта СФРЈ (1:50.000) Институт за земљиште, Београд.

**Araujo M., & Costa M., 2006**, *The significance of solid wastes with land-based sources for a tourist beach: Pernabuco, Brasil*, Pan.American Journal of Aquatic Science, 1, 28-34 p.

**Aliani S., Griffa A., Molcard A., 2003**, *Floating debris in the Ligurian Sea, northwestern, Mediterranean*, Marine Pollution Bull., 46, 1142-1149 p.

**Антић М., и Авдаловић В., 1982**, *Педологија*, Универзитет у Београду, Шумарски факултет, 403 стр.

**Aunan T., Palik B., Very S., 2005**, *A GIS Approach for delineating Variable Width Riparian Buffers Based on Hydrological Function*, USDA, Forest Service, Minnesota, available at: [www.mn.gov/frc/.../Variable-Width\\_Riparian\\_Buffers\\_2005-01-26\\_Report](http://www.mn.gov/frc/.../Variable-Width_Riparian_Buffers_2005-01-26_Report).

**Barnes D., Galgani F., Thompson R., Barlaz M., 2011**, *Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments*, Philosophical. Transaction of the Royal Society, B 364, 1985-1998 p.

**Bocchiola D., Catalano F., Menduni G., Passoni G., 2002**, *An analytical-numerical approach to the hydraulics of floating debris in river channels*, Journal of Hydrology, 269/1-2, 65-78 p.

**Bolton S., & Shellberg J., 2001**, Ecological issues in floodplains and riparian corridors, White paper prepared for Washington Department of Fish and Wildlife, University of Washington, Center for Streamside Studies, 154 p.

**Bren L.J., 1993**, *Riparian zone, stream, and floodplain issues: a reviews*, Journal of Hydrology, 150, 277-299 p.

**Bren L.J., 1995**, Aspects of *geometry of riparian buffer strips and its significance to forestry operations*, Forest Ecology and Management, 75, 1-10 p.

**Bren L.J., 1998**, *The Geometry of a constant buffer-loading design method for humid watershed*, Forest Ecology and Management, 110, 113-125 p.

**Verry E., Dolloff C., Manning M., 2004**, *Riparian Ecotone: A Functional Definition and Delineation for Resource Assessment*, Water, Air and Soil Pollution, 4, 67-94 p.

**ВОС, 2001**, *Водопривредна основа Србије*, Институт за водопривреду "Јарослав Черни", Београд, 369 стр.

**Вукосављевић С., 2000**, *Проблеми у раду ХЕ Потпећ настали услед знатних количина пливајућег наноса и природног речног-вученог наноса*, Електропривреда, бр. 53, 57-63 стр.

**Вучковић Д., Мелентијевић М., Миловановић М., 2004**, *Постојеће стање изграђености на сливу Дрине*, Водопривреда, 36, 39-49 стр.

**Гавриловић С., 1972**, *Инжењеринг о бујичним токовима и ерозији*, Изградња, 292 стр.

**Glogovac D., 2008**, *The Drina River's floating problem*, Danube Watch Magazine I/2008, available at: [www.icpdr.org/main/sites/default/files/nodes/documents/dw2008\\_1](http://www.icpdr.org/main/sites/default/files/nodes/documents/dw2008_1).

**Daniel D., 1994**, *Geotechnical Practice for Waste Disposal*, Edition: Chapman and Hall, London, ISBN 0412 35170, 683 p.

**Dawes W.R., Short D., 1994**, *The significance of topology for modeling the surface hydrology of fluvial landscape*, Water Resources Research, 30 (4), 1045-1055 p.

**Derrick J., 2002, *The pollution of the marine environment by plastic debris: a review*, Marine Pollution Bulletin, No. 44, 842-852 p.**

**Dietrich W., Wilson C., Montgomery D., McKean J., Bauer R., 1992, *Erosion thresholds and land surface morphology*, Geology, 20, 675-679 p.**

**Диклић Н., Јанковић М., Јовановић Б., Јовановић Р., Којић М., Мишић В., 1997, *Вегетација Србије, II/2, Шумске заједнице 2*, Српска Академија наука и уметности (САНУ), 309 стр.**

**Дигитални модел терена (ДМТ) Србије, 2012, Републички геодетски завод Србије.**

**Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste, The Council of the European Union.**

**Directive 2001/42/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2001 on the assessment of the effects of certain plans and programmes on the Environment.**

**Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives.**

**Dragičević S., Filipović D., Konstadinov S., Ristić R., Novković L., Živković N., Andjelković G., Abolmasov B., Šećerov V., Djurišić S., 2011, *Natural Hazard Assessment for Land-use Planning in Serbia*, International Journal of Environmental Science, 5(2), 371-380 p.**

**Енергопројект - Хидроинжењеринг, 1998, *Генерални пројекат заштите од плављења и уређења речног корита у доњем току реке Дрине, потез од ХЕ Зворника до ушћа у реку Саву*, Инвеститор: Република Србија, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде.**

**Енергопројект - Хидроинжењеринг, 2012, *Студија о процени утицаја пројекта изградње "ХЕ Бродарево 1" и "ХЕ Бродарево 2" на животну средину*, Инвеститор: Република Србија, Министарство животне средине и просторног планирања.**



**Environmental Protection Agency of Ireland, 2007**, *Code of Practice, Environmental Risk Assessment for Unregulated Waste Disposal Sites*, 71 p, available at: [www.epa.ie/pubs/advice/waste/waste/epa\\_cop\\_waste\\_disposal\\_sites](http://www.epa.ie/pubs/advice/waste/waste/epa_cop_waste_disposal_sites).

**Закон о процени утицаја на животну средину 2009**, Службени Гласник Републике Србије, бр. 135/04 и 36/09.

**Закон о заштити животне средине, 2009**, Службени Гласник Републике Србије, бр. 36/09.

**Закон о шумама, 2010**, Службени Гласник Републике Србије, бр. 30/10.

**Закон о водама, 2010**, Службени Гласник Републике Србије, бр. 30/10.

**Закон о планирању и изградњи, 2013**, Службени Гласник Републике Србије, бр. 72/09, 81/09, 64/10, 24/11, 121/12, 42/2013 и 50/13.

**Закон о управљању отпадом у Србији, 2010**, Службени Гласник Републике Србије, бр. 36/09, 88/10.

**Закон о заштити и одрживом коришћењу рибљег фонда, 2009**, Службени Гласник Републике Србије, бр. 36/09.

**Закон о управљању отпадом у Босни и Херцеговини, 2003**, Сл. новине Федерације БиХ, бр. 33/03, Сарајево.

**Закон о управљању отпадом у Црној Гори, 2011**, Сл. лист Црне Горе бр. 64/11.

**Завод за статистику Црне Горе, 2013**, *Комунални отпад у Црној Гори 2012 год.*, - Саопштење, available at: [www.monstat.org/.../OT%20KOM%20-%2003%2029](http://www.monstat.org/.../OT%20KOM%20-%2003%2029).

**Županski D., 2000**, *Inventory of municipal solid waste landfills in Serbia*, Fifth international Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe, Prague, Czech Republic, Proceedings: CD-ROM, No. 462, available at: [www.prague.2000.fsu.edu](http://www.prague.2000.fsu.edu).

**Županski D., & Ristić R., 2012**, *Floating debris from the Drina River*, Carpathian Journal of Earth and Environmental Science, Vol. 7, No.2, 5-12 p.

**Županski D., & Gavrilović Z., 2006, *Hydroelectric power plant protection from floating debris accumulation*, International Conference Proceedings, "Elektra VI", Tara Serbia, Vol.1, 224-249 p.**

**Županski D., & Milojević M., 2010, *Mitigation Measures and Extraction of Floating Debris from Hydroelectric Power Plant Reservoir Zvornik*, BALWOIS, Ohrid, Rep. of Macedonia, Abstracts, Vol. I, ISBN 978-608-4510-03-1, No. 250, 247-248 p.**

**Županski D., & Ristić R., 2011, *Impact of floating debris from the Drina River and mitigation measures*, Geophysical Research Abstracts, Vol. 13 EGU, European Geosciences Union General Assembly, Preview, No. 4332, Vienna, Austria.**

**Илић М., 2003, Регионални план управљања комуналним отпадом за општине: Лозница, Шабач, Богатић, Крупањ, Владимирци и Мали Зворник.**

**Институт за водопривреду “Јарослав Черни” и Енергопроект-Хидроинжењеринг, 2006, *Заштита акумулација са хидроенергетском наменом од уношења површинског наноса, Студија -II фаза*, Инвеститор: Електропривреда Србије, Београд.**

**Институт за водопривреду “Јарослав Черни”, 2009, *Генерални пројекат заштите акумулације ХЕ Зворник од површинског наноса, Техничка документација за механизацију чишћења и депоновања пловећег наноса из акумулације*, Инвеститор: ХЕ Зворник и Електропривреда Србије, Београд.**

**Институт за водопривреду “Јарослав Черни”, 2010, *Хидроелектране на средњој Дрини, Идејно решење са Студијом изводљивости*, Инвеститор: Електропривреда Републике Српске.**

**Институт заштите на раду Нови Сад, 2009, *Извештај о анализи воде ХЕ „Зворник“*, Инвеститор: Дринско-Лимске Хидроелектране, Бајина Башта.**

**Ilhardt B., Verry E., Palik B., 2000, *Defining Riparian Area*, Proceedings from Conference: „Forestry and the Riparian Zone“, University of Maine, 7-13 p.**

**Јахић, М., 1980, *Депоније и заштита вода*, ИНСА Сарајево, ISBN 86-81669-02-8, 174 p.**

**Jencso K., McGlynn, Goseff M., Bencala K., Wondyell S., 2010, *Hillslope hydrologic connectivity controls riparian groundwater turnover: Implications of catchment structure for riparian buffering and stream water sources*, Water Resources Research, Vol.46, W10524, 18 p.**

**Jokela E.J., Smith, W.H. and Colbert, S.R., 1990, *Growth and elemental content of slash pine 16 years after treatment with garbage composted with sewage sludge*, Journal of Environmental Quality 19, 146–150 p.**

**Јовановић Б., 2007, *Дендрологија*, Шумарски факултет, Београд, Србија, 536 стр.**

**Јовановић Б., Мишић В., Динић А., Диклић Н., Вукићевић Е., 1997, *Вегетација Србије, II/1, Шумске заједнице 1*, Српска Академија наука и уметности, САНУ, 309 стр.**

**Јовановић Б., Мишић В., 1983/1986, Карта природне потенцијалне вегетације СФР Југославије, у размери 1: 1.000.000, Војно географски институт Београд.**

**Костадинов С., 2008, *Бујични токови и ерозија*, Универзитет у Београду, Шумарски факултет, 505 стр.**

**Кубат И., 1968, Основна геолошка карта, у размери 1:100.000, Тумач за лист Љубовија, Геоинжењеринг, Институт за регионалну геологију, рудна лежишта и економску геологију, Сарајево, стр. 58.**

**Leichter J., 2011, *Investigating the Accumulation of Plastic Debris in the North Pacific Gyre*, Marine Environmental Modeling & Analysis, Ed: TERRAPUB, 2011, 251–259 p.**

**Lenders R., 2003, *Environmental rehabilitation of the river landscape in the Netherlands: A blend of five dimension*, PhD Thesis, University of Nijmegen, Netherland, ISBN 90-9017309-9.**

**Lorz C., Volk M., Schmidt G., 2007, *Considering spatial distribution and functionality of forests in a modeling framework for river basin management*, Forest Ecology and Management, 248, 1-2, 17-25 p.**

**Milijašević D., Milanović, A., Brankov J., Radovanović M., 2011, *Water quality assessment of the Borska river using water pollution index (WPI)*, Archives of Biological Science, Српска академија наука и уметности, Vol.63.No.3,819-824.**

**Ministry of Environment, Canada, 2005, *Riparian Areas regulation Assessment Methods*, 73 p, available at: [www.env.gov.bc.ca/habitat/riparian/ImplementationGuid](http://www.env.gov.bc.ca/habitat/riparian/ImplementationGuid).**

**Мојсиловић С., Филиповић И., Баклајић Д., Ђоковић И., и Навала М., 1972 - 1977, Основна геолошка карта СФРЈ (ОГК), у размери 1: 100.000, Геозавод - Геолошки институт Србије.**

**Мојсиловић С., Филиповић И., Аврамовић В., Пејовић Д., Томић Р., и др., 1965, Основна геолошка карта, у размери 1: 100.000, Тумач за лист Ваљево, Л 34-136, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Београд, стр. 56.**

**Мојсиловић С., Баклајић Д., Ђоковић И., и Аврамовић В., 1971, Основна геолошка карта, у размери 1: 100.000, Тумач за лист Т.Ужице, К 34-4, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Београд, стр. 51.**

**Мојсиловић С., Филиповић И., Аврамовић В., Родин В., Навала М., и др., 1968, Основна геолошка карта, у размери 1: 100.000, Тумач за лист Зворник, Л 34-123, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Београд, стр. 48.**

**Moore J., Lattin L., Zellers F., 2011, *Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of southern California*, Journal of Integrated Coastal Zone Mnagement, 11 (1), 65-73 p.**

**Nakada N., Nyunoya H., Nakamura M., Hara A., Iguchi T., Takada H., 2004, *Identification of estrogenic compounds in wastewater effluent*, Environmental Toxicology and Chemistry, No.23, 2807-2815 p.**

**Nisbet T., 2001, *The role of forest management in controlling diffuse pollution in UK forestry*, Forest Ecology and Management, 143, 215-226 p.**

**Национална стратегија управљања отпадом, 2003, Министарство за заштиту природних богатства и животне средине, 66 стр.**



**Никић З., 2003,** *Хидрогеолошка анализа формирања и регионализација малих вода*, Монографија Задужбине Андрејевић, Београд, 154 стр.

**Никић З., и Павловић Р., 2012,** *Хидрогеологија са геоморфологијом*, Универзитет у Београду, Шумарски факултет, 407 стр.

**Ogata Y., Takada H., Mizukawa K., Hirai H., Iwasa S., Endo S., Mato Y., Saha M., Okuda K., Nakashima A., Murakami M., et al., 2009,** *International Pellet Watch: Global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters*, Marine Pollution Bulletin 58, 1437-1446 p.

**Osborne L., & Kovacic D., 1993,** *Riparian vegetated buffer strips in water quality restoration and stream management*, Fishery Biology, 29, 243-258 p.

**Петковић С., 2002,** *Савремени приступ уређењу водотока*, издавач: Водопривреда, 21, 189-194 стр.

**Pool G., 2010,** *Stream Hydrogeomorphology as a physical science basis for advances in stream ecology*, Journal of the North American Benthological Society, 29 (1): 12-59 p.

**Правилник о критеријумима за одређивање локације и уређење депонија отпадних материјала, 1992,** Службени гласник Републике Србије бр.54/1992.

**Правилник о опасним материјама у водама, 1982,** Службени гласник Републике Србије бр. 31/82.

**Прохаска С., Симић З., Орлић А., Ристић В., 2004,** *Основне хидрографско-хидролошке карактеристике слива Дрине и хидрометеоролошки подаци*, издавач: Водопривреда, 36, 21-38 стр.

**Просторни План Републике Србије, 2010,** Службени Гласник Републике Србије, бр.88/2010 и 118/2010.

**Рашић М., 2002,** *Основни пројекат слива реке Дрине, Приказ хидроенергетског решења*, Зборник радова са конгреса: “Хидро 2000”, Енергопројект-Хидроинжењеринг, 1-13 стр.

**Решење о забрани пропуштања отпада преко сектора бране ХЕ Зворник, 2009**, Министарство за заштиту животне средине и просторног планирања Републике Србије, Сектор за контролу и развој, Општина Шабац, бр.353-501-00494-1/2009-04, од 10.07.2009 год. (интерни материјал Института "Јарослав Черни").

**Регионални план управљања комуналним отпадом за општине: Лозница, Богатић, Шабац, Крупањ, Владимирци и Мали Зворник (РЕМУС), 2004**, Регионални центар за животну средину за Централну и Источну Европу, Србија, 166 стр.

**Ристић Р., 2006**, *Време концентрације на бујичним сливовима*, Гласник Шумарског факултета, Београд, 93, 7-21 стр.

**Ристић Р., и Малошевић Д., 2011**, *Хидрологија бујичних токова*, Универзитет у Београду, Шумарски факултет, 223 стр.

**Републички хидрометеоролошки завод Србије (РХМЗ), 2009., 2010., 2011.**, Хидролошки годишњаци, Влада Републике Србије.

**Ryan P., Moore C., van Franecer J., Moloney C., 2009**, *Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment*, Philosophical Transaction of the Royal Society, 364, 1990-2012 p.

**Santi P., de Wolfe V., Higgins J., Cannon S., Gartner J., 2007**, *Effectiveness of Debris flow Mitigation Methods in burned areas*, Fire Science program, Colorado, CD-ROM, No.23, 138 p, available at: [www/geology.mines.edu/faculty/Effectiveness-of-Debris-Flow-Mitigation-Methods/pdf](http://www/geology.mines.edu/faculty/Effectiveness-of-Debris-Flow-Mitigation-Methods/pdf).

**Skoulikidis N., 2002**, *Typological and qualitative characteristics of Greek-interregional Rivers*. Mediterranean Marine Science 3(1): 79-88.

**Станковић М., 2008**, *Извештај о регионалним депонијама у Србији за период 2007-2008, у поређењу са планом предложеним у Националној стратегији управљања чврстим комуналним отпадом из 2003 год.*, Пројекат USAED-MEGA, Програм америчке агенције за међународни развој у Србији.

**Стратегија управљања отпадом за период од 2010- 2019**, Службени гласник Републике Србије, бр.29/2010.

**Statgraphics centurion, 2013**, available at: [www.statgraphics.com/downloads.htm](http://www.statgraphics.com/downloads.htm)

**Teuten E., Saquing J., Knappe D., Barlaz M., Jonsson S., Bjorn A., Rowland S., et al. 2011**, *Transport and release of chemicals from plastic to the environment and to wildlife*, Philosophical transaction of the Royal society, 364, 2027-2045 p.

**Teuten E., Rowland S., Galloway T., Thompson R., 2007**, *Potential for plastic to transport hydrophobic contaminants*, Environ. Science Tehnol., 41, 7759-7764 p.

**US Army Corps of Engineers, 1994**. *Blackstone River Restoration Study*. Section 22 – Planning Assistance to States Program, available at: [//www.nae.usace.army-mil/projects/ma/blackstone/Historical/10-BRWRestorationStudy\\_111994.pdf](http://www.nae.usace.army-mil/projects/ma/blackstone/Historical/10-BRWRestorationStudy_111994.pdf)].

**US Army Corps of Engineers, New England Division, 1991**, *Buffer Strips for Riparian Zone Management*, 56 p, available at: [www.hydroqual.com/projects/riparian/](http://www.hydroqual.com/projects/riparian/).

**U.S., EPA, 2005**, *A Guide to Aquatic Buffers*, available at: [www.westchestergov.com/.../Westchester%20County%20Water%20Reso](http://www.westchestergov.com/.../Westchester%20County%20Water%20Reso).

**Уредба о одлагању отпада на депоније, 2010**, Службени гласник Републике Србије, бр.92/2010.

**Уредба о класификацији вода, 1968**, Службени гласник СР Србије бр. 5/68.

**Уредба о категоризацији водотока, 1975**, Службени гласник Ср Србије бр. 33/75.

**Федерални план управљања отпадом 2012 - 2017 год.**, Федерално министарство околиша и туризма Босне и Херцеговине, Сарајево (2011), available at: [www.fmoit.gov.ba/.../Federalni%20plan%20upra](http://www.fmoit.gov.ba/.../Federalni%20plan%20upra).

**Freeman M., Pringle C., Jackson R., 2007**, *Hydrologic connectivity and contribution of stream headwaters to ecological integrity at regional scale*, Journal of the American water Resources Association, (JAWRA), Vol.43, No.1., 5-14 p.

**Fuchs S., Heiss K., Hubl J., 2007,** *Towards an empirical vulnerability function for use in debris flow risk assessment*, Natural Hazard and Earth System Science, No.7, 495-506 p.

**Futter M., Keskitalo C., Ellison D., Petterson M., Strom A., Andersson, Nordin J., Bishop K., Laudon H., 2011,** *Forest, Forestry and Water Framework Directive in Sweden: A Trans-Disciplinary Commentary*, Forests, No.2, 261-282 p.

**Hart D., Johnson T., Bushaw-Newton L., Bednarek A., Charles D., Kreeger D., Velinsky D., 2002,** *Dam Removal: Challenges and oportunities for ecological research and River restoration*, Bioscience, Vol.52, No.8, 667-681 p.

**Хациефендић А., 2010,** *Интервенције за побољшање актуелног система управљања отпадом у СИ Босни и Херцеговини*, Центар за екологију, Тузла, стр.26, available at: [www.ekologija.ba/Studija%20-%20Upravljanje](http://www.ekologija.ba/Studija%20-%20Upravljanje).

**HEC - Hydraulic Engineers Circular, No.9, 2005,** Environmental Protection Agency, U.S.A., available at: [www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/pubs/04016/hec09](http://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/pubs/04016/hec09).

**Hering D., Borja A., Carstensen J., Carvalho L., Elliot M. et.al., 2010,** *The European Water Framework Directive at the age of 10: A critical review of the achievements with recommendations for the future*, Science of Total Environment, Vol.408, No.19, 4007-4019 p.

**Holmes K. & Goebel C., 2011,** *A Functional Approach to Riparian Area Delineation Using Geospatial Methods*, Journal of Forestry (6), 233-241 p.

**Hubl J., Fuchs S., Sitter F., Totschnig R. 2011.,** *Towards a Frequency-magnitude relationship for torrent events in Austria*, 5th International Conference on debris flow hazard mitigation: mechanic, prediction and assessment, Universita la Sapience, Rome, 895-902 p.

**CARD, Sava Project, 2007,** UNDP, GEF, available at: [www.icpdr.org/main/1.1-9\\_SavaRBM\\_FR\\_23-04-07\\_inclAnx-f](http://www.icpdr.org/main/1.1-9_SavaRBM_FR_23-04-07_inclAnx-f).

**Castelle A., Jonson A., 2000,** *Riparian vegetation effectiveness*, National Consil for Air and Stream Improvement, U.S.A., Study No. 799, 26 p.



**Center for Geographic Information and Analysis, 1994**, *A Standard Classification System for mapping of Land Use and Land Cover*, State of North Carolina, available at: [www.gis.idaho.gov/portal/pdf/Framework/LULC/StdClassSysLCinNC.pdf](http://www.gis.idaho.gov/portal/pdf/Framework/LULC/StdClassSysLCinNC.pdf).

**Ћирић А., Обрадиновић З., Новковић Д., Попевић А., и др., 1977**, Основна геолошка карта, Тумач за лист Пријепоље, К 34-16, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Београд, стр. 55.

**Clerici N., Weissteiner C., Paracchini L., Strobl P., 2011**, *Riparian zones: where green and blue networks meet: Pan-European zonation modelling based on remote sensing and GIS*, European Commission, European Union publication office Luxembourg, JRS Scientific and Technical Reports, 60 p, ISBN 978-92-79-19799-4.

**Collins J., Sutula M., Stein E., Odayam M., Zhang E., Larned K., 2006**, *Comparison of a Methods to Map California Riparian Areas*, San Francisco Estuary Institute, Wetland Science Program, No.522. 87 p.

**CLC, 2000**, Corine land cover, available at: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu).

**CLC/Serbia, 2006**, Corine land cover, EvroGeomatika, Beograd, available at: [www.evrogeomatika.co.rs/index\\_corine\\_srp.html](http://www.evrogeomatika.co.rs/index_corine_srp.html).

**Covich, A., Palmer, M., Crowl, T., 1999**, *The role of benthic invertebrate species in freshwater ecosystem*, BioScience, 49 (2) 119-127 p.

**Crossley, M. N., Dennison, W. C., Williams R. R., Wearing A. H. (2002)** The interaction of waterflow and nutrient on aquatic plant growth, Hydrobiologia, 489/1-3, 63-70 p.

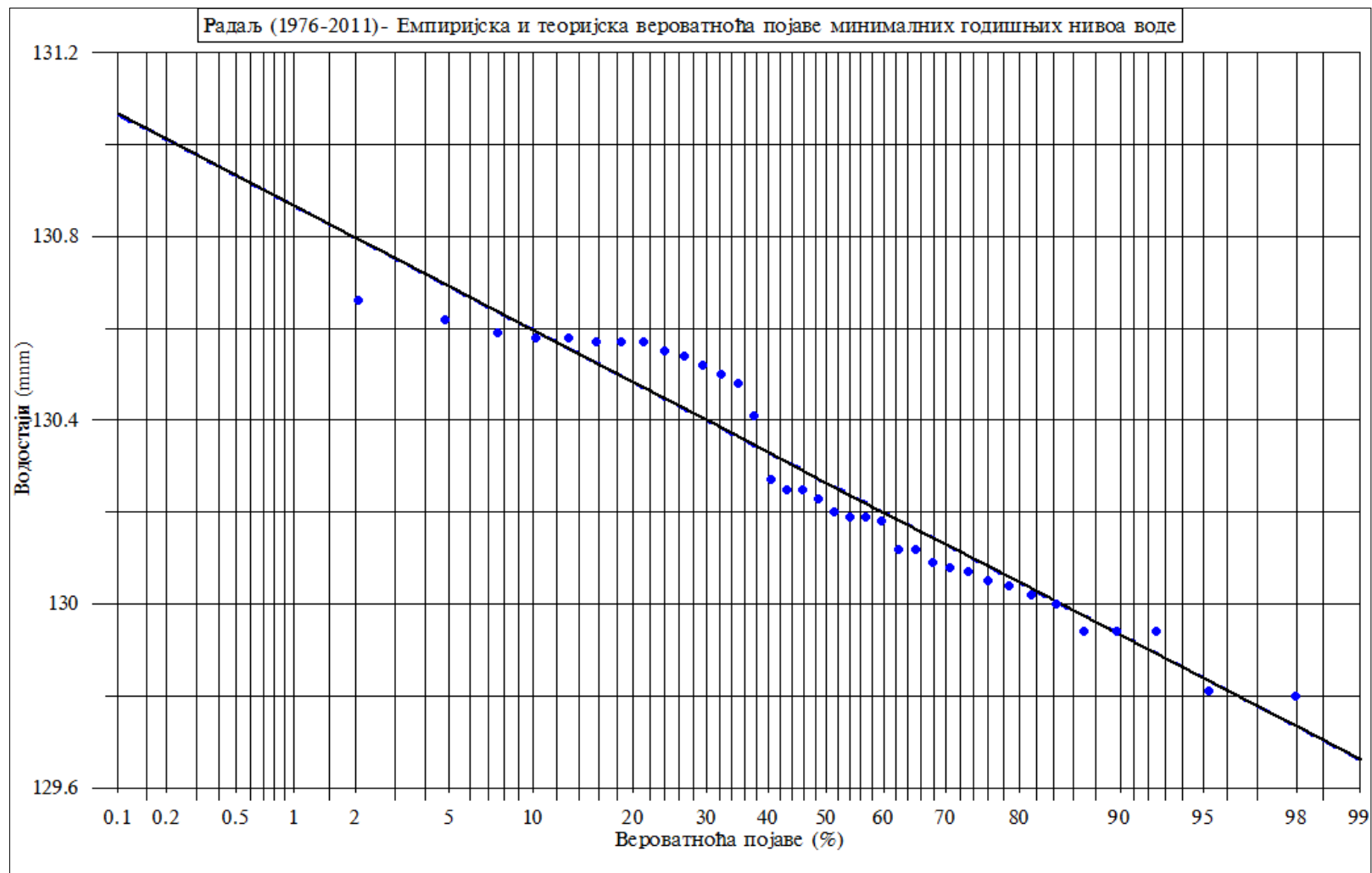
**Water Framework Directive (WFD) 2000/60/EC**, of The European Parliament and of The Concil, available at: [www.ec.europa.eu/environment/water/water-framework/](http://www.ec.europa.eu/environment/water/water-framework/)

**Wolock D., Winter T., McMahon G., 2004**, *Delineation and Evaluation of Hydrologic - Landscape Regions in the United States Using Geographic Information System*, Environmental Management, 34, S71-S88 p.

## **9. ПРИЛОЗИ**

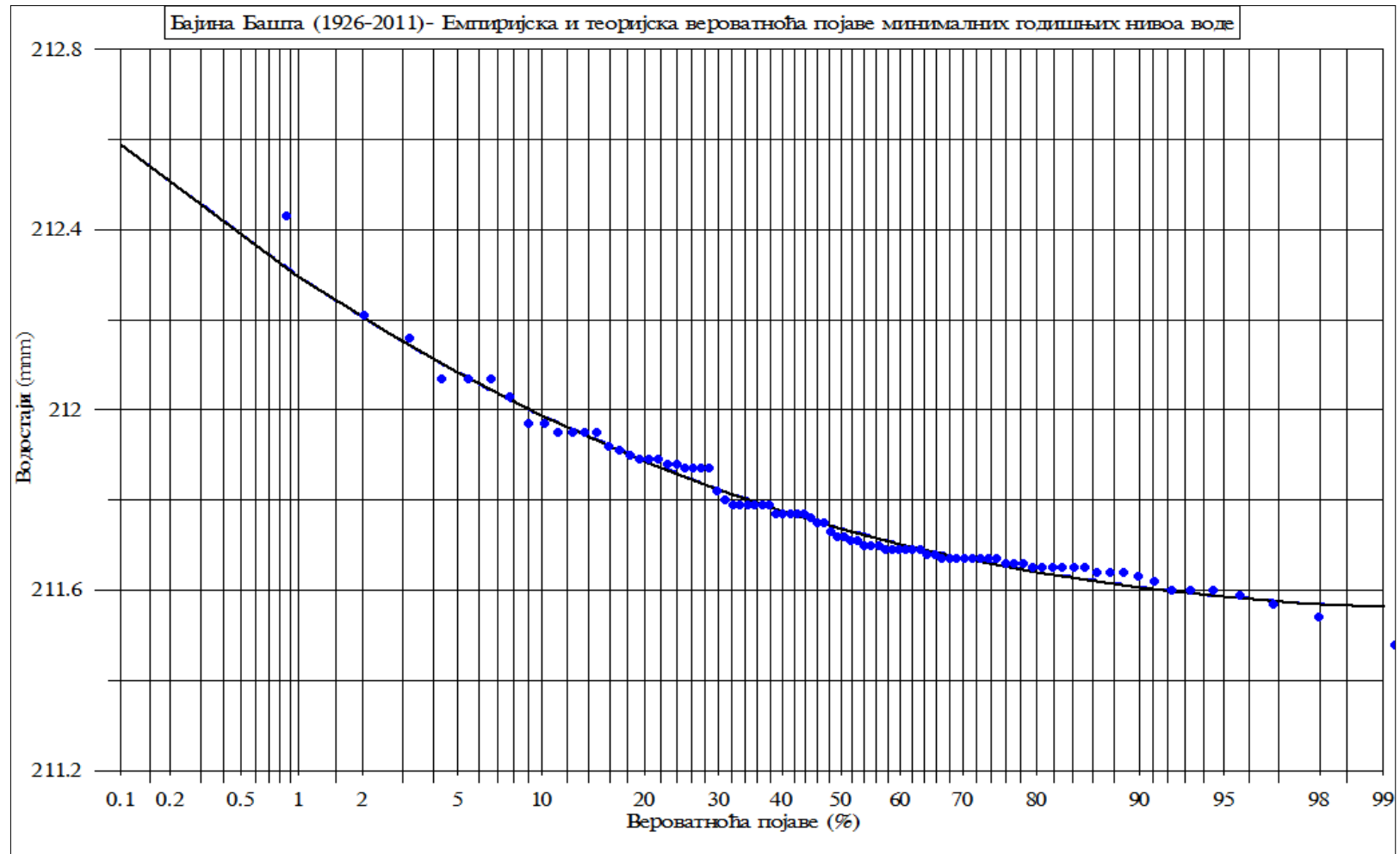
**9.1.    Расподела вероватноће појаве максималних водостаја на  
хидролошким станицама у сливу реке Дрине, према Pearson  
III расподели**

Дијаграм 1. Вероватноћа појаве минималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Радаљ, река Дрина

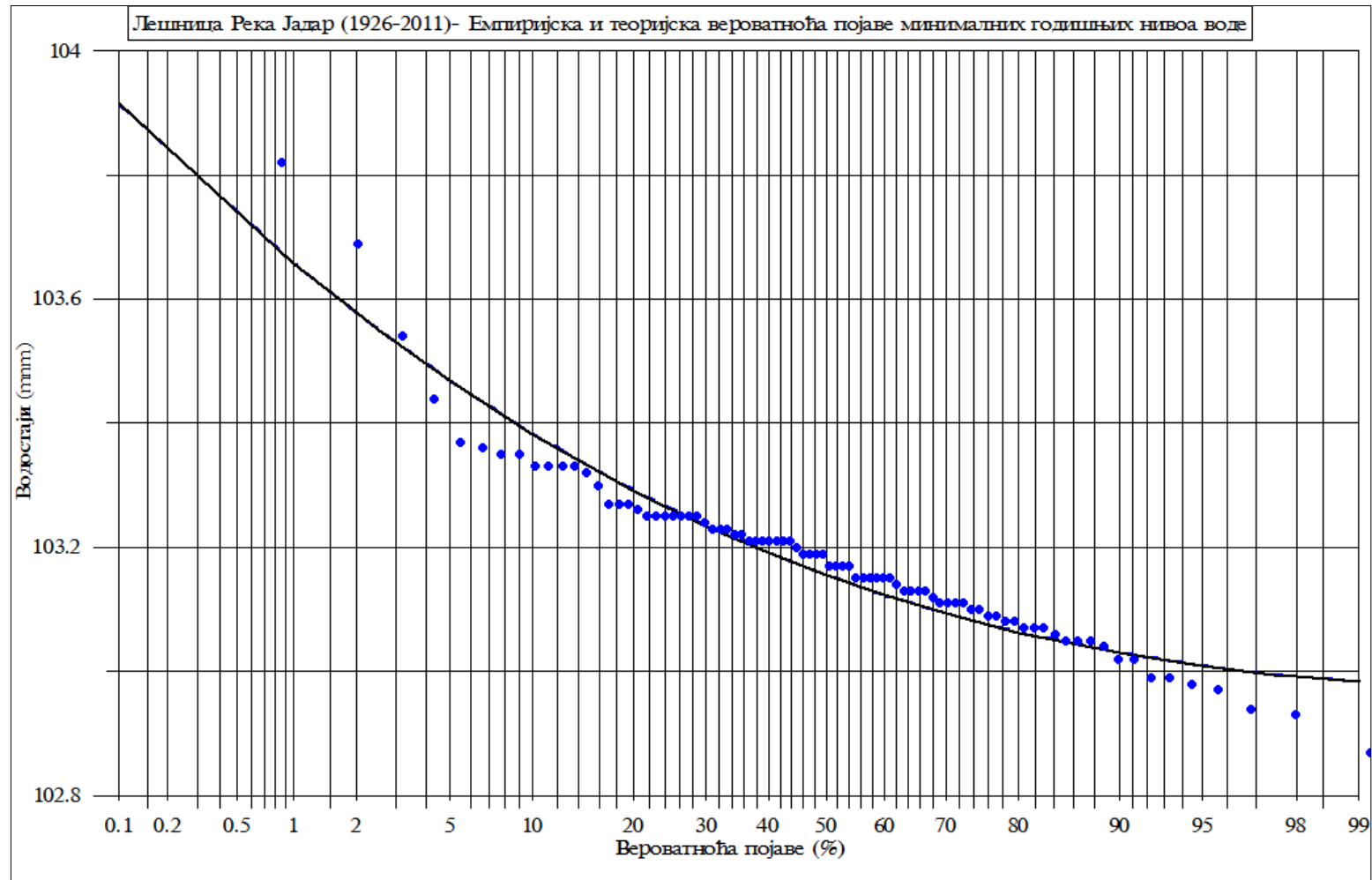




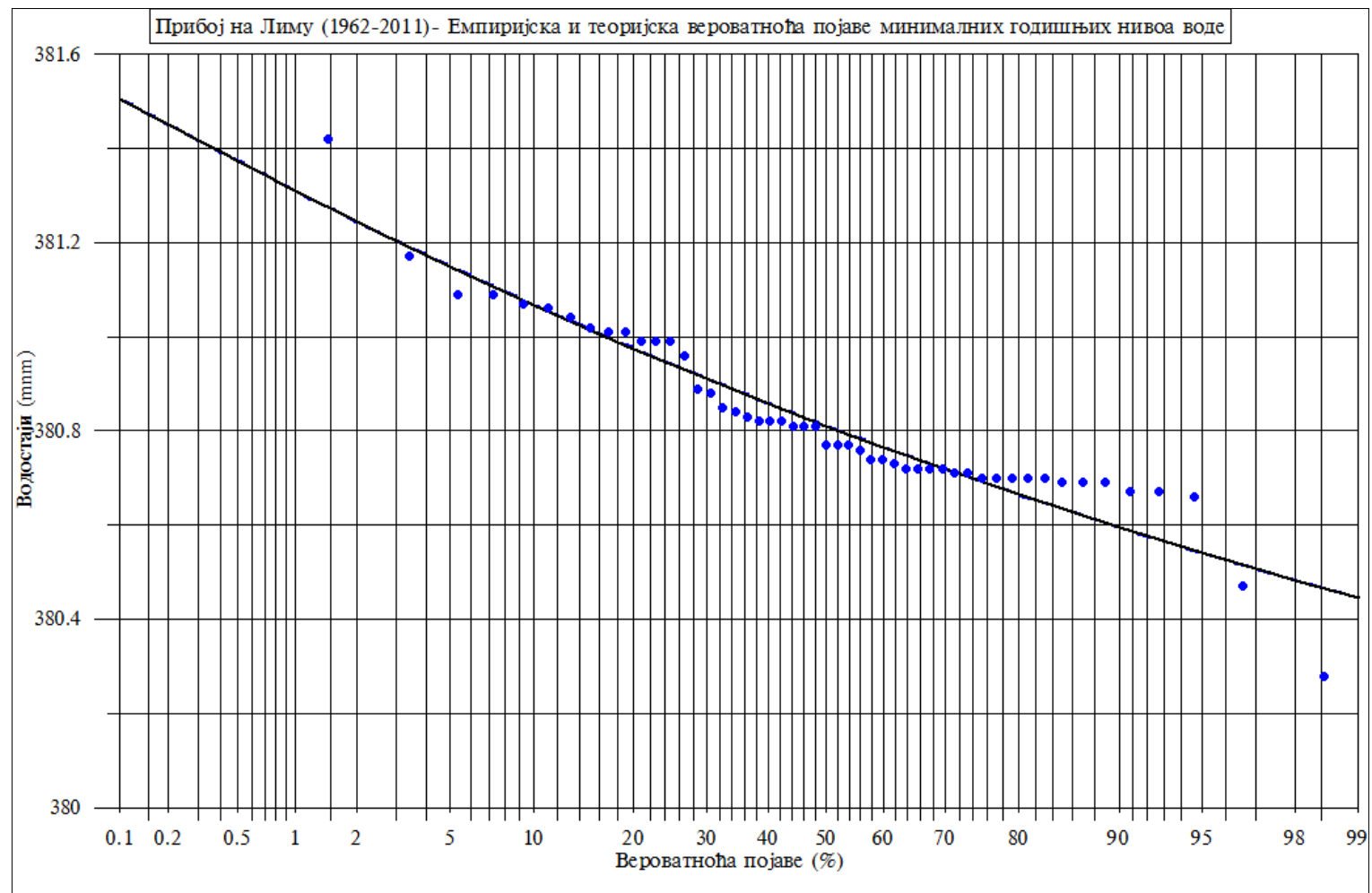
Дијаграм 2. Вероватноћа појаве минималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Бајина Башта, река Дрина



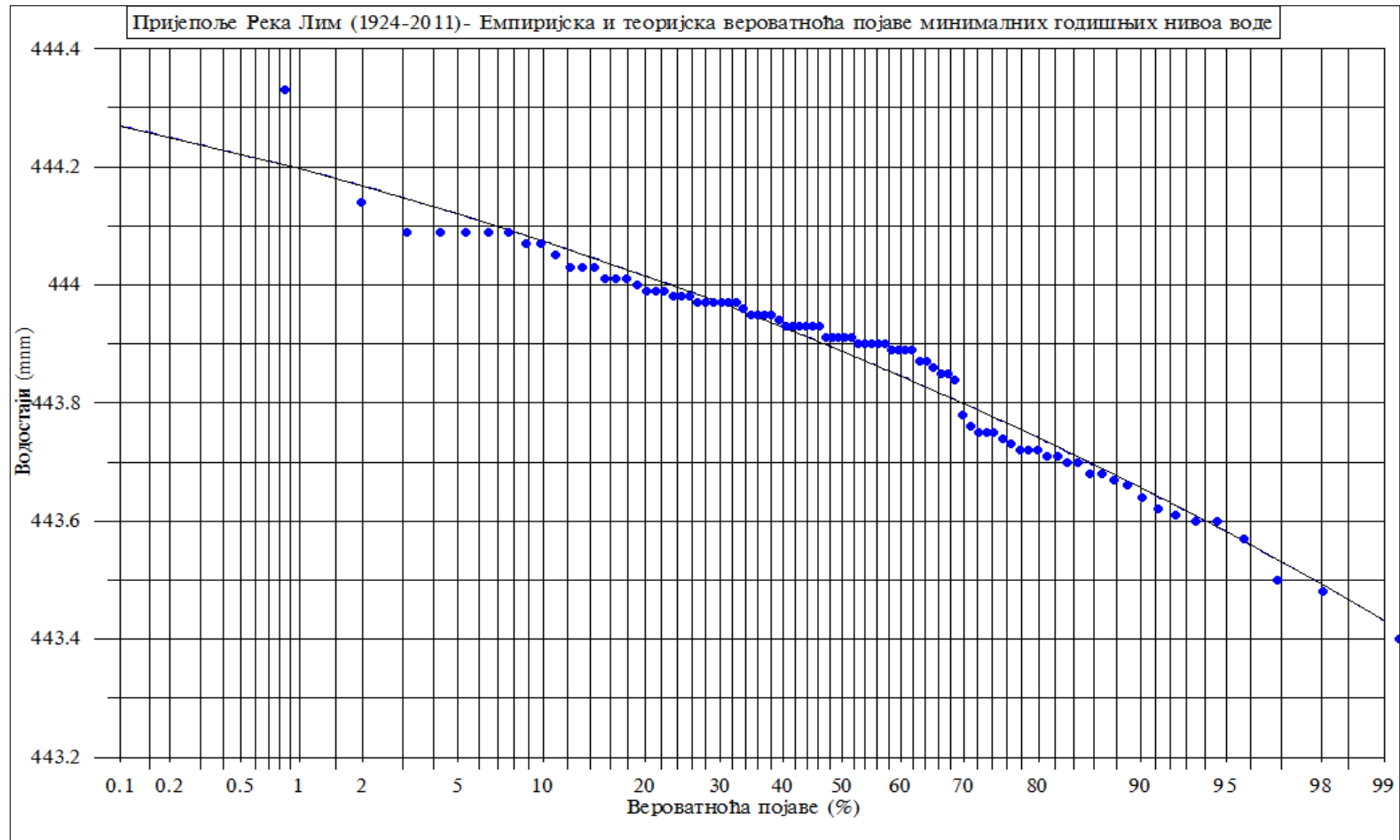
Дијаграм 3. Вероватноћа појаве минималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Лешница, река Јадар



**Дијаграм 4.** Вероватноћа појаве минималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Прибој, река Лим

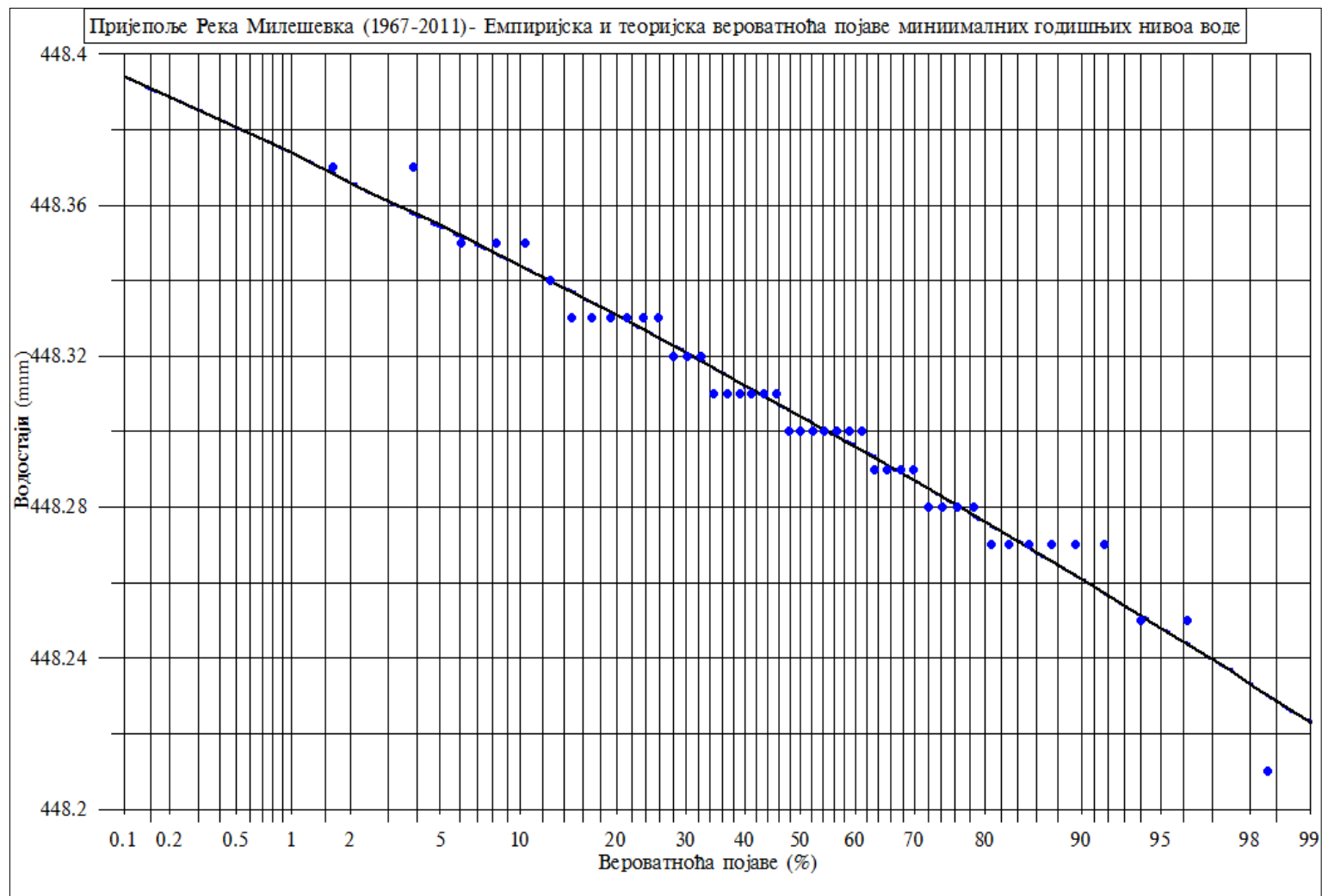


Дијаграм 5. Вероватноће појаве минималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Пријеполје, река Лим

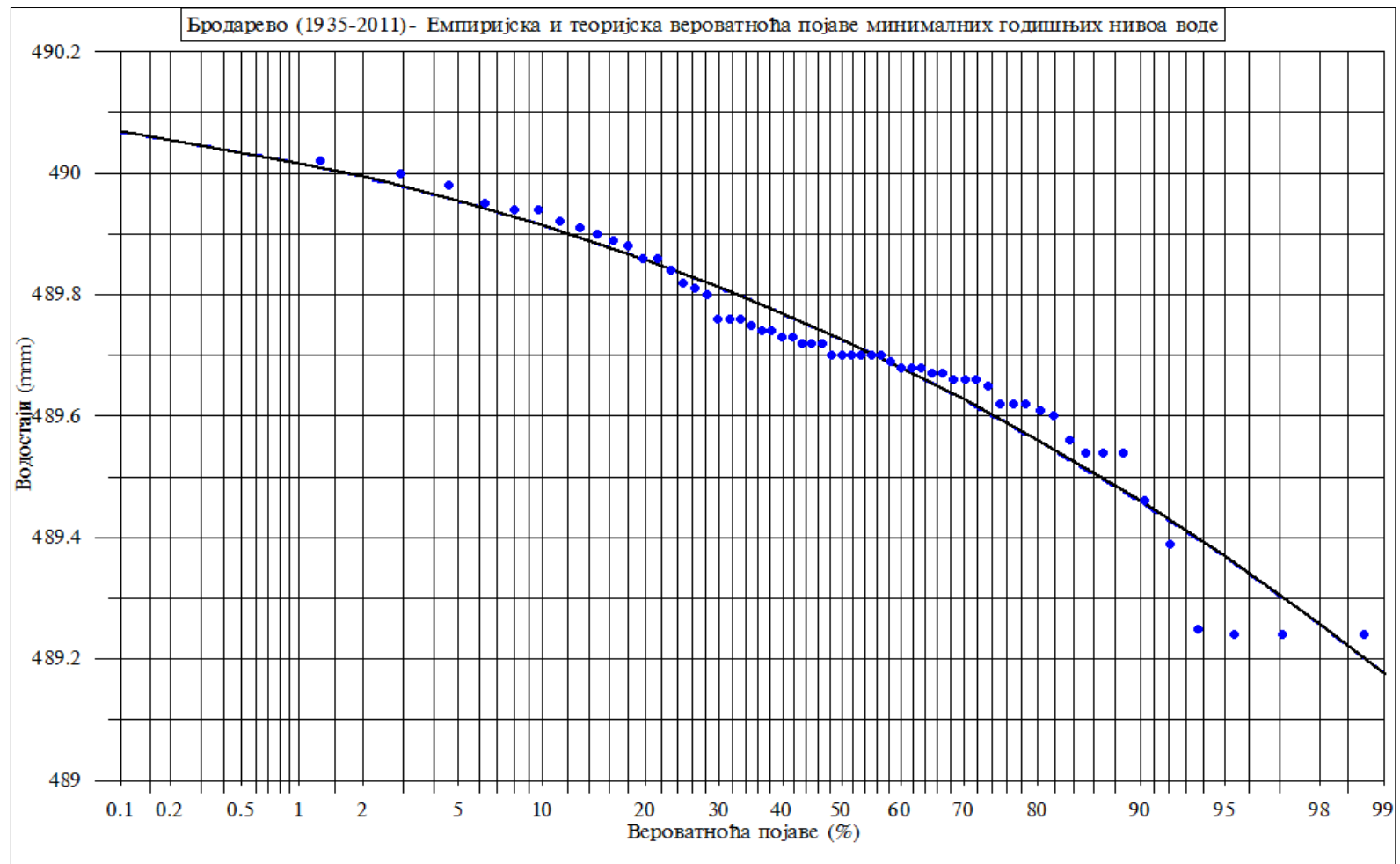




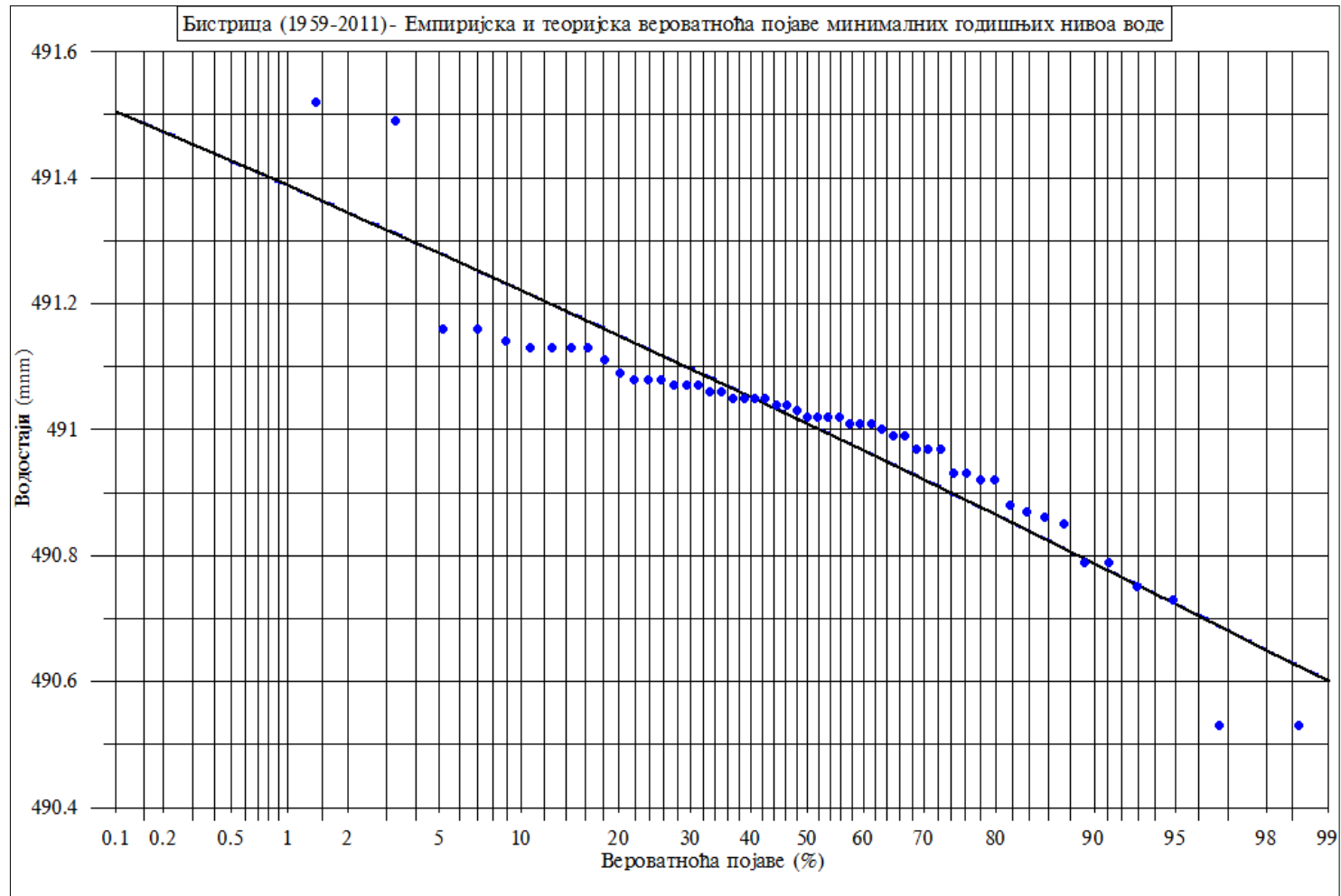
Дијаграм 6. Вероватноћа појаве минималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Пријеполје, река Милешевка



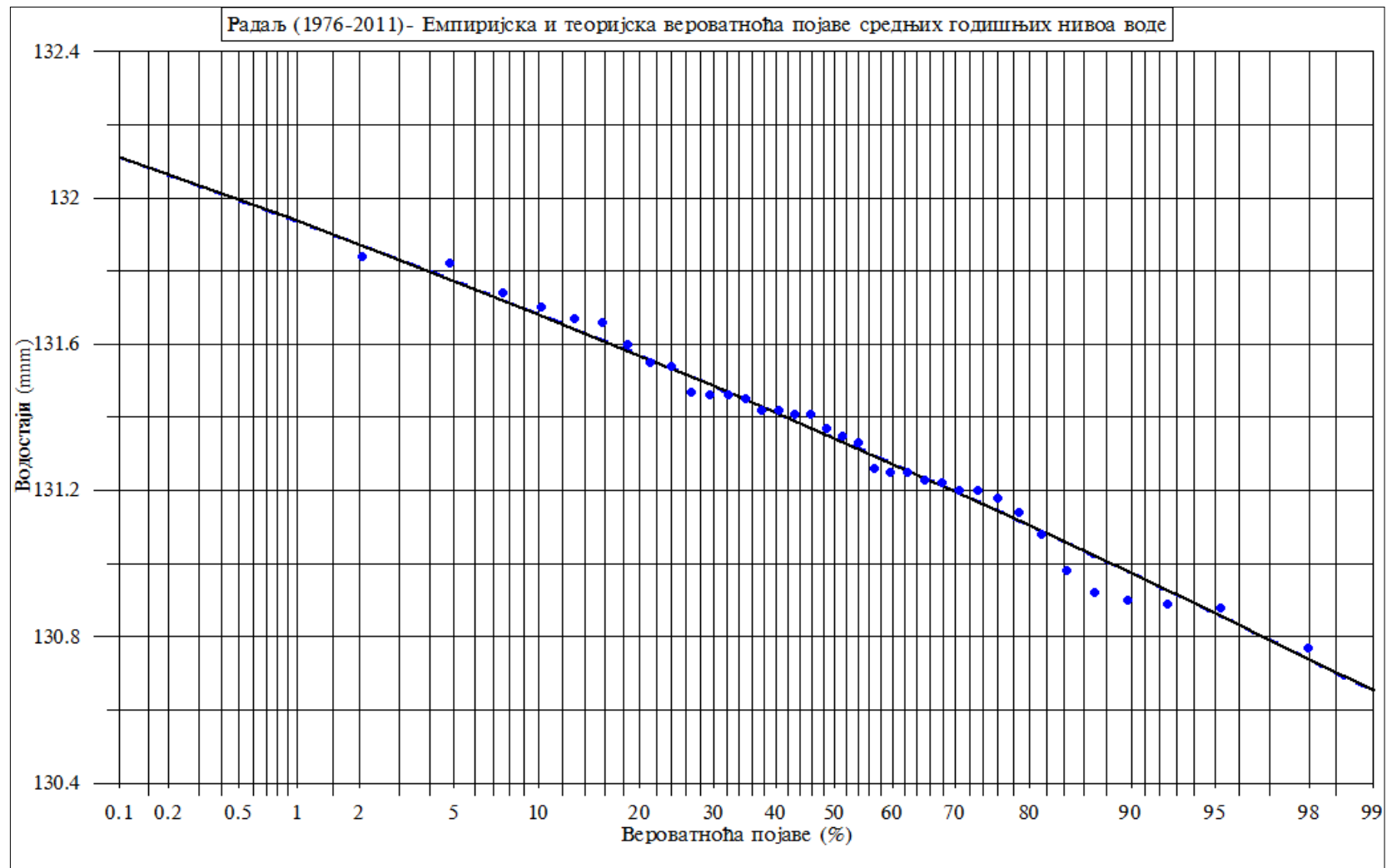
Дијаграм 7. Вероватноћа појаве минималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Бродарево, река Лим



Дијаграм 8. Вероватноћа појаве минималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Бистрица, река Бистрица

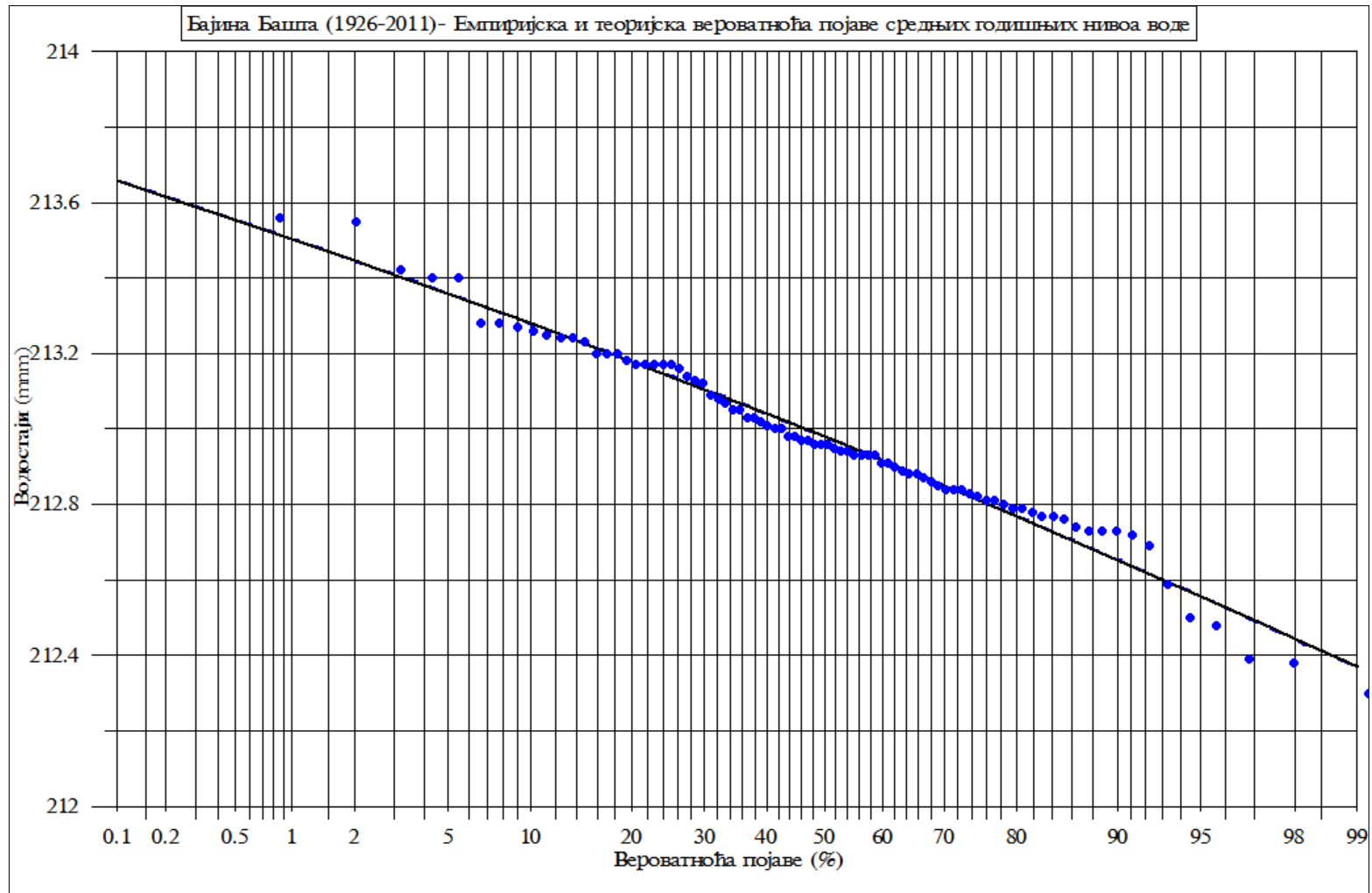


Дијаграм 9. Вероватноћа појаве средњих годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Радаљ, река Дрина

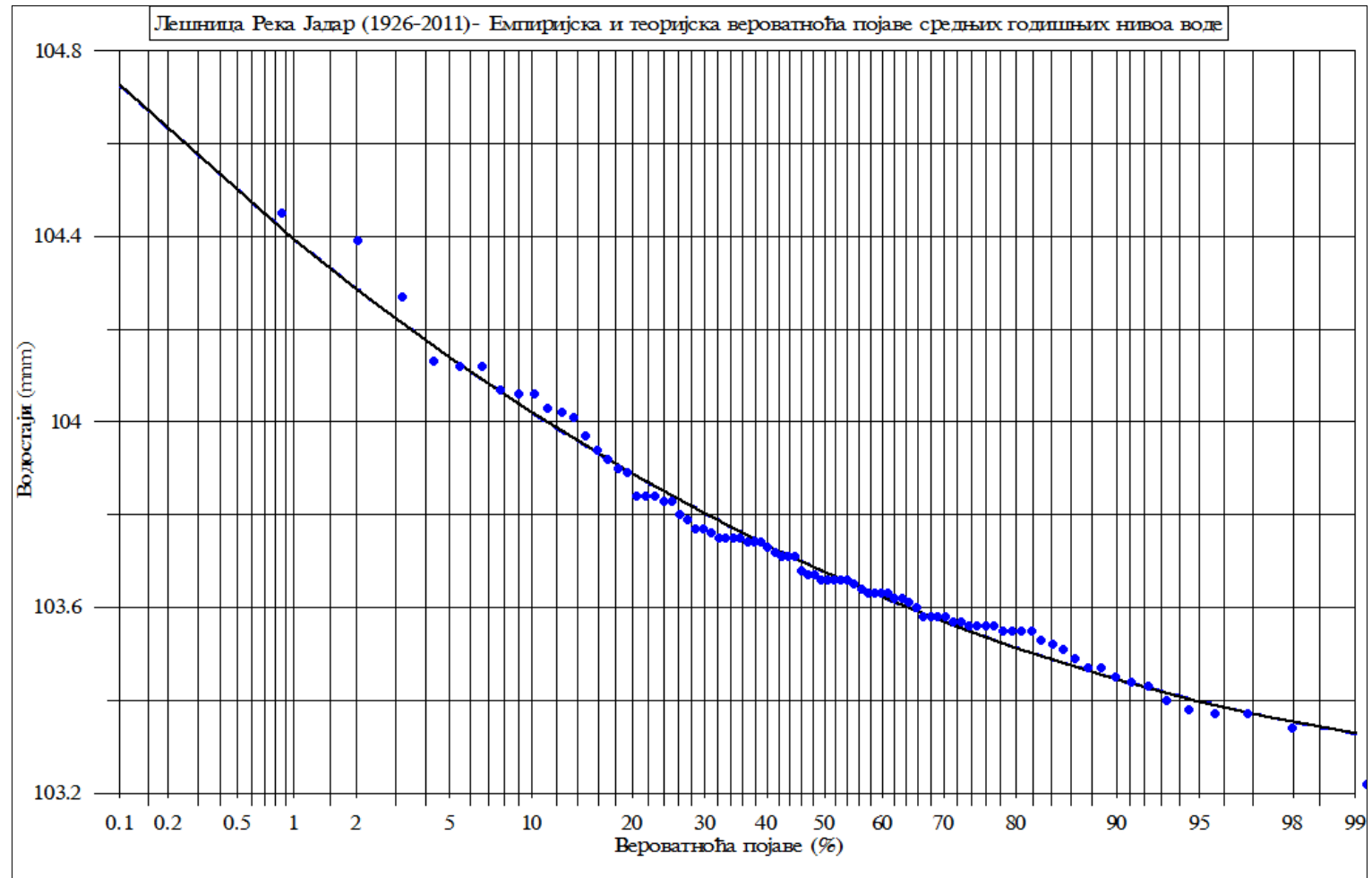




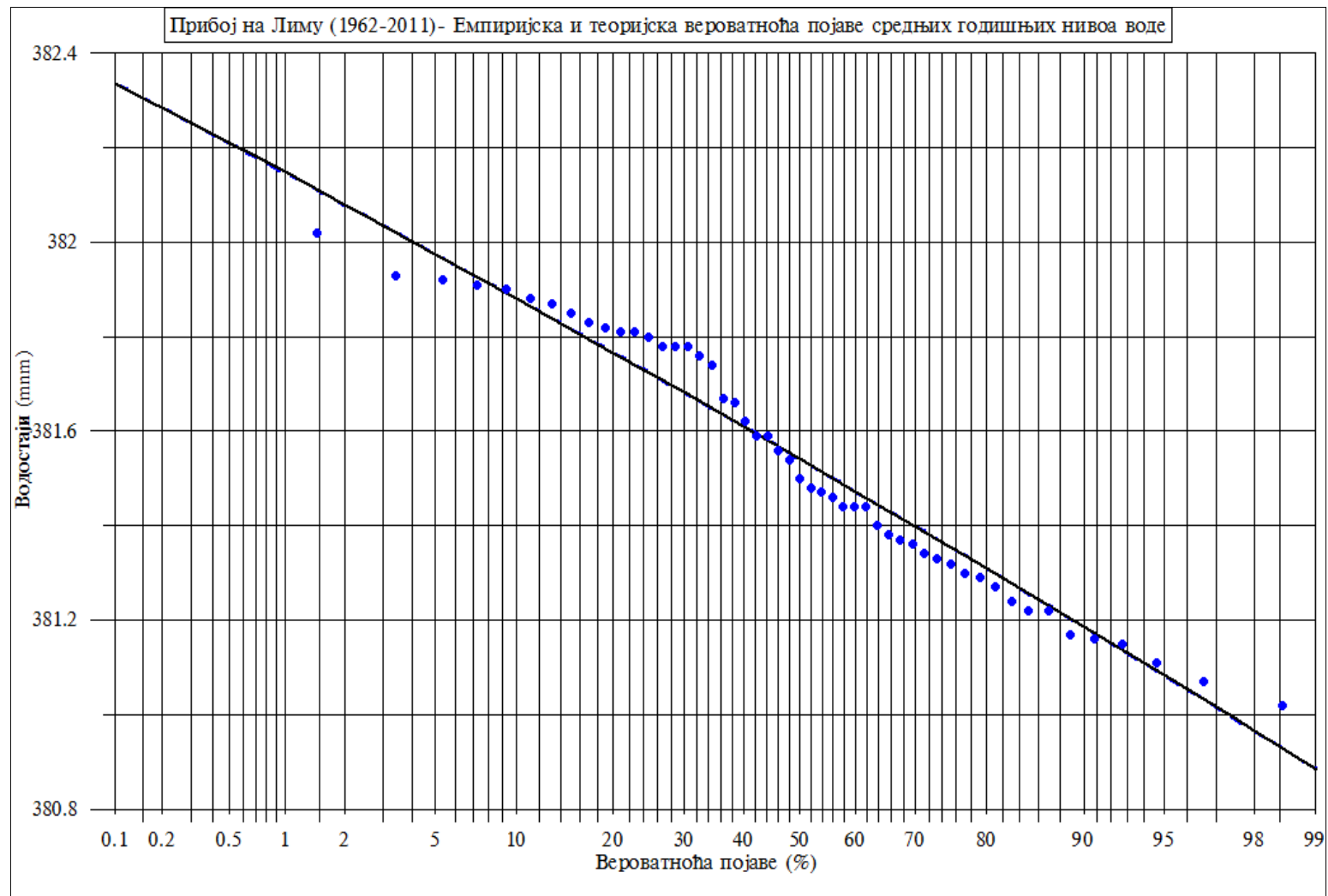
**Дијаграм 10.** Вероватноћа појаве средњих годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Бајина Башта, река Дрина



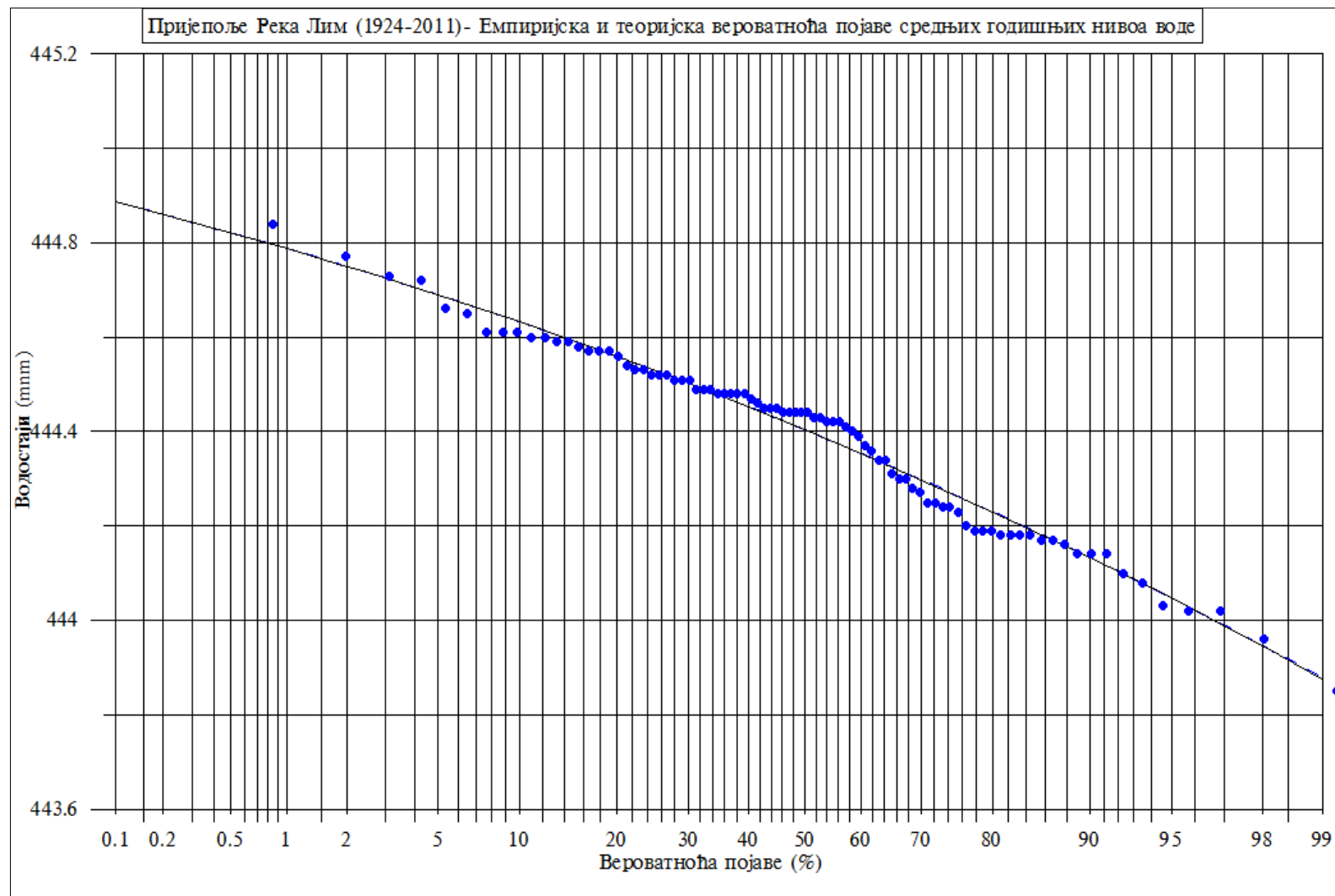
Дијаграм 11. Вероватноћа појаве средњих годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Лешница, река Јадар



Дијаграм 12. Вероватноћа појаве средњих годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Прибој, река Лим

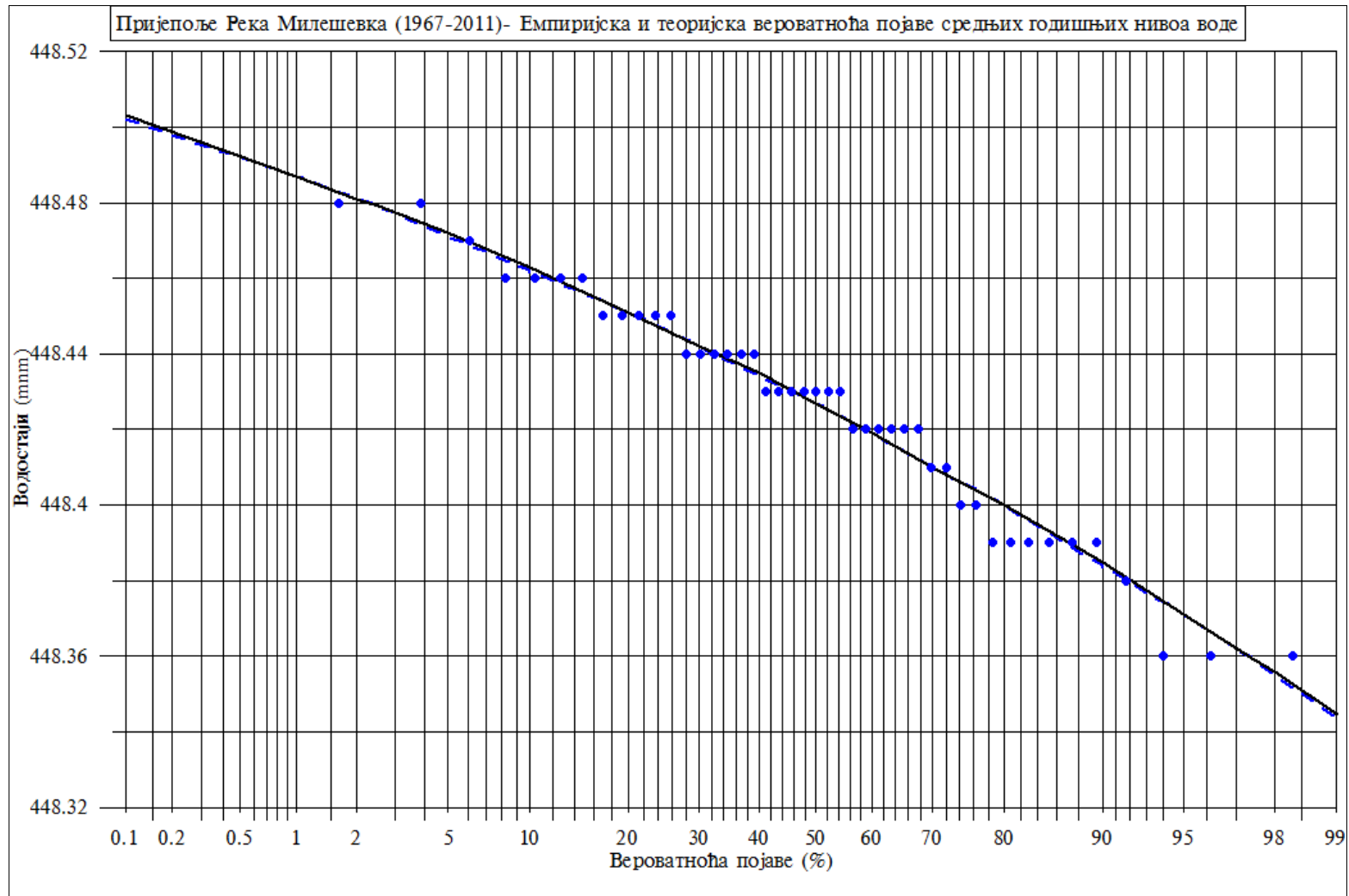


Дијаграм 13. Вероватноћа појаве средњих годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Пријеполје, река Лим

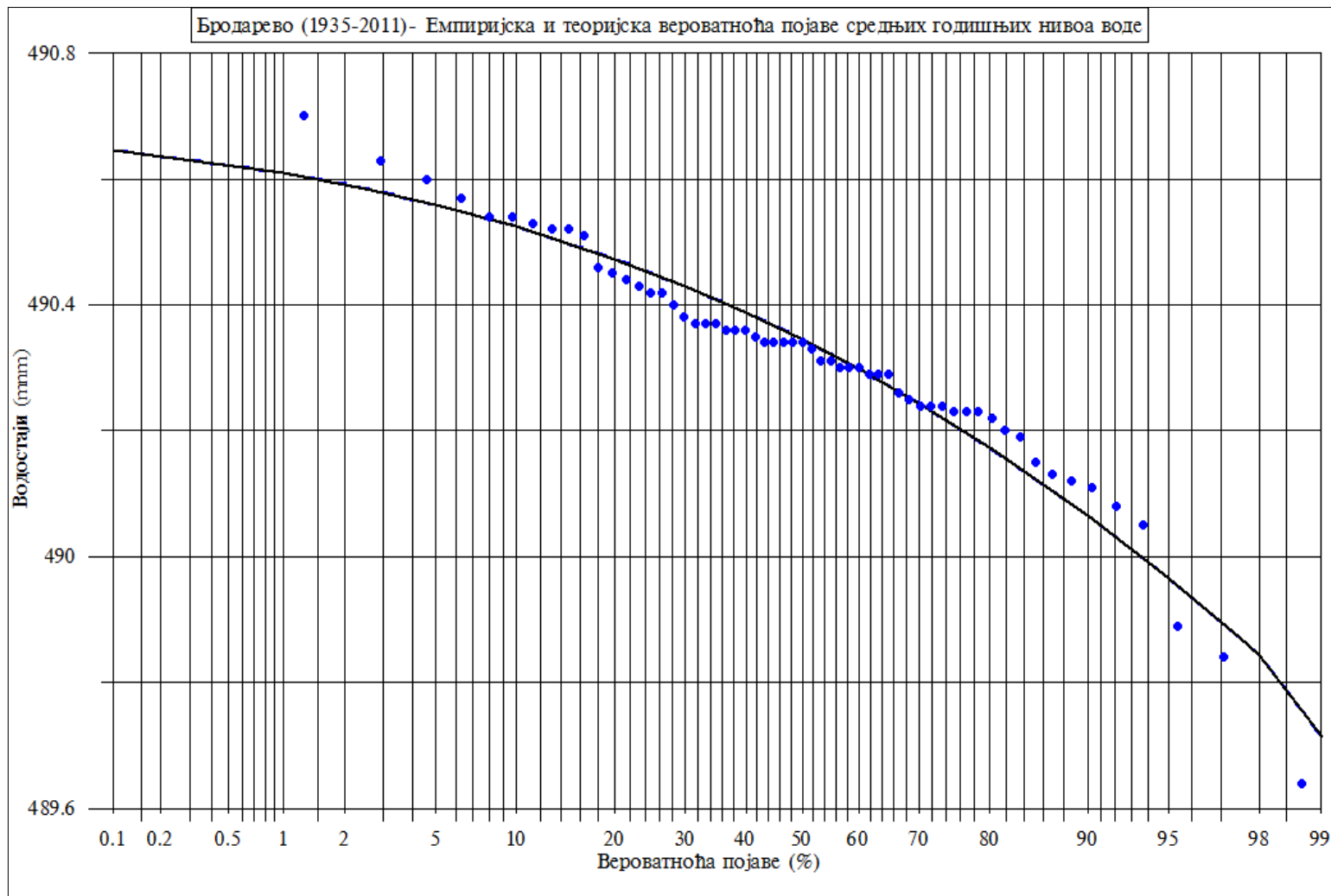




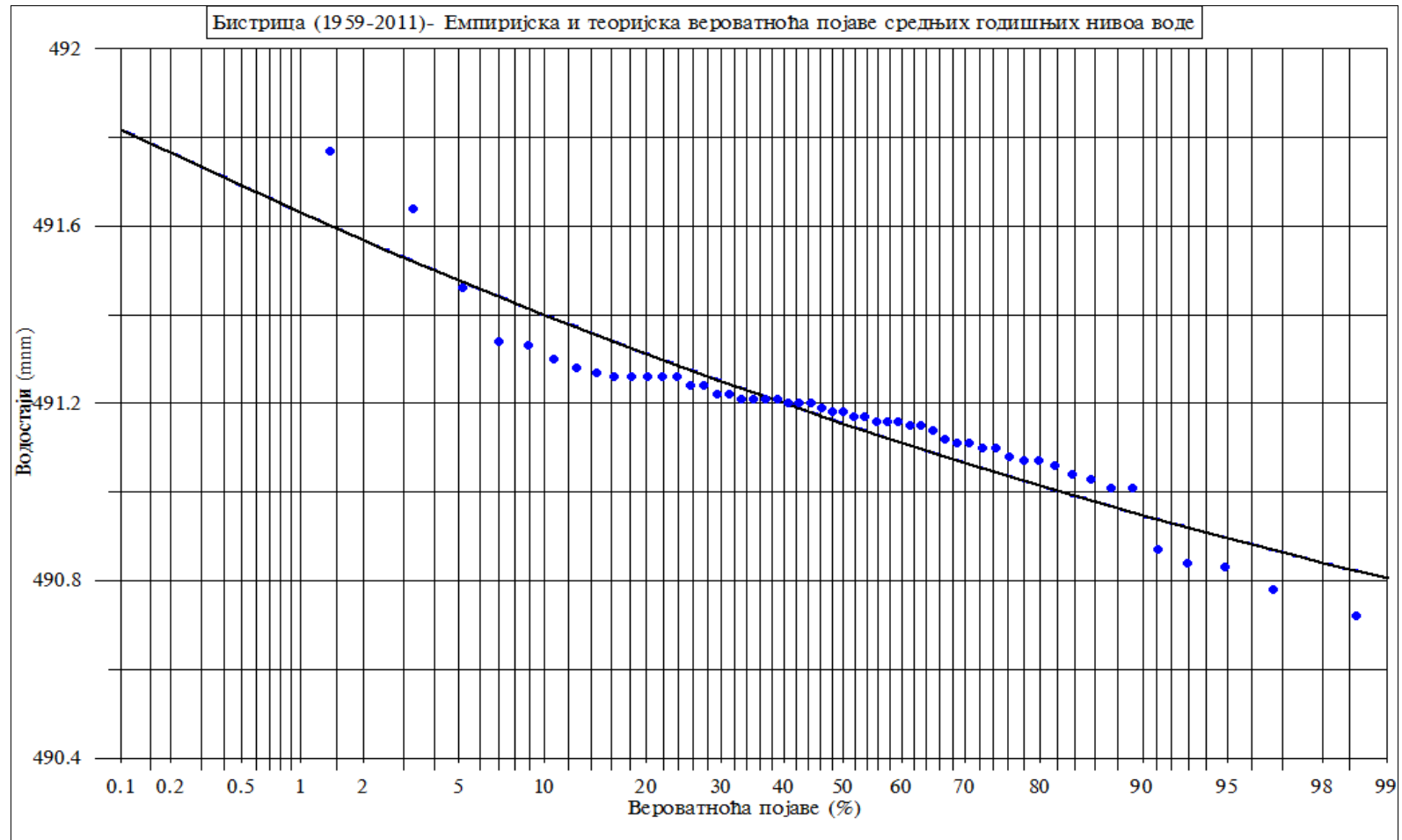
Дијаграм 14. Вероватноћа појаве средњих годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Пријеполје, река Милешевка



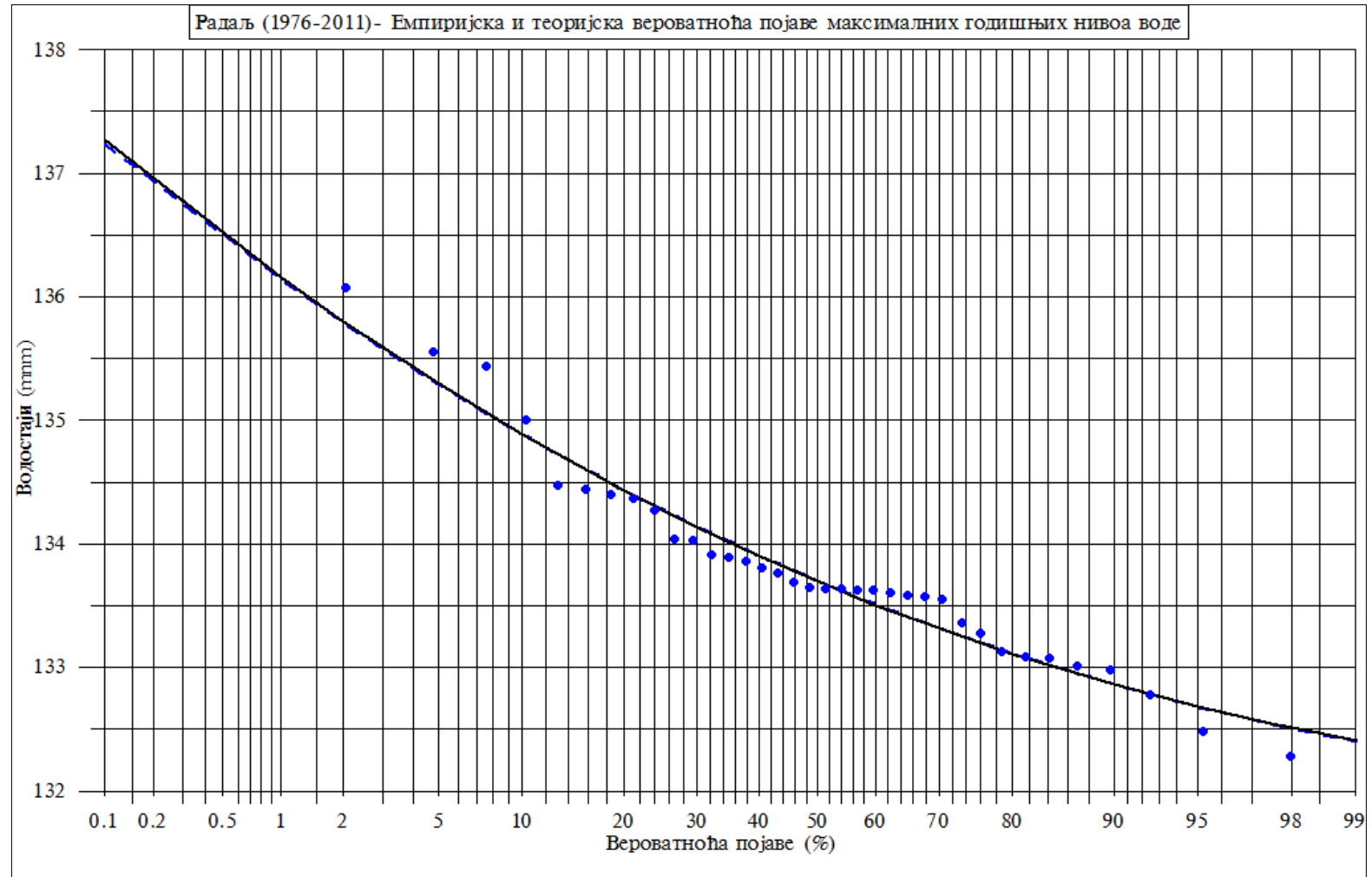
**Дијаграм 15.** Вероватноћа појаве средњих годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Бродарево, река Лим



**Дијаграм 16.** Вероватноћа појаве средњих годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Бистрица, река Бистрица

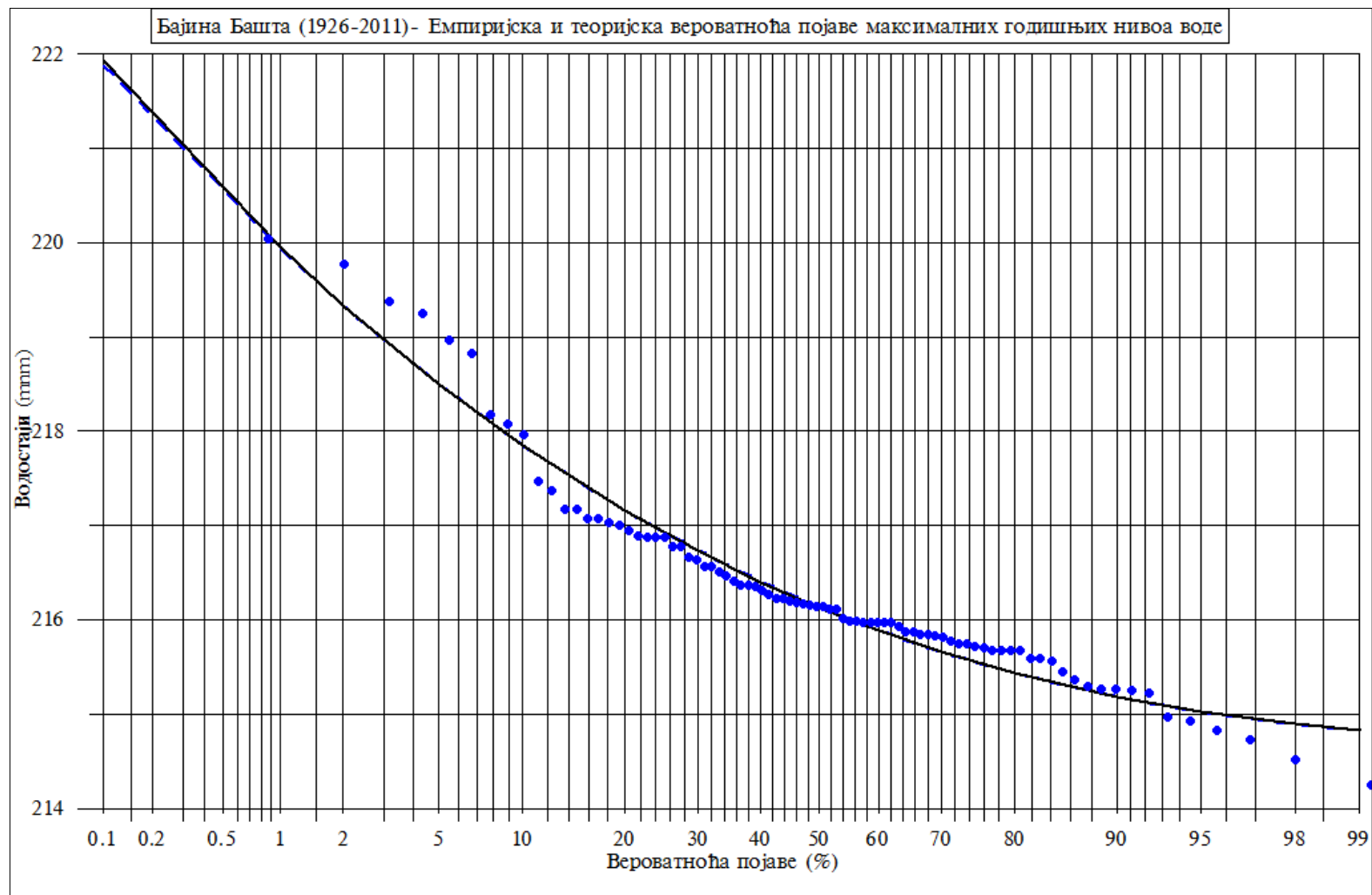


Дијаграм 17. Вероватноћа појаве максималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Радаљ, река Дрина

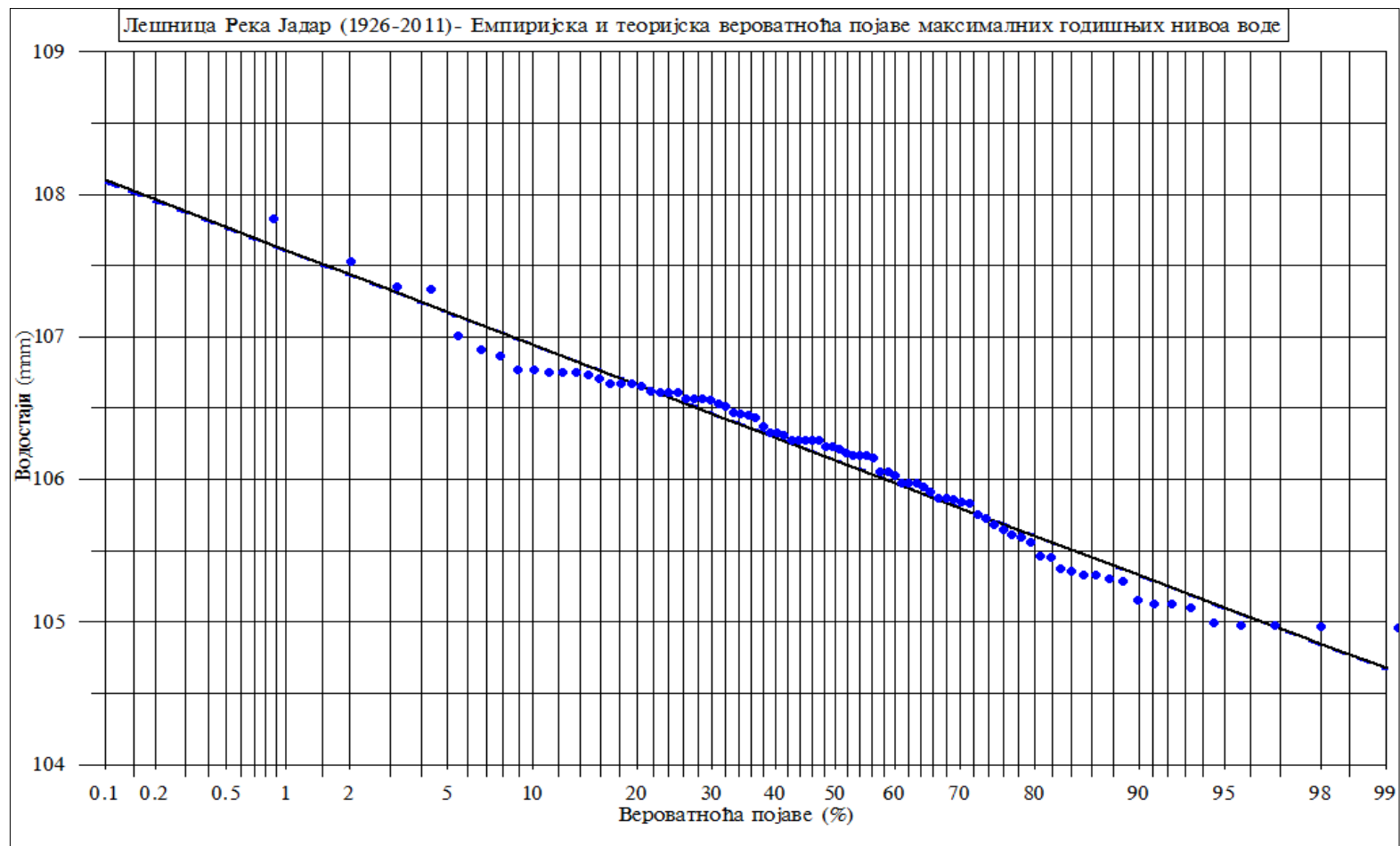




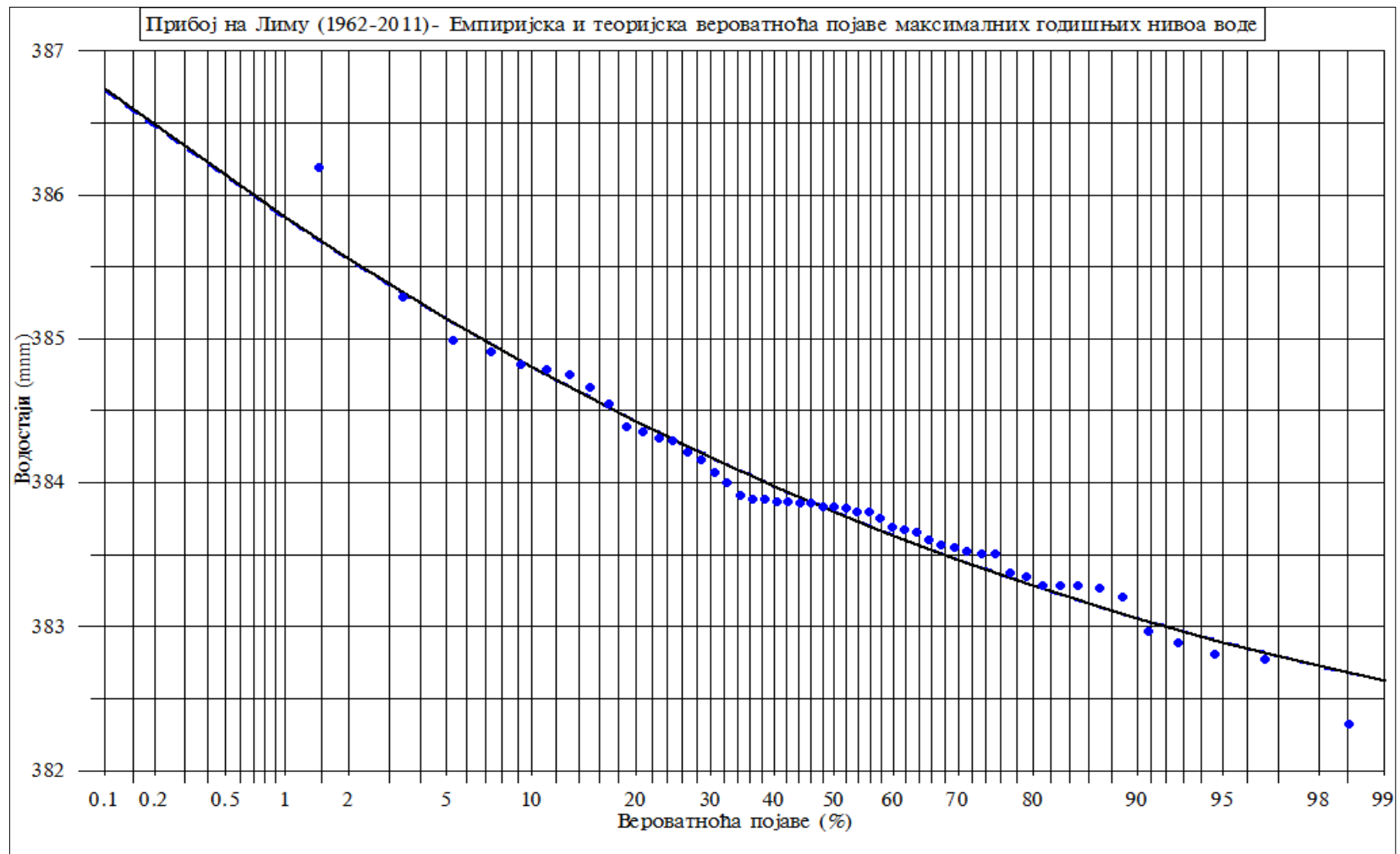
**Дијаграм 18.** Вероватноћа појаве максималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Бајина Башта, река Дрина



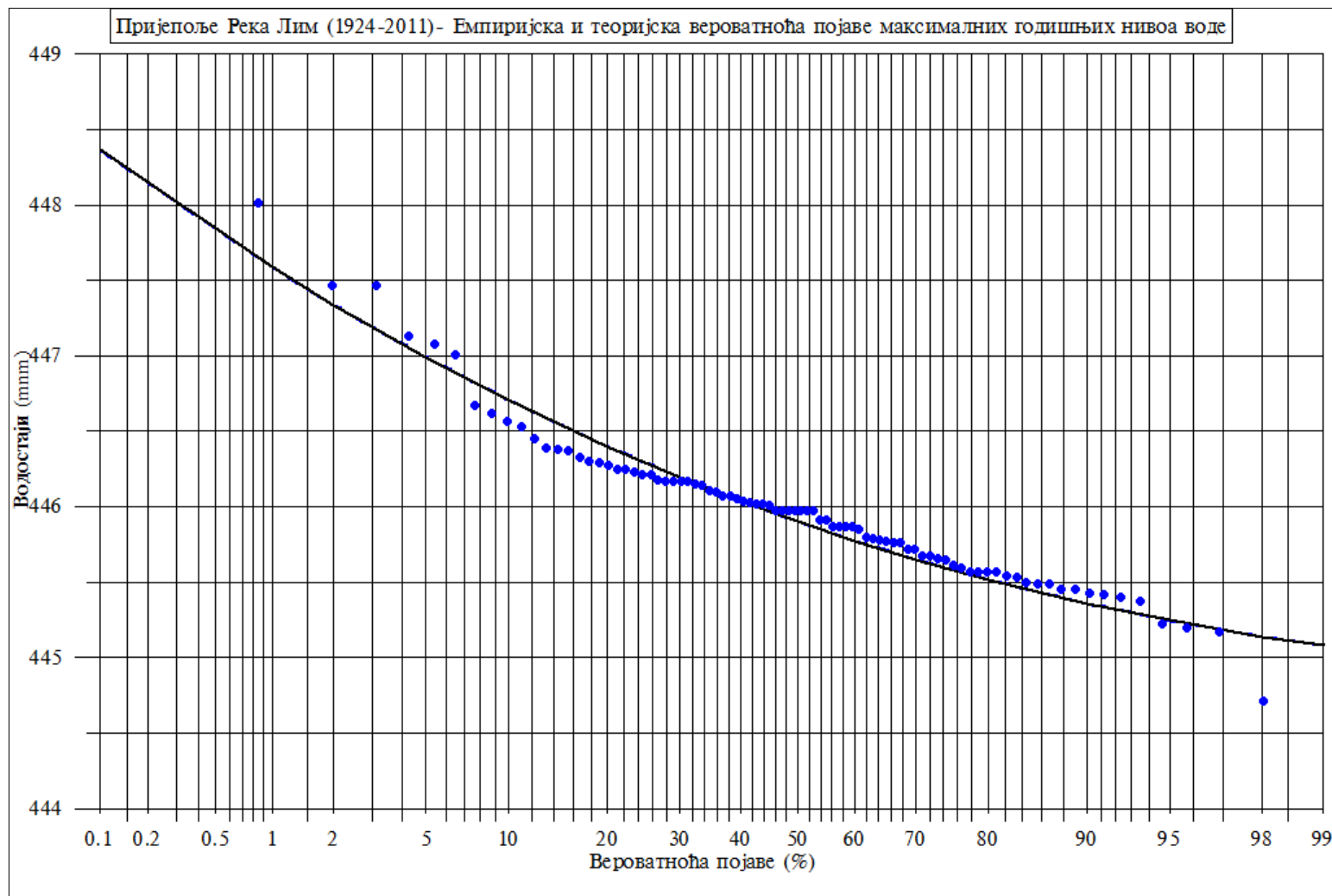
Дијаграм 19. Вероватноћа појаве максималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Лешница, река Јадар



Дијаграм 20. Вероватноћа појаве максималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Прибој, река Лим

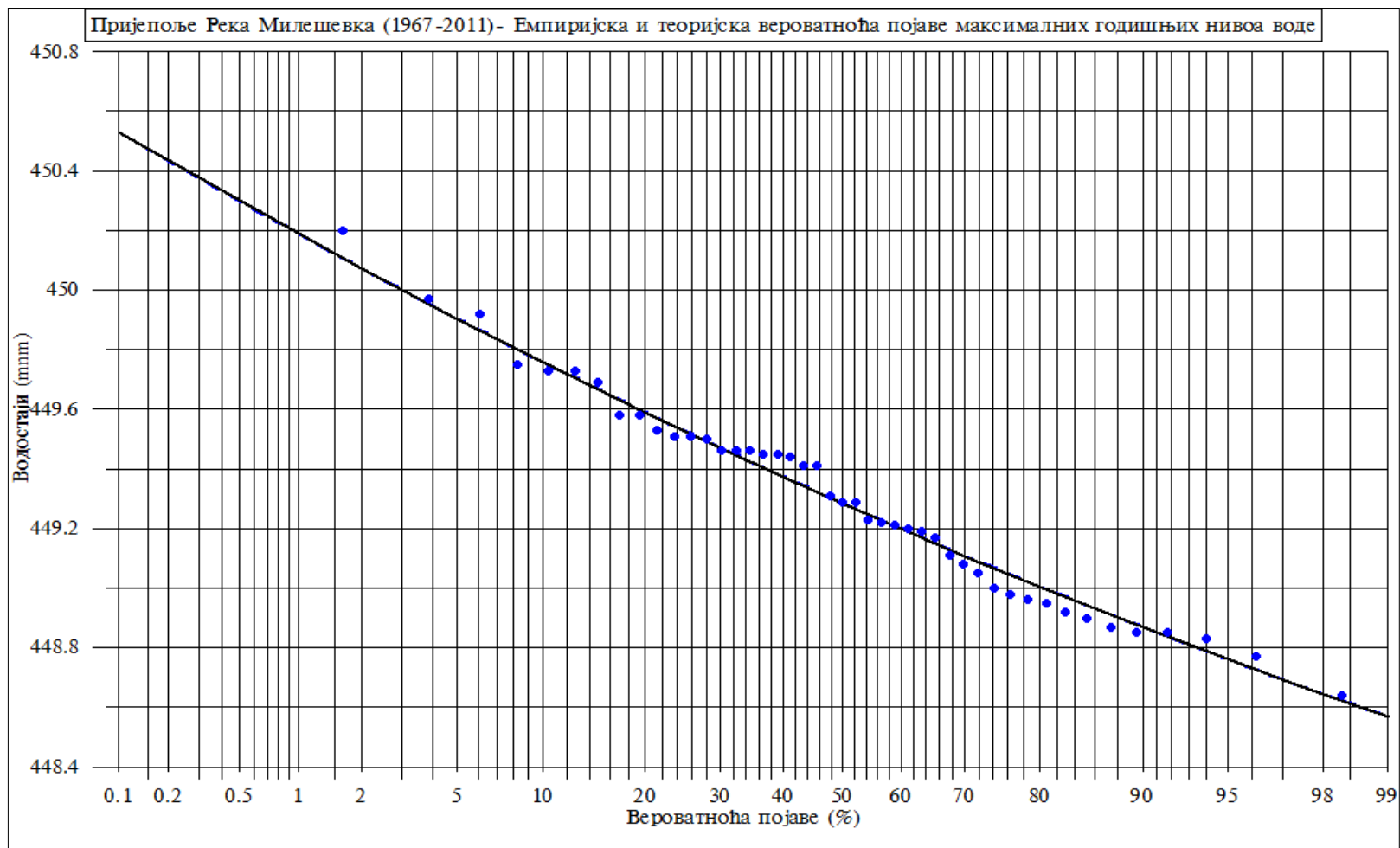


Дијаграм 21. Вероватноћа појаве максималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Пријеполје, река Лим

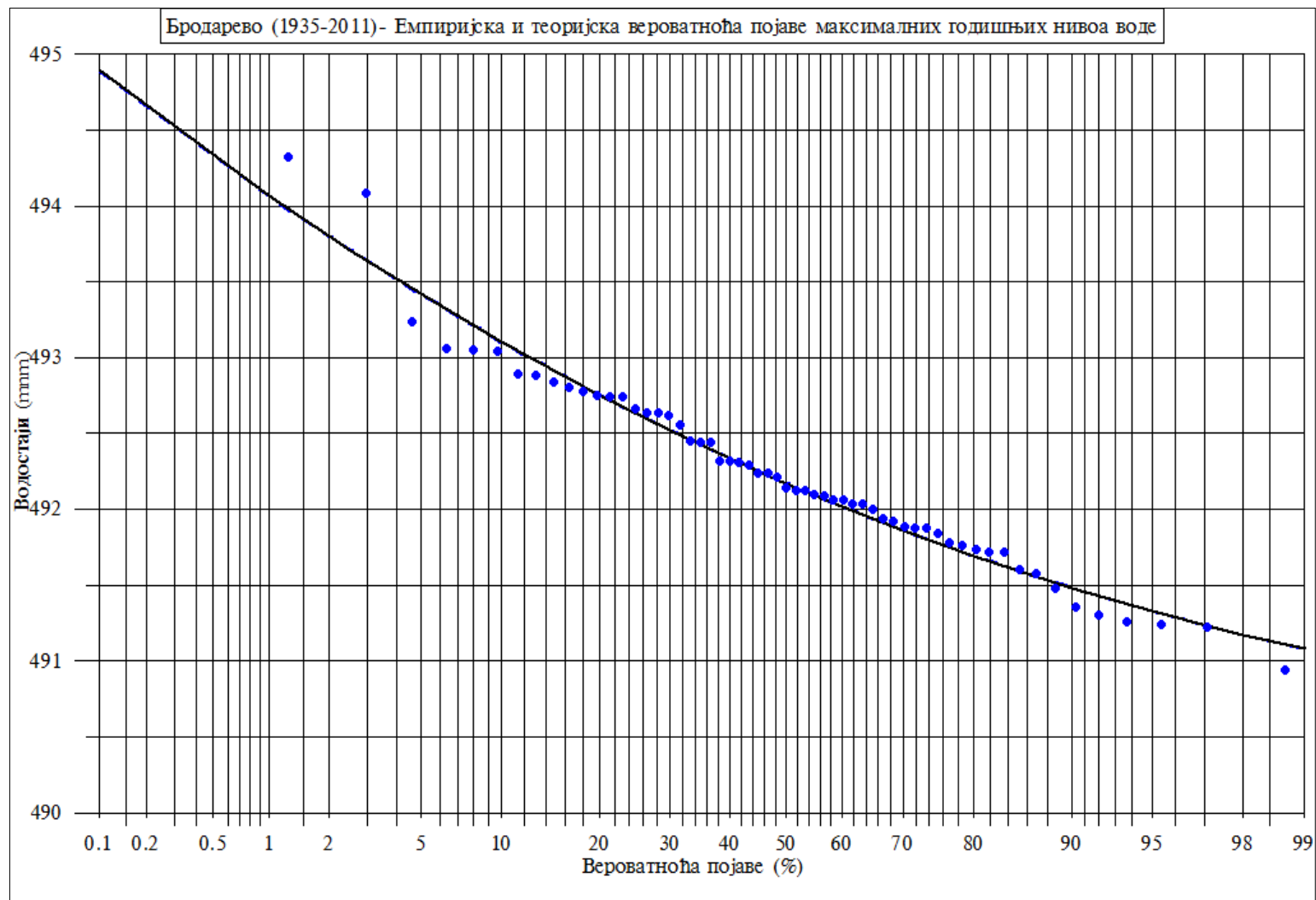




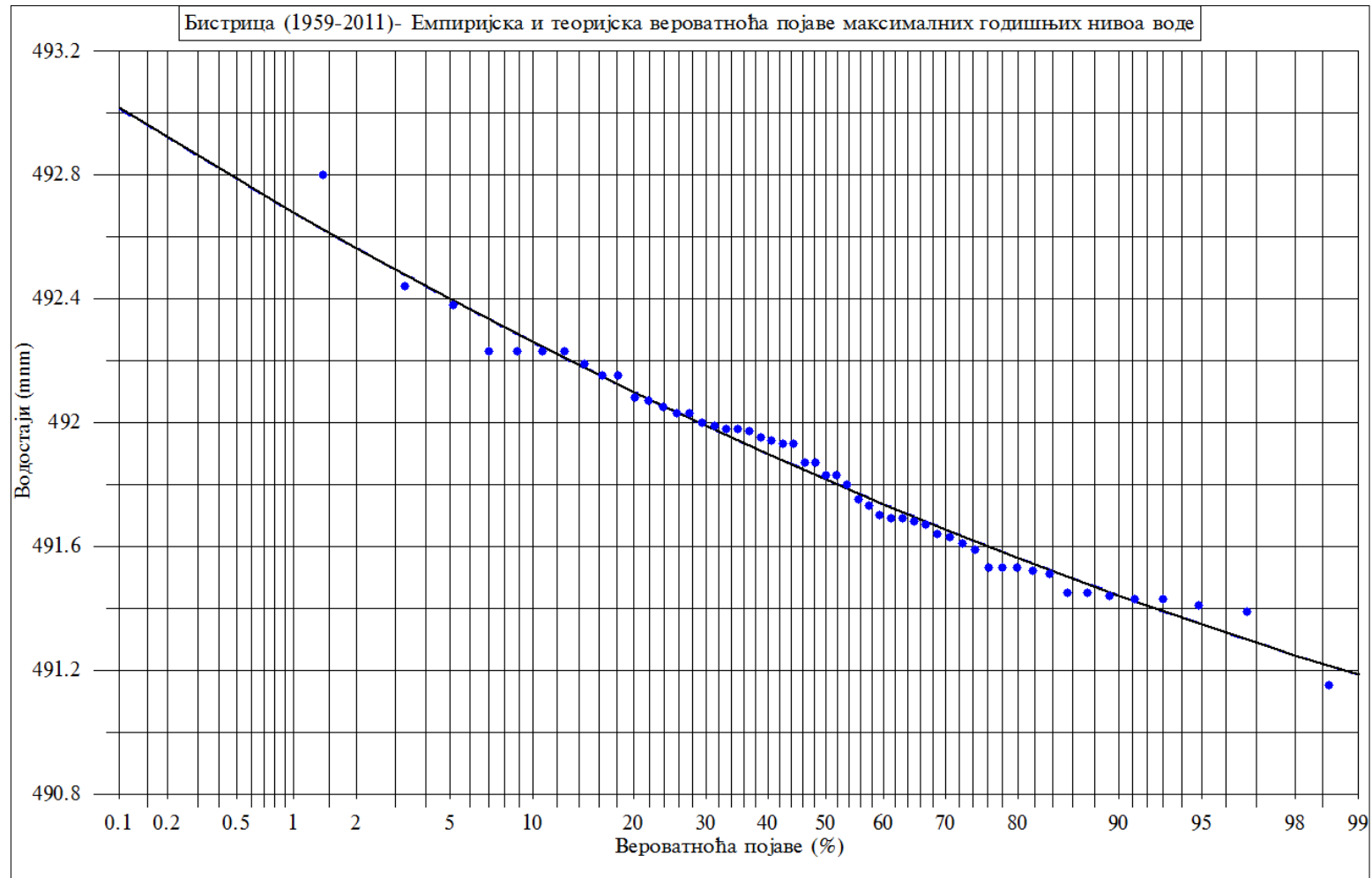
Дијаграм 22. Вероватноћа појаве максималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Пријеполје, река Милешевка



**Дијаграм 23.** Вероватноћа појаве максималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Бродарево, река Лим



**Дијаграм 24.** Вероватноћа појаве максималних годишњих нивоа воде за хидролошку станицу Бистрица, река Лим



**9.2. Варијанте регресионог модела за експерименталне деонице 1  
и 2, у програму Statgraphics centurion**

## Експериментална деоница 1, река Дрина (дескриптивна статистика)

Summary Statistics

	Col_1	Col_2	Col_3	Col_4	Col_5	Col_6
Count	25	25	25	25	25	25
Average	159,6	90,872	146,8	151,188	11313,0	950,312
Standard deviation	47,3242	43,1004	39,4842	40,6468	37974,9	3189,9
Coeff. of variation	29,6518%	47,4297%	26,8966%	26,885%	335,677%	335,669%
Minimum	111,0	45,6	108,5	111,7	16,6	1,4
Maximum	263,0	170,2	225,5	232,0	182102,	15296,6
Range	152,0	124,6	117,0	120,3	182085,	15295,2
Std. skewness	1,71929	1,43154	1,85584	1,84879	8,61293	8,61289
Std. kurtosis	-0,604667	-1,15733	-0,574251	-0,583723	19,0764	19,0763

### The StatAdvisor

This table shows summary statistics for each of the selected data variables. It includes measures of central tendency, measures of variability, and measures of shape. Of particular interest here are the standardized skewness and standardized kurtosis, which can be used to determine whether the sample comes from a normal distribution. Values of these statistics outside the range of -2 to +2 indicate significant departures from normality, which would tend to invalidate many of the statistical procedures normally applied to this data. In this case, the following variables show standardized skewness values outside the expected range:

Col\_5  
Col\_6

The following variables show standardized kurtosis values outside the expected range:

Col\_5  
Col\_6

To make the variables more normal, you might try a transformation such as LOG(Y), SQRT(Y), or 1/Y.

## Експериментална деоница 1, река Дрина (корелација)

Correlations

	Col_1	Col_2	Col_3	Col_4	Col_5	Col_6
Col_1		0,9391	0,9363	0,9364	-0,0747	-0,0747
		(25)	(25)	(25)	(25)	(25)
		0,0000	0,0000	0,0000	0,7226	0,7226
Col_2	0,9391		0,9935	0,9937	-0,0355	-0,0355
	(25)		(25)	(25)	(25)	(25)
	0,0000		0,0000	0,0000	0,8663	0,8663
Col_3	0,9363	0,9935		1,0000	-0,0194	-0,0194
	(25)	(25)		(25)	(25)	(25)
	0,0000	0,0000		0,0000	0,9268	0,9268
Col_4	0,9364	0,9937	1,0000		-0,0203	-0,0203
	(25)	(25)	(25)		(25)	(25)
	0,0000	0,0000	0,0000		0,9232	0,9232
Col_5	-0,0747	-0,0355	-0,0194	-0,0203		1,0000
	(25)	(25)	(25)	(25)		(25)
	0,7226	0,8663	0,9268	0,9232		0,0000
Col_6	-0,0747	-0,0355	-0,0194	-0,0203	1,0000	
	(25)	(25)	(25)	(25)	(25)	
	0,7226	0,8663	0,9268	0,9232	0,0000	

Correlation  
(Sample Size)  
P-Value

### The StatAdvisor

This table shows Pearson product moment correlations between each pair of variables. These correlation coefficients range between -1 and +1 and measure the strength of the linear relationship between the variables. Also shown in parentheses is the number of pairs of data values used to compute each coefficient. The third number in each location of the table is a P-value which tests the statistical significance of the estimated correlations. P-values below 0,05 indicate statistically significant non-zero correlations at the 95,0% confidence level. The following pairs of variables have P-values below 0,05:

Col\_1 and Col\_2  
Col\_1 and Col\_3  
Col\_1 and Col\_4  
Col\_2 and Col\_3  
Col\_2 and Col\_4  
Col\_3 and Col\_4  
Col\_5 and Col\_6



## Експериментална деоница 1, река Дрина (модел 1Д)

### Multiple Regression - Col\_4

Dependent variable: Col\_4

Independent variables:

Col\_1  
Col\_2  
Col\_3  
Col\_5  
Col\_6

Parameter	Estimate	Standard Error	T	P-Value
CONSTANT	1,41337	0,506754	2,78906	0,0117
Col_1	-0,000702631	0,00215969	-0,325339	0,7485
Col_2	0,0195181	0,0072071	2,70818	0,0139
Col_3	1,00901	0,00774041	130,356	0,0000
Col_5	0,00346449	0,0186581	0,185683	0,8547
Col_6	-0,0412523	0,22212	-0,18572	0,8546

### Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	39651,4	5	7930,29	280113,63	0,0000
Residual	0,537908	19	0,028311		
Total (Corr.)	39652,0	24			

R-squared = 99,9986 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 99,9983 percent

Standard Error of Est. = 0,168259

Mean absolute error = 0,0811324

Durbin-Watson statistic = 2,17545 (P=0,4930)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,0941905

### The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between Col\_4 and 5 independent variables. The equation of the fitted model is

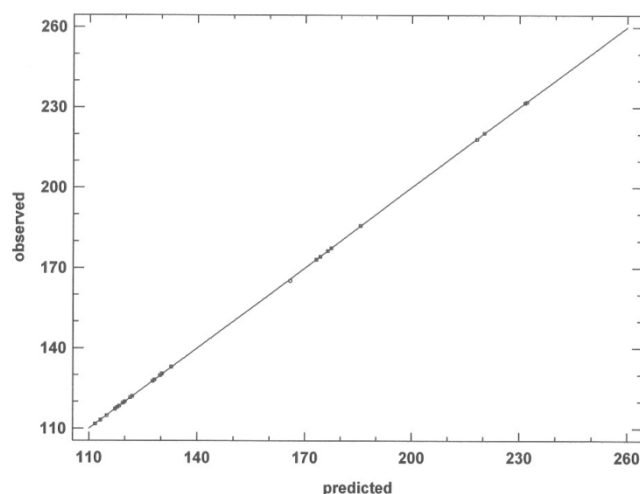
$$\text{Col}_4 = 1,41337 - 0,000702631 * \text{Col}_1 + 0,0195181 * \text{Col}_2 + 1,00901 * \text{Col}_3 + 0,00346449 * \text{Col}_5 - 0,0412523 * \text{Col}_6$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 99,9986% of the variability in Col\_4. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 99,9983%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,168259. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 0,0811324 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

In determining whether the model can be simplified, notice that the highest P-value on the independent variables is 0,8547, belonging to Col\_5. Since the P-value is greater or equal to 0,05, that term is not statistically significant at the 95,0% or higher confidence level. Consequently, you should consider removing Col\_5 from the model.

Plot of Col\_4



Графикон 6. Модел 1Д

## Експериментална деоница 1, река Дрина (модел 2Д)

### Multiple Regression - Col\_4

Dependent variable: Col\_4

Independent variables:

Col\_1  
Col\_2  
Col\_3  
Col\_5  
Col\_6

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	1,42237	0,467731	3,041	0,0060
Col_2	0,0198409	0,00659737	3,0074	0,0065
Col_3	1,00792	0,00720159	139,958	0,0000

### Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	39651,4	2	19825,7	783538,09	0,0000
Residual	0,556662	22	0,0253028		
Total (Corr.)	39652,0	24			

R-squared = 99,9986 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 99,9985 percent

Standard Error of Est. = 0,159069

Mean absolute error = 0,0924273

Durbin-Watson statistic = 2,06098 (P=0,4011)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,0371802

### Stepwise regression

Method: forward selection

P-to-enter: 0,05

P-to-remove: 0,05

### Step 0:

0 variables in the model. 24 d.f. for error.

R-squared = 0,00% Adjusted R-squared = 0,00% MSE = 1652,17

### Step 1:

Adding variable Col\_3 with P-to-enter =0

1 variables in the model. 23 d.f. for error.

R-squared =100,00% Adjusted R-squared = 100,00% MSE = 0,0341527

### Step 2:

Adding variable Col\_2 with P-to-enter =0,00648241

2 variables in the model. 22 d.f. for error.

R-squared =100,00% Adjusted R-squared = 100,00% MSE = 0,0253028

Final model selected.

### The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between Col\_4 and 5 independent variables.

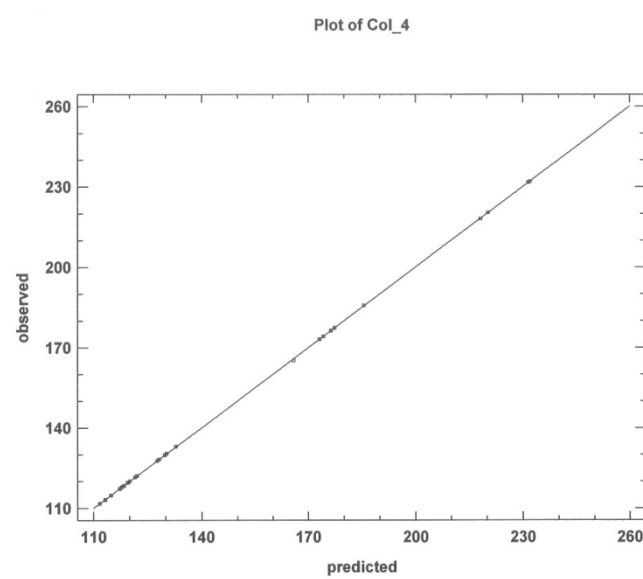
The equation of the fitted model is

$$\text{Col}_4 = 1,42237 + 0,0198409 \cdot \text{Col}_2 + 1,00792 \cdot \text{Col}_3$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 99,9986% of the variability in Col\_4. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 99,9985%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,159069. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 0,0924273 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

In determining whether the model can be simplified, notice that the highest P-value on the independent variables is 0,0065, belonging to Col\_2. Since the P-value is less than 0,05, that term is statistically significant at the 95,0% confidence level. Consequently, you probably don't want to remove any variables from the model.



**Графикон 7. Модел 2Д**

## Експериментална деоница 1, река Дрина (модел 3Д)

### Multiple Regression - Col\_1

Dependent variable: Col\_1

Independent variables:

Col\_2  
Col\_3  
Col\_4  
Col\_5  
Col\_6

Parameter	Estimate	Standard Error	T	P-Value
CONSTANT	54,4576	62,4931	0,871418	0,3944
Col_2	0,817289	0,879038	0,929753	0,3642
Col_3	8,33759	24,4602	0,340863	0,7369
Col_4	-7,88456	24,2349	-0,325339	0,7485
Col_5	1,2116	1,95865	0,618589	0,5435
Col_6	-14,4245	23,3172	-0,618621	0,5435

### Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	47713,9	5	9542,77	30,04	0,0000
Residual	6036,13	19	317,691		
Total (Corr.)	53750,0	24			

R-squared = 88,77 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 85,8147 percent

Standard Error of Est. = 17,8239

Mean absolute error = 11,2259

Durbin-Watson statistic = 1,80949 (P=0,1799)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,0671952

### The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between Col\_1 and 5 independent variables. The equation of the fitted model is

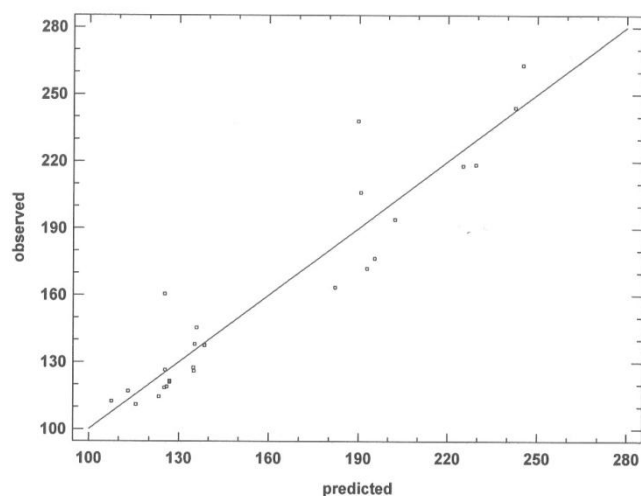
$$\text{Col}_1 = 54,4576 + 0,817289 \cdot \text{Col}_2 + 8,33759 \cdot \text{Col}_3 - 7,88456 \cdot \text{Col}_4 + 1,2116 \cdot \text{Col}_5 - 14,4245 \cdot \text{Col}_6$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 88,77% of the variability in Col\_1. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 85,8147%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 17,8239. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 11,2259 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

In determining whether the model can be simplified, notice that the highest P-value on the independent variables is 0,7485, belonging to Col\_4. Since the P-value is greater or equal to 0,05, that term is not statistically significant at the 95,0% or higher confidence level. Consequently, you should consider removing Col\_4 from the model.

Plot of Col\_1



Графикон 8. Модел 3Д

## Експериментална деоница 1, река Дрина (модел 4Д)

### Multiple Regression - Col\_1

Dependent variable: Col\_1

Independent variables:

Col\_2

Col\_3

Col\_4

Col\_5

Col\_6

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	65,8965	7,8823	8,36005	0,0000
Col_2	1,03116	0,0786617	13,1088	0,0000

### Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	47405,1	1	47405,1	171,84	0,0000
Residual	6344,94	23	275,867		
Total (Corr.)	53750,0	24			

R-squared = 88,1955 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 87,6822 percent

Standard Error of Est. = 16,6092

Mean absolute error = 11,3412

Durbin-Watson statistic = 1,67564 (P=0,1464)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,125124

### Stepwise regression

Method: forward selection

P-to-enter: 0,05

P-to-remove: 0,05

#### Step 0:

0 variables in the model. 24 d.f. for error.

R-squared = 0,00% Adjusted R-squared = 0,00% MSE = 2239,58

#### Step 1:

Adding variable Col\_2 with P-to-enter = 3,71458E-12

1 variables in the model. 23 d.f. for error.

R-squared = 88,20% Adjusted R-squared = 87,68% MSE = 275,867

Final model selected.

### The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between Col\_1 and 5 independent variables.

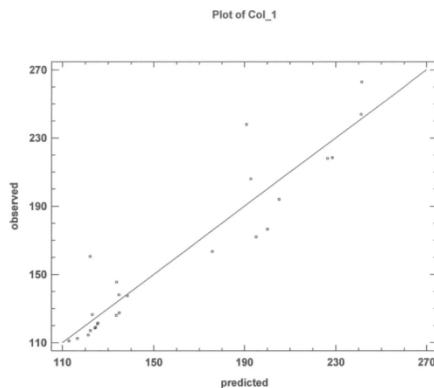
The equation of the fitted model is

$$\text{Col}_1 = 65,8965 + 1,03116 * \text{Col}_2$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 88,1955% of the variability in Col\_1. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 87,6822%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 16,6092. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 11,3412 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

In determining whether the model can be simplified, notice that the highest P-value on the independent variables is 0,0000, belonging to Col\_2. Since the P-value is less than 0,05, that term is statistically significant at the 95,0% confidence level. Consequently, you probably don't want to remove any variables from the model.



Графикон 9. Модел 4Д



Експериментална деоница 1, река Дрина (модел 5Д)

Multiple Regression - Col\_1

Dependent variable: Col\_1

Independent variables:

Col\_4

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	-5,22758	13,3212	-0,392425	0,6984
Col_4	1,09022	0,0852038	12,7954	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	47129,2	1	47129,2	163,72	0,0000
Residual	6620,8	23	287,861		
Total (Corr.)	53750,0	24			

R-squared = 87.6822 percent  
R-squared (adjusted for d.f.) = 87.1467 percent  
Standard Error of Est. = 16.9665  
Mean absolute error = 11.491  
Durbin-Watson statistic = 1,70933 (P=0.1676)  
Lag 1 residual autocorrelation = 0,125335

The StatAdvisor

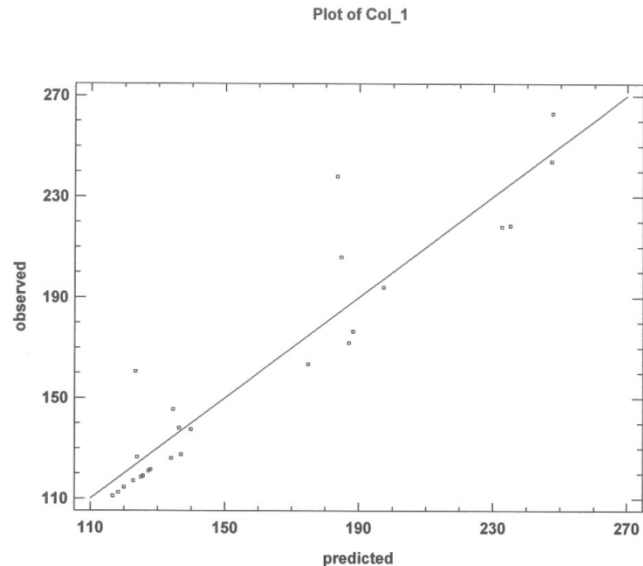
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between Col\_1 and 1 independent variables.  
The equation of the fitted model is

$$\text{Col}_1 = -5,22758 + 1,09022 \cdot \text{Col}_4$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 87,6822% of the variability in Col\_1. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 87,1467%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 16,9665. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 11,491 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

In determining whether the model can be simplified, notice that the highest P-value on the independent variables is 0,0000, belonging to Col\_4. Since the P-value is less than 0,05, that term is statistically significant at the 95,0% confidence level. Consequently, you probably don't want to remove any variables from the model.



Графикон 10. Модел 5Д

## Експериментална деоница 2, река Лим (дескриптивна статистика)

### Summary Statistics

	Col_1	Col_2	Col_3	Col_4	Col_5	Col_6
Count	13	13	13	13	13	13
Average	483,346	81,4231	469,769	442,192	7279,14	607,646
Standard deviation	36,0303	14,8699	30,8657	108,822	16990,5	1428,85
Coeff. of variation	7,45435%	18,2626%	6,5704%	24,6097%	233,413%	235,146%
Minimum	438,5	59,5	438,0	94,3	50,0	4,2
Maximum	539,0	99,0	512,5	515,7	54122,0	4546,2
Range	100,5	39,5	74,5	421,4	54072,0	4542,0
Std. skewness	0,648224	-0,0972333	0,640015	-4,57586	3,5513	3,55029
Std. kurtosis	-1,13232	-1,15663	-1,34152	7,78073	3,70421	3,70077

### The StatAdvisor

This table shows summary statistics for each of the selected data variables. It includes measures of central tendency, measures of variability, a measures of shape. Of particular interest here are the standardized skewness and standardized kurtosis, which can be used to determine whether sample comes from a normal distribution. Values of these statistics outside the range of -2 to +2 indicate significant departures from normality which would tend to invalidate many of the statistical procedures normally applied to this data. In this case, the following variables show standardized skewness values outside the expected range:

Col\_4  
Col\_5  
Col\_6

The following variables show standardized kurtosis values outside the expected range:

Col\_4  
Col\_5  
Col\_6

To make the variables more normal, you might try a transformation such as LOG(Y), SQRT(Y), or 1/Y.

## Експериментална деоница 2, река Лим (корелација)

### Correlations

	Col_1	Col_2	Col_3	Col_4	Col_5	Col_6
Col_1		0,8971 (13)	0,9654 (13)	0,2051 (13)	-0,3586 (13)	-0,3613 (13)
		0,0000	0,0000	0,5016	0,2289	0,2251
Col_2	0,8971 (13)		0,9601 (13)	-0,0314 (13)	-0,4173 (13)	-0,4200 (13)
	0,0000		0,0000	0,9190	0,1560	0,1531
Col_3	0,9654 (13)	0,9601 (13)		0,0736 (13)	-0,3340 (13)	-0,3370 (13)
	0,0000	0,0000		0,8111	0,2648	0,2602
Col_4	0,2051 (13)	-0,0314 (13)	0,0736 (13)		0,0311 (13)	0,0293 (13)
	0,5016	0,9190	0,8111		0,9197	0,9244
Col_5	-0,3586 (13)	-0,4173 (13)	-0,3340 (13)	0,0311 (13)		1,0000 (13)
	0,2289	0,1560	0,2648	0,9197		0,0000
Col_6	-0,3613 (13)	-0,4200 (13)	-0,3370 (13)	0,0293 (13)	1,0000 (13)	
	0,2251	0,1531	0,2602	0,9244	0,0000	

Correlation  
(Sample Size)  
P-Value

### The StatAdvisor

This table shows Pearson product moment correlations between each pair of variables. These correlation coefficients range between -1 and +1 and measure the strength of the linear relationship between the variables. Also shown in parentheses is the number of pairs of data values used to compute each coefficient. The third number in each location of the table is a P-value which tests the statistical significance of the estimated correlations. P-values below 0,05 indicate statistically significant non-zero correlations at the 95,0% confidence level. The following pairs of variables have P-values below 0,05:

Col\_1 and Col\_2  
Col\_1 and Col\_3  
Col\_2 and Col\_3  
Col\_5 and Col\_6

## Експериментална деоница 2, река Лим (модел 1Л)

### Multiple Regression - Col\_4

Dependent variable: Col\_4

Independent variables:

Col\_1  
Col\_2  
Col\_3  
Col\_5  
Col\_6

Parameter	Estimate	Standard Error	T-Statistic	P-Value
CONSTANT	165,521	1483,43	0,11158	0,9143
Col_1	5,60419	4,16779	1,34464	0,2207
Col_2	-3,50798	9,99395	-0,351011	0,7359
Col_3	-4,59095	8,00146	-0,573764	0,5841
Col_5	0,138349	0,215203	0,642877	0,5408
Col_6	-1,64049	2,56077	-0,640625	0,5422

### Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	48439,8	5	9687,96	0,72	0,6267
Residual	93667,6	7	13381,1		
Total (Corr.)	142107,	12			

R-squared = 34,0868 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 0 percent

Standard Error of Est. = 115,677

Mean absolute error = 59,2823

Durbin-Watson statistic = 1,74564 (P=0,1396)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,0649054

### The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between Col\_4 and 5 independent variables. The equation of the fitted model is

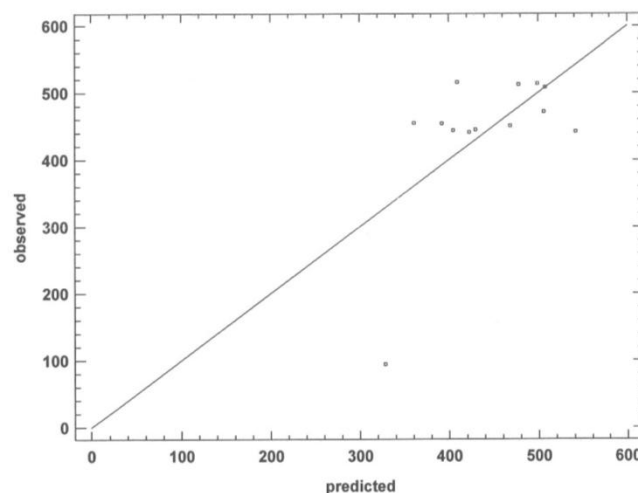
$$\text{Col}_4 = 165,521 + 5,60419 \cdot \text{Col}_1 - 3,50798 \cdot \text{Col}_2 - 4,59095 \cdot \text{Col}_3 + 0,138349 \cdot \text{Col}_5 - 1,64049 \cdot \text{Col}_6$$

Since the P-value in the ANOVA table is greater or equal to 0,05, there is not a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% or higher confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 34,0868% of the variability in Col\_4. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 0,0%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 115,677. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 59,2823 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

In determining whether the model can be simplified, notice that the highest P-value on the independent variables is 0,7359, belonging to Col\_2. Since the P-value is greater or equal to 0,05, that term is not statistically significant at the 95,0% or higher confidence level. Consequently, you should consider removing Col\_2 from the model.

Plot of Col\_4



Графикон 11. Модел 1Л

Експериментална деоница 2, река Лим (модел 2Л)

Multiple Regression - Col\_4

Dependent variable: Col\_4

Independent variables:

Col\_1  
Col\_2  
Col\_3  
Col\_5  
Col\_6

Parameter	Estimate	Standard Error	T-Statistic	P-Value
CONSTANT	442,192	30,1819	14,6509	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0	0			
Residual	142107,	12	11842,3		
Total (Corr.)	142107,	12			

R-squared = 0 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 0 percent

Standard Error of Est. = 108,822

Mean absolute error = 53,6734

Durbin-Watson statistic = 2,21197 (P=0,6408)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,125

Stepwise regression

Method: forward selection

P-to-enter: 0,05

P-to-remove: 0,05

Step 0:

0 variables in the model. 12 d.f. for error.

R-squared = 0,00% Adjusted R-squared = 0,00% MSE = 11842,3

Final model selected.

The StatAdvisor

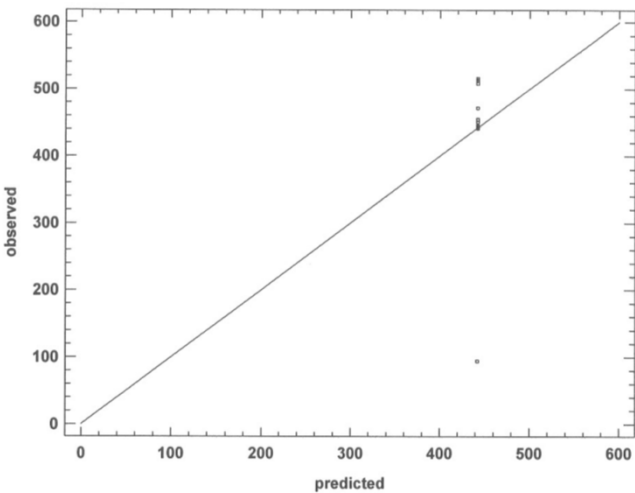
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between Col\_4 and 5 independent variables.

The equation of the fitted model is

Col\_4 = 442,192

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 0,0% of the variability in Col\_4. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 0,0%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 108,822. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 53,6734 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

Plot of Col\_4



Графикон 12. Модел 2Л

## Експериментална деоница 2, река Лим (модел 3Л)

### Multiple Regression - Col\_1

Dependent variable: Col\_1

Independent variables:

Col\_2  
Col\_3  
Col\_4  
Col\_5  
Col\_6

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	-161,222	103,417	-1,55895	0,1630
Col_2	-0,831971	0,751937	-1,10644	0,3051
Col_3	1,48545	0,350584	4,23706	0,0039
Col_4	0,0366286	0,0272404	1,34464	0,2207
Col_5	-0,00889469	0,0175859	-0,505785	0,6285
Col_6	0,103745	0,209368	0,495518	0,6354

### Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	14966,0	5	2993,2	34,22	0,0001
Residual	612,205	7	87,4578		
Total (Corr.)	15578,2	12			

R-squared = 96,0701 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 93,2631 percent

Standard Error of Est. = 9,35189

Mean absolute error = 5,32136

Durbin-Watson statistic = 2,40125 (P=0,5256)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,40428

### The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between Col\_1 and 5 independent variables.

The equation of the fitted model is

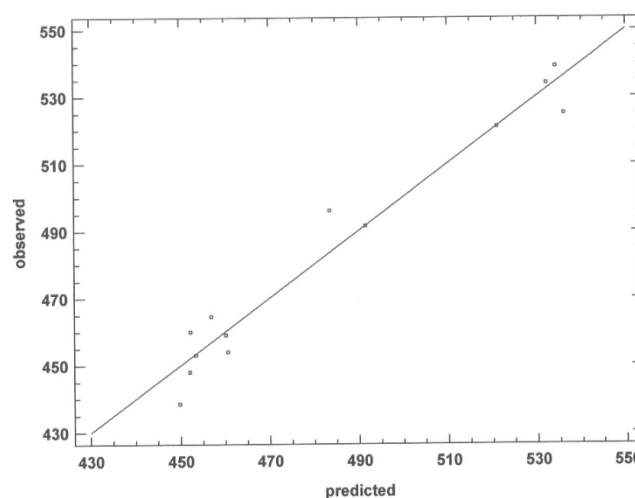
$$\text{Col}_1 = -161,222 - 0,831971 * \text{Col}_2 + 1,48545 * \text{Col}_3 + 0,0366286 * \text{Col}_4 - 0,00889469 * \text{Col}_5 + 0,103745 * \text{Col}_6$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 96,0701% of the variability in Col\_1. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 93,2631%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 9,35189. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 5,32136 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

In determining whether the model can be simplified, notice that the highest P-value on the independent variables is 0,6354, belonging to Col\_6. Since the P-value is greater or equal to 0,05, that term is not statistically significant at the 95,0% or higher confidence level. Consequently, you should consider removing Col\_6 from the model.

Plot of Col\_1



Графикон 13. Модел 3Л



## Експериментална деоница 2, река Лим (модел 4Л)

### Multiple Regression - Col\_1

Dependent variable: Col\_1

Independent variables:

Col\_2  
Col\_3  
Col\_4  
Col\_5  
Col\_6

Parameter	Estimate	Standard Error	T-Statistic	P-Value
CONSTANT	-46,0356	43,222	-1,0651	0,3097
Col_3	1,1269	0,0918242	12,2723	0,0000

### Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	14517,9	1	14517,9	150,61	0,0000
Residual	1060,33	11	96,3935		
Total (Corr.)	15578,2	12			

R-squared = 93,1935 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 92,5747 percent

Standard Error of Est. = 9,81802

Mean absolute error = 7,42207

Durbin-Watson statistic = 2,8145 (P=0,8965)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,46575

### Stepwise regression

Method: forward selection

P-to-enter: 0,05

P-to-remove: 0,05

### Step 0:

0 variables in the model. 12 d.f. for error.

R-squared = 0,00% Adjusted R-squared = 0,00% MSE = 1298,18

### Step 1:

Adding variable Col\_3 with P-to-enter = 9,23341E-8

1 variables in the model. 11 d.f. for error.

R-squared = 93,19% Adjusted R-squared = 92,57% MSE = 96,3935

### The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between Col\_1 and 5 independent variables.

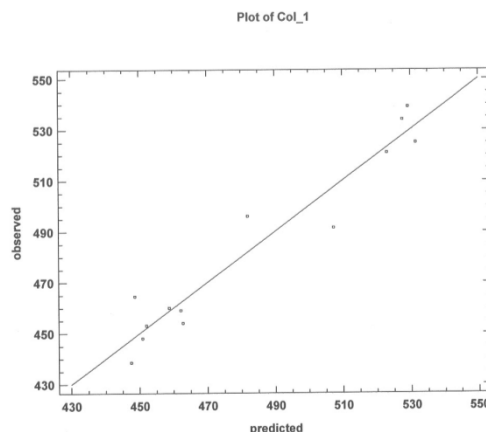
The equation of the fitted model is

$$\text{Col}_1 = -46,0356 + 1,1269 \cdot \text{Col}_3$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 93,1935% of the variability in Col\_1. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 92,5747%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 9,81802. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 7,42207 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0,05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95,0% confidence level.

In determining whether the model can be simplified, notice that the highest P-value on the independent variables is 0,0000, belonging to Col\_3. Since the P-value is less than 0,05, that term is statistically significant at the 95,0% confidence level. Consequently, you probably don't want to remove any variables from the model.



Графикон 14. Модел 4Л

## Експериментална деоница 2, река Лим (модел 5Л)

### Multiple Regression - Col 1

Dependent variable: Col\_1

Independent variables:

Col\_4

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	453,325	44,3966	10,2108	0,0000
Col_4	0,0678908	0,0977071	0,69484	0,5016

### Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	654,996	1	654,996	0,48	0,5016
Residual	14923,2	11	1356,65		
Total (Corr.)	15578,2	12			

R-squared = 4,20457 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 0 percent

Standard Error of Est. = 36,8328

Mean absolute error = 32,1434

Durbin-Watson statistic = 0,237764 (P=0,0000)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,768879

### The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between Col\_1 and 1 independent variables. The equation of the fitted model is

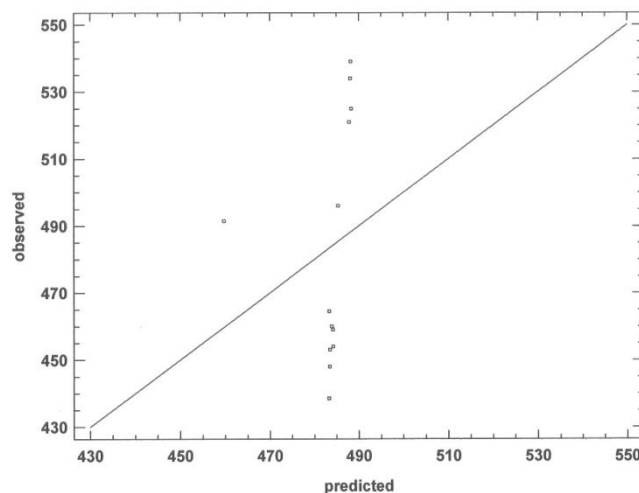
$$\text{Col}_1 = 453,325 + 0,0678908 * \text{Col}_4$$

Since the P-value in the ANOVA table is greater or equal to 0,05, there is not a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% or higher confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 4,20457% of the variability in Col\_1. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 0,0%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 36,8328. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 32,1434 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is less than 0,05, there is an indication of possible serial correlation at the 95,0% confidence level. Plot the residuals versus row order to see if there is any pattern that can be seen.

In determining whether the model can be simplified, notice that the highest P-value on the independent variables is 0,5016, belonging to Col\_4. Since the P-value is greater or equal to 0,05, that term is not statistically significant at the 95,0% or higher confidence level. Consequently, you should consider removing Col\_4 from the model.

Plot of Col\_1



Графикон 15. Модел 5Л

## **10. БИОГРАФИЈА АУТОРА**

### **а. Професионална припрема**

- 1984 Дипломирани инжењер шумарства, одсек хортикултуре, Шумарски факултет у Београду
- 1998 Магистар шумарских наука, одсек Пејзажне архитектуре., Шумарски факултет у Београду. Магистарски рад: »Биолошко уређење и озелењавање депоније комуналног отпада у заштити животне средине»
- 1999 Стручни испит, бр. овл. 65/X
- 2003 Лиценца одговорног пројектанта уређења озелењених простора, бр. 3734517 03, Инжењерска Комора Србије
- 2007 Научно звање истраживач сарадник, бр. 4912, Шумарски факултет у Београду

### **б. Кретање у служби и звање**

- 2004-2012 Институт за водопривреду "Јарослав Черни", Београд, (водећи истраживач, руководиоца пројекта и студија
- 1980-2004 Енергопројект-Хидроинжењеринг, Београд, (пројектант, водећи пројектант и шеф пројекта).

### **в. Област професионалног интереса**

Санација комуналних депонија, еколошке анализе и процене ризика, заштита река од површинског (плутајућег) наноса, озелењавање, пошумљавање, мелиорације

### **г. Одабрани пројекти**

- 2008-2010 Развој и примена метода за процену притисака, утицаја и ризика у циљу имплементације Оквирне директиве о водама (WFD 2000/60/EC), Инвеститор: Министарство за науку и технологију, Србије, бр. пројекта 22004 (истраживач-сарадник).
- 2009 Генерални пројекат заштите акумулације ХЕ Зворник од површинског наноса (одговорни пројектант).
- 2007 Главни пројекат: Санација и рекултивација депоније »Рупов Салаш» у Старој Пазови (руководилац пројекта и одговорни пројектант).

- 2006 Главни пројекат: Санација, затварање и рекултивација постојеће депоније у Љигу (руководилац пројекта и одговорни пројектант).
- 2005 Студија «Заштита акумулација са хидроенергетском наменом од уношења површинског наноса- II фаза» (руководилац студије).
- 2005 Главни пројекат: Санација и ремедијација депоније комуналног отпада у Ћуприји (руководилац пројекта и одговорни пројектант).
- 2003 Детаљна анализа утицаја геолошких истражних радова у лежишту Бела Стена на животну средину, Студеница - Голија (водећи пројектант).
- 2002 Истраживање могућности увођења постројења за спаљивање комуналног отпада у Београду по технологији Fluid ТЕС, Аустралија (руководилац пројекта).
- 2002 Анализа утицаја на животну средину: Централно постројење за пречишћавање отпадних вода «Херцег Нови» (одговорни пројектант).
- 2002 Главни пројекат: Актуелизација техничке документације за комуналну депонију града Младеновца (руководилац пројекта).
- 2001 Генерални пројекат уградње V агрегата у ХЕ Бајина Башта, Еколошки аспекти (водећи пројектант).
- 2000 Главни пројекат: Детаљна анализа утицаја депоније Панчева и Долова на животну средину (водећи пројектант).
- 1999 Главни пројекат: Детаљна анализа утицаја постројења за пречишћавање отпадних вода Трновче на животну средину (водећи пројектант).
- 1998 Главни пројекат: Озелењавање и уређење слободних површина регионалног постројења за водоснабдевање “Селова” Ниш (водећи пројектант).
- 1996 Главни пројекат: Озелењавање улице Краља Петра I у Новом Саду (водећи пројектант).
- 1996 Главни пројекат: Водопривредна основа реке Укрине, Анализа ерозионих процеса (обрађивач).
- 1995 Главни пројекат: Биолошко уређење и рекултивација комуналне депоније у Младеновцу, (пројектант-сарадник).
- 1985 Пројекат П-1100 у Ираку. Укупна површина око 2400 ha. Озелењавање три града за по 5000 становника (пројектант).

**д.      Објављени радови**

- Županski D., Ristić R., 2012, *Floating Debris from the Drina River*, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, ISSN 1842-4090, Vol.7, No.2.
- Županski D., Ristić R., 2012, *Preliminary Risk Assessment Analysis of the Floating Debris from Uncontrolled Landfills*, 5<sup>th</sup> Conference on Water, Climate and Environment - BALWOIS 2012, 28 May – 2 June
- Županski D., Ristić R., 2011, *Impact of floating debris from the Drina River and mitigation measures*, Geophysical Research Abstracts, Vol. 13 EGU, European Geosciences Union General Assembly, Preview, No. 4332, Vienna, Austria.
- Županski D., 2010, *Legal aspects of environment protection from municipal solid waste in Serbia*, First Serbian Forestry Congress - future with forests, 11-13 November 2010, Faculty of Forestry University of Belgrade, Belgrade, Serbia, Congress Abstracts – p, 198, ISBN 978-86-7299-066-9; CD,1008-1014.
- Županski D., Milojević M., 2010, *Mitigation Measures and Extraction of Floating Debris from Hydroelectric Power Plant Reservoir Zvornik*, Conference on Water Observation and Information System for Decision Support BALWOIS 2010, 25-29 May 2010, Ohrid, Republic of Macedonia, Publishers: Balkan Institute for Water and Environmental, Montpellier, France and Faculty of Civil Engineering, University "Sts. Cyril and Methodius", Skopje, Macedonia; Editors: Marc Morell, Cvetanka Popovska, Olivija Morell, Vasko Stojov; Abstracts - Vol. I, ISBN 978-608-4510-03-1, no. 250 – p. 247-248, 2010.
- Županski D., 2008, *»Environmental management of the Danube banks as the base of integrated planning«*, (прихваћен апстракт за конференцију) XXIV Conference of the Danubian Countries, Bled, Slovenia.
- Županski D., 2008, *»Problem of the floating debris in the storage reservoirs of Bajina Basta and Potpec hidropower plant«*, BALWOIS 2008, Ohrid, Macedonia, <http://www.balwois.org>
- Županski D., 2007, *»Unuse Urban Areas as Temporary Green Areas«*, Proceedings: International Scientific conference Integral protection of forests, Institute of Forestry, Belgrade, SERBIA.
- Županski D., 2007, *»Flood and Rain Storme Influence in Contamination Transport of Municipal Waste«*, International conference »Erosion and torrent control as a factor in sustainable basin management«, University of Forestry, Belgrade, SERBIA.
- Županski D., 2007, *»Danube Coast Arrangement and Tourism«*, XVII International Conference: Danube-river of cooperation, Belgrade- Pancevo-Kovin, SERBIA(CD).



- Гавриловић З., Жупански Д., Стефановић М., 2006, «*Заштита од ерозије и бујица у функцији одрживог управљања хидроенергетским објектима и акумулацијама*», ЕЛЕКТРА IV, 224-229, Тара, СРБИЈА.
- Жупански Д., Гавриловић З., 2006, «*Заштита акумулација са хидроенергетском наменом од уношења површинског наноса*», Зборник радова са IV Регионалне конференције о узајамности заштите околине и ефикасности енергетских система, ЕЛЕКТРА IV, 244-249, Тара, СРБИЈА
- Županski D., Gavrilović Z., 2006, »*Floating debris in rivers and lakes in Serbia*«, Published by International conference on water observation and information system for decision support, BALWOIS, Ohrid, Macedonia, <http://www.balwois.org> (CD, A-244, paper ffp-701pdf.file.)
- Županski D., 2005, “*Problem of floating debris in the Danube and Tamis rivers - Area of the city of Pancevo*”, XVI International Conference: Danube-river of cooperation, (CD) Међународни научни форум Дунав – река сарадње, Београд-Панчево-Ковин, СРБИЈА
- Жупански Д., 2003, «*Оптимизација приступа затварања и биолошког уређења постојећих сметлишта*» Монографија са VI Међународне еко-конференције заштита животне средине градова и приградских насеља, 93-98, Еколошки покрет града Новог Сада, СРБИЈА.
- Жупански Д., 2003, «*Озелењавање комуналних депонија*» Монографија са VI Међународне еко-конференције заштита животне средине градова и приградских насеља, 339-343, Еколошки покрет града Новог Сада, СРБИЈА.
- Županski D., 2000, “*Inventory of municipal solid waste landfills in Serbia*”, Fifth international Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe, Prague, Czech Republic, Proceedings: Published by Institute for International Cooperative Environmental Research Florida State University, web. [www.prague.2000.fsu.edu](http://www.prague.2000.fsu.edu) (CD-ROM, No.462).
- Жупански Д., 2000, “*Затварање и рехабилитација нехигијенских депонија у Србији*”, Зборник радова са Међународне конференције: Отпадне воде, комунални чврст отпад и опасан отпад, 307-311, Удружења за технологију вода и санитарно инжењерство, Копаоник, 2000., (392-397), Србија.
- Жупански Д., 2000, «*Биолошко уређење савремене депоније комуналног чврстог отпада*», Зборник радова са Међународне конференције: Отпадне воде, комунални чврст отпад и опасан отпад, 243-247, Удружење за технологију воде и санитарно инжењерство, Копаоник, Србија.
- Жупански-Стакић Даница, 1996, “*Рекултивација градских депонија*”, Зборник радова са II Симпозијума о третману градског отпада, стр. 319-325, Удружење инжењера Београда, Србија.

Прилог 1.

## ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Потписани-а Даница Жупански

број уписа Студије по старом закону

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

**РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ЗОНА ЗАШТИТЕ ОД  
ПОВРШИНСКОГ НАНОСА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИМ ДЕОНИЦАМА  
СЛИВА РЕКЕ ДРИНЕ**

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

**Потпис докторанда**

У Београду,

  
Даница Жупански

Прилог 2.

## ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКОГ РАДА

Име и презиме аутора: Даница Жупански

Број уписа Студије по старом закону

Студијски програм \_\_\_\_\_

Наслов рада

**РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ЗОНА ЗАШТИТЕ ОД  
ПОВРШИНСКОГ НАНОСА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИМ ДЕОНИЦАМА  
СЛИВА РЕКЕ ДРИНЕ**

Ментор: Проф.др Ратко Ристић

Потписани Даница Жупански

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис докторанда**

У Београду,

  
Даница Жупански

Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

### **РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ЗОНА ЗАШТИТЕ ОД ПОВРШИНСКОГ НАНОСА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИМ ДЕОНИЦАМА СЛИВА РЕКЕ ДРИНЕ**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
- ☒ 5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, \_\_\_\_\_



Даница Жупански