

, 2018.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF FORESTRY

Jasmina B. Radonji

HYDROLOGIC AND PSAMOLOGIC
EFFECTS OF EROSION CONTROL
WORKS ON THE TORRENTIAL
SUB-BASINS OF THE SOUTH MORAVA

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2018.

Ментор:

1. др Ратко Ристић, редовни професор; Универзитет у Београду – Шумарски факултет

Чланови комисије:

2. др Зоран Никић, редовни професор; Универзитет у Београду – Шумарски факултет
3. др Мирјана Тодосијевић, ванредни професор; Универзитет у Београду – Шумарски факултет
4. др Борис Радић, доцент; Универзитет у Београду – Шумарски факултет
5. др Вељко Перовић, научни сарадник, Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ Београд

КЉУЧНЕ ДОКУМЕНТАЦИОНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ

Редни број (РБ):	
Идентификациони број (ИБР):	
Тип документације (ТД):	Монографска публикација
Тип записа (ТЗ):	Текстуални штампани документ
Врста рада (ВР):	Докторска дисертација
Аутор (АУ):	Јасмина Радоњић, мастер инжењер шумарства
Ментор (МН):	др Ратко Ристић, редовни професор Универзитет у Београду, Шумарски факултет
Наслов рада (НР):	Хидролошки и псамолошки ефекти противерозионих радова на бујичним подсливовима Јужне Мораве
Језик публикације (ЈП):	Српски / ћирилица
Земља публикације (ЗП):	Србија
Географско подручје (УГП):	Србија
Година (ГО):	2018.
Издавач (ИЗ):	Ауторски репринт
Место и адреса (МА):	11030 Београд, Кнеза Вишеслава 1
Физички опис рада:	7 поглавља, 332 странице, 151 литературних навода, 38 илустрација, 57 картографских приказа, 137 табеле
Научна област (НО):	Биотехничке науке
Научна дисциплина (НД):	Ерозија и конзервација земљишта
Предметна одредница/ кључне речи (ПО):	ерозиони процеси, противерозиони радови, пад заплата, бујичне поплаве, нанос, управљање бујицама
УДК:	556.18(497.11)(282.2 Јужна Моравa)(043.3)
Чува се (ЧУ):	Библиотека Шумарског факултета, Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд, Србија
Важна напомена (ВН):	Нема
Извод (ИЗ):	Предмет ове дисертације јесте идентификација области на којима су изведени противерозиони радови, у циљу евалуације њихових ефеката на стање ерозије и појаву бујичних поплава таласа, продукцију ерозионог материјала и транспорт наноса(...). Анализа ефеката (...) извршена је компарацијом хидролошког и псамолошког статуса сливова у условима пре и после извођења радова, кроз три референтна временска пресека (...). Анализа резултата омогућила је целовито сагледавање ефеката (...) дефинисање оптималног односа примене противерозионих радова, (...) који омогућује одрживо управљање простором брдско-планинских подручја. Регресионом анализом формирана су аналитичке зависности за одређивање пада заплата приликом будућих пројектантских активности.
Датум прихватања теме (НН):	21.1.2015.
Датум одбране (ДО)	
Чланови комисије (КО):	- др Ратко Ристић, редовни професор, Универзитет у Београду, Шумарски факултет - др Зоран Никић, редовни професор; Универзитет у Београду – Шумарски факултет - др Мирјана Годосијевић, ванредни професор; Универзитет у Београду – Шумарски факултет - др Борис Радић, доцент; Универзитет у Београду – Шумарски факултет - др Вељко Перовић, научни сарадник, Институт „Синиша Станковић“ Београд

ХИДРОЛОШКИ И ПСАМОЛОШКИ ЕФЕКТИ ПРОТИВЕРОЗИОНИХ РАДОВА НА БУЈИЧНИМ ПОДСЛИВОВИМА ЈУЖНЕ МОРАВЕ

Резиме

Предмет ове дисертације јесте идентификација области на којима су изведени противерозиони радови, у циљу евалуације њихових ефеката на стање ерозије и појаву бујичних поплавних таласа, продукцију ерозионог материјала и транспорт наноса. Псамолошки и хидролошки ефекти изведених противерозионих радова су квантификовани на основу услова на експерименталним сливовима, пре и после примене рестаурационих мера, кроз три временска пресека: 1955., 1970. и 2016. годину.

Истраживања су обављена на бујичним подсливовима Јужне Мораве: Лукачевој Долини (слив Власине), Габровачкој и Градашничкој реци (слив Нишаве).

Анализа ефеката изведених противерозионих радова на експерименталним бујичним сливовима извршена је компарацијом хидролошког и псамолошког статуса сливова у условима пре и после извођења радова, кроз три референтна временска пресека. Анализиране су следеће карактеристике: физичко-географске, хидрографске, климатско-метеоролошке, геолошке, педолошке, социо-демографске, начин коришћења простора и стање ерозије. За све просторне анализе коришћене су одговарајуће подлоге уз примену ГИС-а. Деградациони процеси, промене стања ерозије и губици земљишта, пре и после примене рестаурационих мера, на експерименталним сливовима, процењени су на основу метода „Потенцијала ерозије“, RUSLE модела и WaTEM/SEDEM 2005 модела. Промене хидролошког статуса, на експерименталним сливовима, регистроване су на основу примене теорије синтетичког јединичног хидрограма, са SCS методологијом за раздвајање ефективних од укупних падавина.

Анализа резултата истраживања на експерименталним сливовима омогућила је целовито сагледавање ефеката изведених противерозионих радова, као и дефинисање оптималног односа у обиму примене биолошких, биотехничких и техничких радова, са циљем стварања модела који омогућује одрживо управљање простором брдско-планинских подручја. Регресиона анализа падова заплава и падова корита омогућила је формирање аналитичке зависности за одређивање пада заплава приликом будућих пројектантских активности.

Кључне речи: ерозиони процеси, противерозиони радови, пад заплава, бујичне поплаве, нанос, управљање бујицама

KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number (ANO):	
Identification number (INO):	
Document type (DT):	Monograph documentation
Type of record (TR):	Textual printed document
Contains code (CC):	Doctoral dissertation
Author (AU):	MSc Jasmina Radonjić, master in science of forestry
Menthor (MN):	PhD Ratko Ristić, full professor, University of Belgrade, Faculty of Forestry
Title (TI):	Hydrologic and psamologic effects of erosion control works on the torrential sub-basins of the South Morava
Language of text (LT):	Serbian / Cyrillic alphabet
Country od publication (CP):	Serbia
Locality of publication (LP):	Serbia
Publication year (PY):	2018.
Publisher (PU):	The authors reprint
Publication place (PP):	11030 Belgrade, Kneza Višeslava 1
Physical description (PD):	7 chapters, 332 pages, 151 references, 38 ilustrations, 57 cartographic displays, 137 tables
Scientific field (SF):	Biotechnological sciences
Scientific discipline (SD):	Erosion and water and soil conservation
Subject /Key words(CX):	erosion processes, erosion control works, slope of siltation, torrential floods, sediment control, torrential floods management
UC:	556.18(497.11)(282.2 Južna Morava)(043.3)
Holding Data (HD):	Library of Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, 11030 Belgrade, Serbia
Note (N):	None
Abstract (AB):	The subject of this dissertation is the identification of areas in which erosion control works were carried out in order to evaluate their effects on the state of erosion and the occurrence of torrential flood waves, the production of erosion material and sediment transport. (...).The effects (...) were quantified on the basis of conditions in the experimental basins, before and after the application of restoration measures, including three time sections (...).The analysis of the results (...) enabled a comprehensive overview of the effects of ECW as well as defining of the optimal ratio of the ECW, that enables sustainable land management in hilly-mountainous areas. The regression analysis of the slope of siltation and the bed slope enabled forming of an analytical dependence for determining the slope of siltation in future design activities.
Accepted by Scientific Board on (ACB):	21.1.2015.
Defended on (DE)	
Thesis Defend Board (DB):	-PhD Ratko Ristić, Full Professor, University of Belgrade, Faculty of Forestry -PhD Zoran Nikić, Full Professor, University of Belgrade, Faculty of Forestry -PhD Mirjana Todosijević, Associate Professor; University of Belgrade, Faculty of Forestry - PhD Boris Radić, assistant profesor; University of Belgrade, Faculty of Forestry - PhD Veljko Perović,scientific associate, Institute „Sinisa Stanković“ Belgrade

HYDROLOGIC AND PSAMOLOGIC EFFECTS OF EROSION CONTROL WORKS ON THE TORRENTIAL SUB-BASINS OF THE SOUTH MORAVA

Abstract

The subject of this dissertation is the identification of areas in which erosion control works were carried out in order to evaluate their effects on the state of erosion and the occurrence of torrential flood waves, the production of erosion material and sediment transport. The psamologic and hydrologic effects of the implemented erosion control works were quantified on the basis of conditions in the experimental basins, before and after the application of restoration measures, including three time sections, i.e. the years 1955, 1970 and 2016.

The research was conducted on the torrential sub-basins of the South Morava: the Lukačeva Dolina (Vlasina basin), the Gabrovačka River and the Gradašnička River (Nišava basin).

The analysis of the effects of implemented erosion control works on the experimental torrential basins was performed by comparing the hydrologic and psamologic status of these basins in the conditions before and after the implementation of works, in three reference years. The following characteristics were analyzed: physical-geographic, hydrographic, climatic-meteorological, geological, soil and socio-demographic characteristics, as well as the methods of land use and the state of erosion. Appropriate maps were used for all spatial analyses with the application of GIS. Degradation processes, changes in the state of erosion and soil losses in the experimental basins before and after the application of restorative measures, were estimated on the basis of the "Erosion potential" method, RUSLE model and WaTEM/SEDEM 2005 model. Changes in the hydrological status of the experimental basins were registered by applying the theory of synthetic unit hydrograms, with the SCS methodology for separating effective from total precipitation.

The analysis of the results of this research in the experimental basins enabled a comprehensive overview of the effects of implemented erosion control works, as well as defining of the optimal ratio of the scopes of application of biological, biotechnical and technical works in order to create a model that enables sustainable land management in hilly-mountainous areas. The regression analysis of the slope of siltation and the bed slope enabled forming of an analytical dependence for determining the slope of siltation in future design activities.

Key words: erosion processes, erosion control works, slope of siltation, torrential floods, sediment control, torrential floods management

Садржај

1. УВОД	1
1.1. Предмет докторске дисертације	3
1.2. Циљ истраживања	4
1.3. Основне хипотезе	5
2. ЗНАЧАЈ ПРОУЧАВАЊА ЕРОЗИЈЕ ЗЕМЉИШТА И ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА	6
2.1. Систематизација постојеће документације на подручју истраживања	14
3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА	20
3.1. Прикупљање података	20
3.2. Теренска истраживања	20
3.2.1. Снимање уздужних профила заплава попречних објеката	20
3.2.1.1. Узимање узорака наноса са заплава узводно од попречних објеката	21
3.2.2. Формирање огледних поља	22
3.3. Педолошка истраживања	23
3.3.1. Узимање узорака земљишта за анализу педолошких карактеристика	23
3.3.1.1. Стабилност структурних агрегата	26
3.4. Обрада података	27
3.4.1. Примена статистичких и геостатистичких метода анализе добијених резултата	28
3.5. Физичко-географске карактеристике	31
3.6. Геолошке карактеристике	32
3.7. Анализа начина коришћења простора	33
3.7.1. Примена метода даљинске детекције и ГИС технологија у просторним анализама	33
3.8. Климатске карактеристике	40
3.9. Ерозиони потенцијал истраживаног подручја	41
3.9.1. Примена методе потенцијала ерозије	41
3.9.2. Прорачун ерозионе продукције и проноса наноса	42
3.9.3. Ревидована универзална једначина губитка земљишта	42
3.9.3.1. R-кишни фактор	44
3.9.4. WaTEM/SEDEM	45
3.10. Прорачун максималног протицаја	45
3.10.1. Комбиновани метод	46
3.10.1.1. SCS методологија	46
3.10.1.2. Теорија синтетичког јединичног хидрограма	48
3.11. Социо-демографска истраживања	49
4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	50
4.1. Опште карактеристике истраживаног подручја	50
4.1.1. Географски положај	50
4.1.2. Физичко-географске карактеристике	60
4.1.3. Климатске карактеристике	68
4.1.4. Геолошка грађа подручја	71
4.1.5. Педолошке карактеристике	84
4.1.5.1. Анализа узорака земљишта са огледних поља	88
4.1.5.1.1. Фактор еродибилности K	93

4.2. Огледна поља на подручју истраживања	97
4.3. Социо-демографске карактеристике	106
4.4. Начин коришћења простора	110
4.4.1. Начин коришћења простора на сливу Лукачеве Долине	110
4.4.2. Начин коришћења простора на сливу Габровачке реке	112
4.4.3. Начин коришћење простора на сливу Градашничке реке	114
4.5. Ерозиони процеси на истраживаном подручју	130
4.5.1. Стање ерозионих процеса на сливу Лукачеве Долине	132
4.5.2. Стање ерозионих процеса на сливу Габровачке реке	133
4.5.3. Стање ерозионих процеса на сливу Градашничке реке	135
4.5.4. Стање ерозионих процеса 2016. године на основу ГИС анализе	138
4.5.5. WaTEM/SEDEM	152
4.5.6. RUSLE	154
4.5.7. Примена методе „Потенцијала ерозије“ за анализу ерозионе продукције	165
4.6. Изведени противерозиони радови	168
4.6.1. Изведени противерозиони радови на сливу Лукачеве Долине	170
4.6.2. Изведени противерозиони радови на сливу Габровачке реке	181
4.6.3. Изведени противерозиони радови на сливу Градашничке реке	193
4.7. Прорачун максималног протицаја на истраживаним сливовима	204
4.8. Анализа ефеката изведених техничких противерозионих радова	232
4.8.1. Анализа зависности формираних падова заплава од природних падова корита	254
4.8.1.1. Анализа вишеструких модела	277
5. ДИСКУСИЈА	294
6. ЗАКЉУЧЦИ	313
7. ЛИТЕРАТУРА	317

1. УВОД

Учесталост и деструктивност бујичних поплава, као и њихова просторна дистрибуција, представљају сталан ризик за људске животе, економску и еколошку стабилност, на простору Србије (Ристић, Малошевић, 2011b). То намеће потребу креирања регионалних модела за превенцију ерозије и бујичних поплава, при чему је полазна основа сагледавање и анализа хидролошких и псамолошких ефеката до сада изведених противерозионих радова. Резултати бројних истраживања, објављени у међународној и домаћој научној литератури, показују јачи или слабији степен повезаности различитих фактора који имају утицај на појаву интензивних ерозионих процеса и бујичних поплава. Експериментална истраживања потврђују везу између форме (нагиба) падина и квантитативно-квалитативних карактеристика наноса (Maita, 1993), док анализа пада заплава, узводно од изграђених преграда, омогућује прецизније пројектовање система преграда (Golosov, 2009; Костадинов, 1987). Анализа промена структуре и квалитета земљишта на пошумљеним голетима, у односу на почетно стање пре извођења радова, пружа увид у динамику побољшања инфилтрационо-ретенционих својстава земљишта, као важног фактора за редукацију површинског отицаја на падинама (Ристић, 2002). Бујичне поплаве екстремних карактеристика, чешће су на мањим сливовима, због чега нужно носе утицај локалних климатских, орографских и ерозионих карактеристика (Ристић, 2006). Стога, неопходан је мултисекторски приступ, кроз усклађивање активности у доменима шумарства, пољопривреде, водопривреде, руралног развоја и заштите животне средине, на регионалном нивоу (Nikolova, 2011; Pottier et al., 2005). Процена ефеката досадашње противерозионе праксе користи се за развој унапређених метода, најпогоднијих за фрагилне екосистеме брдско-планинских подручја (CTSW-RT-03-049, 2003; Kammerbauer, 1999), уз поштовање захтева заштите животне средине и очувања аутентичног пејзажног амбијента (Chanson, 2004). Процесе деградације земљишта треба узети у обзир у холистичком,

системском и функционалном контексту, са циљем да се развију ефикасне стратегије за смањење или контролу ерозије (Dudley, Stolton, 2003), уз примену одговарајућих техника и база података (Hogan, 2005). Заштита од бујичних поплава и деструктивних ерозионих процеса се заснива на интегралном уређењу простора „ризичних“ сливова, што обухвата највише делове слива, падине, речна или поточна корита, као и приобаље (Ристић и сар., 2014). Тежиште је на примени биолошких противерозионих радова (пошумљавање голети; попуњавање деградираних шума; мелиорације деградираних ливада и пашњака), чиме се побољшава интерцепција, умањује ефекат „бомбардовања“ површине земљишта кишним капима, и стварају услови за побољшање инфилтрационо-ретенционог капацитета земљишта, јер систем „земљиште-вегетација“ представља најмоћније средство за контролу ерозије (Cumplings, 2003). У одређеној мери, нужна је примена биотехничких (санација јаруга системима плетера и рустикалних преграда, са садњом на заплавима; израда контурних зидића на падинама, са садњом одговарајућих жбунастих и дрвенастих врста; формирање илофилтарских појасева са ободним каналима) и техничких мера (системи депонијско-консолидационих преграда за задржавање наноса и стабилизацију падина; израда регулација бујичних токова; формирање микро-акумулација и ретензија за задржавање дела запремине поплавног таласа и вученог наноса). Истовремено, примењују се одређене агротехничке мере и системи агрошумарства, са циљем да се подржи локална економска активност, у условима одрживог коришћења простора, са аспекта превенције ерозије и бујичних поплава (Ristić et al., 2012a). Локално становништво се усмерава, да кроз обавезујуће мере и одређене забране, уграђене у планске документе, користи шумске и пољопривредне површине на одржив начин, без иницирања деструктивних ерозионих процеса. Применом наведених мера значајно се редукују ефекти изазвани хидролошким екстремима, као што су интензивне падавине, нагло отапање снега или коинциденција ових појава.

1.1. Предмет докторске дисертације

Земљиште и вода, као природни ресурси, озбиљно су угрожени последицама људских активности, на глобалном и локалном нивоу (Ananda, Herath, 2003). Земљиште је изложено деградацији услед убрзане површинске ерозије, деловањем клизишта, загађењима, урбанизацијом, индустријализацијом и салинизацијом (Kusky et al., 2010). Деградација је процес који снажно и неповољно утиче на хидролошки статус земљишта (Pla Sentis, 2009), и представља трајно погоршање његове продуктивне и еколошке функције (Gabbasova, Suleymanov, 2009). Више од 80% деградације земљишта изазвано је ерозијом, од чега око 56% водном ерозијом (Oldeman, 1992), која је и доминантан фактор деградације земљишта (Ђоровић, 2005). У Србији је око 86% територије захваћено различитим категоријама ерозије (Ђоровић, 2005; Belanović et al., 2013). Једну од резултујућих, екстремних форми деловања ерозионих процеса представљају бујичне поплаве, које су у свету и Србији најчешћа појава из арсенала природних катастрофа (Berz et al., 2001; Barredo, 2007; Ристић, Никић, 2007). Од 1950. до 2014. године, бујичне полаве су однеле више од 130 људских живота, и проузроковале директне материјалне штете, веће од 10 милијарди евра (Ристић и сар., 2014). Учесталост појаве бујичних поплава, интензитет и распрострањеност, чине их сталном претњом, са последицама у еколошкој, економској и социјалној сфери (Ristić et al., 2012a). На подручју Србије регистровано је више од 12.000 бујичних токова („Службени гласник РС“, бр. 11/02, 2002). Честа појава бујичних поплава и наглашен интензитет ерозионих процеса присутни су на подручју југоисточне Србије, посебно на сливу Јужне Мораве, где се бујичне поплаве, углавном, јављају на крају пролећа и почетком лета (Ристић, 2002). Управо на бујичним подсливовима Јужне Мораве изведени су први организовани радови за заштиту од ерозије и уређење бујица у Србији, почетком 20-ог века, на подручју Грделичке клисуре и Врањске котлине, применом класичног европског система, као и система професора Росића (Костадинов, 2008). Изведени су обимни биолошки, биотехнички и технички радови, уз примену одговарајућих административних

мера. Остварени псамолошки и хидролошки ефекти се огледају кроз редуковане вредности коефицијента ерозије, годишње продукције наноса на сливу и проноса наноса кроз хидрографску мрежу. Истовремено, долази до повећања временске базе хидрограма и смањења вредности максималног протицаја (Ristić et al., 2011a). Анализу ефеката изведених противерозионих радова, на експерименталним бујичним сливовима, могуће је обавити компарацијом хидролошког и псамолошког статуса сливова у условима пре и после извођења радова. Анализа резултата истраживања на експерименталним сливовима омогућује целовито сагледавање ефеката изведених противерозионих радова, као и дефинисање оптималног односа у обиму примене биолошких, биотехничких и техничких радова, са циљем стварања модела који омогућује одрживо управљање простором брдско-планинских подручја, са аспекта превенције ерозије и бујичних поплава, у прихватљивом финансијском контексту (Morgan, 2004).

1.2. Циљ истраживања

Предложена дисертација има три основна циља:

- Идентификацију области на којима су изведени противерозиони радови, као и утврђивање њихових ефеката на стање ерозије и појаву бујичних поплава на сливу, затим продукцију ерозионог материјала, доспевање до хидрографске мреже и транспорт наноса. Псамолошки и хидролошки ефекти изведених противерозионих радова ће бити квантификовани на основу услова на експерименталним сливовима, пре и после примене рестаурационих мера.
- Детерминисање услова за превенцију деструктивних ерозионих процеса и бујичних поплава на одабраним подсливовима Јужне Мораве.
- Израда модела противерозионе заштите, примењивог и на осталим бујичним подсливовима Јужне Мораве, са препорукама које детерминишу оптималне односе и обиме примењених биолошких, биотехничких, техничких и административних радова и мера. Тиме би се створиле полазне основе за јединствен приступ у процесима пројектовања, динамике изградње противерозионих објеката и примене

конзервационих мера, у деградираним областима брдско-планинског подручја југоисточне Србије.

1.3. Основне хипотезе

- Природни и антропогени фактори утичу на интензивирање ерозионих процеса, редуцију инфилтрационо-ретенционог капацитета земљишта, продукцију и транспорт ерозионог материјала, формирање брзог површинског отицаја и појаву бујичних поплавних таласа;
- Мере противерозионе заштите (биолошке, биотехничке, техничке и административне), доводе до обнављања вегетационог покривача и стабилизације деградираних површина, успостављања повољних хидролошких и псамолошких ефеката, чиме се отвара могућност ефикасне превенције деструктивних ерозионих процеса и бујичних поплава, и стварање услова за одрживо коришћење простора брдско-планинских сливова.

2. ЗНАЧАЈ ПРОУЧАВАЊА ЕРОЗИЈЕ ЗЕМЉИШТА И ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

Природни амбијент се увек мења кроз природне процесе као што су геоморфолошке промене у плавним подручјима, које су посебно изражене услед климатских промена и промена у начину коришћења земљишта (Plate, 2002; Alcantara, 2002). Управљање ризиком од поплава, у различитим земљама условљено је законским оквиром, административним системом, историјским догађајима и типовима поплава које су се дешавале (Pottier et al., 2005). Практике најбољег управљања, могле би се разрадити применом специфичних комбинација биотехничких, техничких и биолошких радова, административних мера, кроз концепт „природних резервоара“ (Ristić et al., 2007). Уколико можемо предвидети утицај мера за контролу ерозије, онда се могу сагледати и користи од примене ових мера (Ristić et al., 2011a). На подручју Грделичке крисуре и Врањске котлине, средњи коефицијент ерозије 1953. године износио је $Z_{sr}=0,78$ (јака ерозија), 1970. године износио је $Z_{sr}=0,59$ (осредња ерозија) и 2010. године износио је $Z_{sr}=0,24$ (слаба ерозија). Процеси ексцесивне ерозије 1953. године били су заступљени на 28,44% површине, 1970. године на 11,37%, а 2010. године на 0,14% површине. До највећег смањења дошло је у категоријама ексцесивне и јаке ерозије. Средња ерозија захватала је 25,51% 1953. године, 10,13% 1970. године и 7,46% 2010. године. На рачун смањења површина под „јачим“ категорија ерозије, дошло је до знатног повећања заступљености површина изложених процесима слабе ерозије: 1,87% 1953. године, 13,76% 1970. године и 45,21% 2010. године (Брауновић, 2013; Kostadinov et al. 1996). Резултати истраживања утицаја изведених противерозионих радова на сливу реке Јабланице, узводно од бране „Ровни“, показали су настале промене у стању ерозионих процеса. Ефекти тих изведених радова приказани су кроз смањење интензитета ерозионих процеса на сливу (смањење средњег коефицијента ерозије), а тиме, и продукције и транспорта наноса. Средњи коефицијент ерозије смањен је са $Z_{sr}=0,40$ (1986. године) на $Z_{sr}=0,37$ (2013. године), а специфична продукција наноса из слива смањена је са $916,49 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$ на $815,34 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$, односно, продукција и специфична

продукција наноса из слива, смањене су за 11,04% (Стефановић, 2016). Како је ерозија земљишта препозната као једна од највећих претњи у одрживом управљању водним и земљишним ресурсима (Brown, Wolf, 1984), у оквиру IGBP (International Geosphere–Biosphere Program) створена је међународна мрежа за побољшање могућности предвиђања ерозије земљишта под утицајем глобалних промена. У оквиру овог програма, обављено је тестирање, упоређивање и процена резултата, који се добијају према различитим моделима, у односу на стање на терену. Коришћени су познати модели за предвиђање ерозије, тј. губитака земљишта и утицаја климатских промена и промена у начину коришћења земљишта (ACRU, AGNPS, EROSION3D, EUROSEM, KINEROS2, MEDRUSH, WEPP, LISEM). Конкретно, калибрисање и процена LISEM (Limburg Soil Erosion Model) модела, (De Roo et al., 1996) извршена је, коришћењем података за десет киша јаког интензитета, на сливовима у Холандији, и уочене су значајне разлике између измерених и симулираних података (хидрограми и продукција наноса). Разлика је узрокована великом осетљивошћу неких од улазних варијабли, попут хидрауличке проводљивости земљишта и почетног садржаја воде у земљишту. Ова велика осетљивост, може се објаснити чињеницом да до повећаног површинског отицаја долази кад год се достигне одређени праг, тј. када је тло засићено водом или када је интензитет падавина већи од интензитета инфилтрације. Неизвесност у неким улазним подацима је велика, због чињенице да је ограничен број података који се користе при оваквим прорачунима и због сезонске варијације хидрауличке проводљивости земљишта услед промене начина коришћења земљишта (De Roo, 1999). Брзи површински отицај почиње када интензитет падавина надмаши интензитет инфилтрације, у виду слоја воде који се креће по површини терена, да би по правцу највећег нагиба доспео до хидрографске мреже и потом наставио кретање речним коритом. Време концентрације представља један од најважнијих показатеља могућности слива за формирање брзог, површинског отицаја и може се израчунати уз примену хидродинамичких једначина уз стриктно дефинисан распон вредности променљивих и са дефинисаним физичко-географским и хидрауличким одликама

слива (Радић, 1991; Huggins, 1982; Петковић, Прохаска, 1990; SCS, 1972; Јовановић, 1974; Јефтић 1978; Ristić, Stefanović, 2005; Linsley et. al. 1975; Chang, 2003). На основу истраживања, које је обављено на 93 контролна профила, јужно од Саве и Дунава, изведена је зависност у којој је време концентрације изражено у функцији доминантних физичко-географских карактеристика слива. Добијени однос, времена концентрације и времена кашњења, указује на специфичности појаве великих вода на територији Србије, јужно од Саве и Дунава (Ристић, 2006). У Србији је, период мај-прва половина јуна, означен као примарни максимум, на већини сливних подручја, као што су слив Велике Мораве, Јужне Мораве, Западне Мораве, Ибра, Колубаре, Белог Дрима, Вардара и Струме (Ристић, 2002). На смањење потенцијала за формирање површинског отицања значајно утиче интерцепција и представља значајну компоненту водног биланса јер врши редукацију укупних падавина задржавањем дела падавинске воде у крошњама дрвећа, на жбуњу, трави и шумској простирци (стељи). Истраживање које је обављено на експерименталном сливу Ваона IV, на планини Гоч, показало је да укупна интерцепција зависи од укупне количине падавина, врсте дрвећа, положаја стабала и њихове старости. Тако је, за састојине јеле, добијена вредност интерцепције у вегетационом периоду од 43,7-53,3% (од укупних падавина), при чему највеће вредности припадају местима на којима је и покривност највећа. За састојину букве добијене су вредности интерцепције у распону од 17,7-22,8%, а веће вредности интерцепције припадају стаблима са израженијом слојевитошћу крошње, као и локалитетима наглашене покривности (Ристић, Мацан, 2002). Заступљеност шумске вегетације има одлучујућу улогу, прво, при формирању површинског отицаја, а затим у укупном отицају (Kostadinov, 2002), јер чак и када су остали фактори (падавине, нагиби, геолошка подлога или земљиште) слични или скоро исти, сливови у којима је пошумљеност већа (>50%) режим површинског отицаја је уједначенији (Kostadinov, Mitrović 1994). На пољопривредном земљишту, у условима активне обраде земљишта, се као мера за смањење површинског отицаја, проноса наноса и изношења хранљивих материја користи приземна вегетација. Садњом трава и жбунастих врста у виду трака, на

међусобном растојању од 5-15m, ствара се ефекат травних филтера, који представљају баријере за задржавање наноса и хранљивих елемената (Magette et al., 1989). Одржавање оваквих засада активним, временом доводи до формирања природних тераса на падини, чиме се смањује нагиб површине која се обрађује (Ritchie et al., 1997). Утицај ових травних филтера смањује се са порастом количине површинског отицаја (Flanagan et al., 1989), али је утицај њиховог деловања и до два пута већи од „корисне“ висине самих засада (Lyles et al., 1984). Проучавање проноса наноса је веома специфичан проблем. У Србији се за контролу ерозије на бујичним сливима, пронос суспендованог наноса одређује методом филтрације узорака воде из речног корита (директна мерења), док се вучени нанос одређује прорачуном запремине (запремински метод). Због комплексности прорачуна годишњег проноса наноса код неизучених сливова, каква је већина бујичних сливова, препоручује се примена метода које су тестиране у локалним природним условима, непосредним мерењима на терену (Kostadinov, 1993; 2004). Заштита земљишта биљним покривачем је основни принцип за борбу против водне ерозије. Ово се може постићи помоћу мера за заштиту од ерозије и оних мера које имају организационо-административни карактер, као и мера које се односе на агротехничке радове (Gordon et al., 2008; Janeček et al., 2007; Hejduk, Kasprzak 2004; Kvitek et al., 2004). Примена оваквих мера и радова извршена је у југоисточној Србији, на сливу Калиманске реке, у периоду од 1927-2006. године, после низа бујичних поплава, које су нанеле огромну штету Владичином Хану и железничкој инфраструктури. Резултати изведених радова, довели су до редукције максималног протицаја са $Q_{\max.Kal.1929}=149,2 \text{ m}^3/\text{s}$ до вредности $Q_{\max.Kal.2010}=90,94 \text{ m}^3/\text{s}$, коефицијента ерозије са $Z_{1927}=1,25$ до вредности $Z_{2010}=0,36$, специфичне продукције наноса са $W_{sp1927}=3.775 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$ до вредности $W_{sp1927}=533,17 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$, специфичног проноса наноса са $W_{spp1927}=2494.45 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$ до вредности $W_{spp2010}=350.7 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$ (Ristić et al., 2012b). Колико је велики утицај природних услова и антропогеног фактора на интензитет седиментације и хидролошке процесе говори истраживање спроведено на сливу реке Дичине, у западној Србији, где је услед промена у

начину коришћења земљишта, извођења противерозионих радова и депопулације дошло до константног смањивања интензитета седиментације, као и редукције максималног отицаја. Смањење броја становника довело је до смањења притиска на пољопривредно и шумско земљиште. На тај начин, и уз извођење пошумљавања, дошло је до смањења вредности годишње продукције наноса од $W_a=16.007 \text{ m}^3$ до вредности од $W_a=1.930 \text{ m}^3$ (Ristić et al., 2013). Веома значајни ефекти противерозионих радова, уочени су на сливу реке Топлице, узводно од будуће акумулације Селова. Истраживање кроз три временска пресека показало је значајне промене, односно, смањење коефицијента ерозије, проноса и продукције наноса. Шездесетих година XX века, владали су услови веома јаке ерозије ($Z=1,0$), са годишњом продукцијом наноса од $2.802 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$ и проносом наноса од чак $1.804 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$. Деведесетих година, ове вредности се значајно смањују, и то на $Z=0,49$ са редукцијом годишње продукције за преко 2.5 пута и редукцијом годишњег проноса наноса скоро три пута. Садашњи услови, на сливу реке Топлице, су такође промењени, али су промене мањег интензитета, услед смањења активности на противерозионом уређењу овог слива. Владају услови средње ерозије, са $Z=0,404$, продукција наноса износи $719,60 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$, док је пронос наноса $463,4 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$ (Kostadinov et al. 2008). Начин коришћења земљишта игра значајну улогу у иницирању и развоју ерозионих процеса (Van Oost et al., 2000). Србија није имала јасно дефинисану стратегију за борбу против природних непогода, и није била укључена у истраживања природних непогода у Европи и свету (Dragičević et al., 2011). У циљу контроле ерозионих процеса, користе се различити модели за прорачун губитака земљишта услед дејства водне ерозије. Истраживачки центар Европске комисије (*Joint Research Centre - JRC*) препоручује MESALES, G2, PESERA и USLE (Перовић, 2015), док се у Србији, као званичне методе, прописано Правилником о Националној листи индикатора заштите животне средине („Службени гласник РС“, бр. 37/11, 2011) користе PESERA и USLE. Међутим, бројна експериментална истраживања показала су да се не сме користити само један модел и да не постоји универзални начин за контролу ерозије и бујичних поплава, управо због бројности и варијабилности фактора који

утичу на формирање ових процеса. У Србији и земљама бивше Југославије најчешће је у примени Метод потенцијала ерозије (МПЕ), за процену ерозионе продукције и проноса наноса. Користи се за брдско-планинска подручја и поред Србије, масовно је примењиван у Македонији, Босни и Црној Гори (Blinkov, Kostadinov, 2010). Процена потенцијалне ерозије земљишта, на подручју слива акумулације Првонек, извршена је упоредном анализом USLE, PESERA, WaTEM/SEDEM и МПЕ модела. Примена модела дала је следеће резултате: средња вредност губитака земљишта од 17,63 t/ha/god (USLE), 16,68 t/ha/god (PESERA), 18,23 t/ha/god (WaTEM/SEDEM) и 15,5 t/ha/god (МПЕ) (Перовић, 2015). МПЕ је коришћена у истраживању засипања две акумулације, Калиманци и Градче-Кочани, у Македонији (Минчев, 2014). У првом периоду (1969-1985) просечно годишње таложење, у акумулацији „Калиманци”, износило је 467.686 m³/god, а у другом периоду (1985-2013), просечно годишње таложење у акумулацији износило је 214.325 m³/god, што је двоструко мање него у првом периоду. За акумулацију „Градче”, у првом периоду (1959-1984), просечно годишње таложење износило је 15.200 m³/god, а у другом периоду (1984-2013), износило је 6.031 m³/god, што је 2.5 пута мање у односу на први период. Овакви резултати мерења у првом периоду последица су утицаја антропогеног фактора, који је веома изражен кроз сточарство и пољопривреду. Други период карактеришу значајне миграције становништва које су довеле до формирања пашњака и шума на делу пољопривредног земљишта. Такође, смањен је и сточни фонд, и на тај начин, побољшано стање шума и пашњака, услед смањења притиска пољопривредним активностима (Минчев, 2014). Истраживање које је спроведено у Кини, везано за процену модела упоређивањем измерених вредности и вредности које су процењене на основу четири различита модела (USLE, RUSLE2, EPIC и Dg модел), показало је да је су RUSLE2 и Dg модел дали боље резултате у процени и предвиђању вредности (K) фактора еродибилности земљишта (Wang, 2013). У северном Јордану изабран је слив Вади Куфрања, за процену годишњих губитака земљишта, коришћењем RUSLE модела, у комбинацији са методама даљинске детекције и географским информационим системима, и препоруком да се користе

мерене и симулиране вредности падавина (Farhan, 2013). У Хрватској су извршена истраживања у Винодолској котлини, применом USLE модела, и добијени резултати показали су две вредности еродибилности земљишта – средњу и високу, зависно од типа земљишта, и да је губитак земљишта износио 12 t/ha/god, што се сматра толерантним губицима. Међутим, са променом нагиба терена, тј. на нагибима већим од 6% није могуће вршити било какву воћарско-виноградарску производњу, а да се при томе не спроведу биотехничке мере заштите (терасе), јер ће, у супротном, озбиљно бити угрожен опстанак и стабилност ових земљишта (Kisić et al., 2000). Драстичне промене начина коришћења земљишта, као што су чисте сече, изградња путева или масивни ископи, без примене мера заштите од ерозије, у многоне подстичу ерозиону продукцију и пронос наноса, услед формирања бразди, јаруга клизишта и осулина. Овакви радови морају бити праћени адекватном заштитом угрожених површина која се реализује кроз концепт рестаурације и противерозионе заштите, и то, почев од нивоа израде планске документације, преко техничких решења, изградње објеката и каснијег одржавања тих површина (Ристић и сар. 2014). Током петомесечног периода истраживања (април-октобар 2007.) дубина јаруга на ски-стази „Коњарник 2“ достигла је 4 m, док је специфична ерозиона продукција достигла вредност 133.023,2 m³/km², што представља највећу забележену вредност у светској литератури (Ristić et al., 2012). Интензитет јаружасте ерозије, на деградираним шумским и пољопривредним земљиштима, у Кини, износи 13.863,3 m³/km² годишње (Chen, Cai, 2006), на обрадивим површинама у Хрватској 375–11.983,3 m³km⁻² годишње, у зависности од начина обраде (Kisić et al., 2005), и на пашњацима Новог Зеланда 21.703 m³·km⁻²·god⁻¹ (Gomez et al., 2003). Истовремено, интензитет ерозије, на експлоатисаним шумским површинама Старе планине, износи 5.174,9 m³·km⁻²·god⁻¹, док је на очуваним околним шумским површинама свега 520 m³·km⁻²·god⁻¹ (Ристић, Никић, 2007). У Бугарској је антиерозионим пошумљавањем третирано око 950.000 ha, што је око 8,64% укупне територије и једна од највиших стопа противерозионог пошумљавања у Европи, док се у Македонији примењује концепт пошумљавања екстремно аридних области

(Blinkov et al., 2013). Ефекте, након извођења радова на противерозионом уређењу неког подручја, неопходно је приказати кроз утрошена средства и кроз спречене губитке земљишта (Kuhlman et al., 2010). Када се губитак и деградација земљишта са својим негативним ефектима прикажу кроз економску анализу, јасно се уочава нужност улагања у радове којима ће се вршити превенција у борби против ерозионих процеса (Pimente, 1995). Такав пример је истраживање спроведено у САД којим је приказано да укупно улагање у заштиту од ерозије износи, на годишњем нивоу, 8,4 милијарде долара, док се на надокнаду штете сваке године потроши 44 милијарде долара. С друге стране, САД сваке године потроши 1,7 милијарди долара у програму заштите земљишта од ерозије, и на тај начин сачува 584×10^6 тона земљишта сваке године. Овакав однос показује да се на сваких 2,91 долара инвестиције сачува једна тона земљишта (Pimente, 1995). Продуктивност земљишта у неким земљама Африке опала је за 50% због ерозије и дезертификације (Dregne, 1990). Смањење приноса у Африци, због стања ерозије земљишта у прошлости, може да варира од 2 до 40%, са средњом губитком од 8.2% на целом континенту (Lal, 1995). Годишњи губитак продуктивности земљишта у Јужној Азији, услед деловања ерозионих процеса, процењује се на 36 милиона тона житарица, од чега водна ерозија наноси штету од 5.4 милијарди долара, а еолска од 1.8 милијарди долара (UNEP, 1994). Само око 3% светске површине земљишта може се сматрати као врхунско земљиште I класе. У II и III класу сврстано је 8% земљишта. Ових 11% земљишта храни шест милијарди људи данас, а очекује се раст популације на 7,6 милијарди до 2020. године (Eswaran et al., 2001). Ангажовање експерата из области екологије и економије неопходно је да би се утврдила вредност природног капитала земљишта, као и ангажовање експерата из области друштвених наука у циљу усклађивања потреба друштва са основним функцијама земљишта (Кадовић, 1999). Концепт безбедности земљишта је предложен као мултидимензионални систем, који обухвата биофизички, економски, социјални, политички и законски оквир, препознајући улогу земљишта у глобалним изазовима одрживости животне средине (Koch et al., 2013; McBratney et al., 2014).

2.1. Систематизација постојеће документације на подручју истраживања

У оквиру истраживања извршено је прикупљање материјала, који се односи на прикупљање техничке документације, која је израђена за подручје истраживања. Прикупљање техничке и остале документације, имало је за циљ стварање увида у обим и врсту радова који су предвиђани као мере заштите. Такође, увидом у ову документацију, добијени су подаци о вредности пројектованих радова. На овај начин створена је основа за проучавање почетног стања на подручју истраживања, и ова документација је главни водич за проналажење објеката на предметним сликовима, како у хидрографској мрежи, тако и на падинама. Постојање ове документације, у многоме је олакшало велики део теренског истраживања. Увидом у прикупљену документацију, такође, су јасно уочене организације које су овакве радове спроводиле, приступ решавању проблема заштите од ерозије и уређењу бујица и легислативни оквир.

Секретаријат за шумарство и водопривреду НРС- Београд, Дирекција за сузбијање бујица, Одсек за пројектовање, Реонска секција за заштиту земљишта од ерозије и уређења бујица–Ниш израдио је „Главни пројекат: Лукачева Долина, слив Власине“ (1955. године). Радови и средства за њихово извођење су одобрени јер је, како се наводи “Комисија за ревизију инвестиционих програма НО среза Лесковац, Савет за пољопривреду и шумарство НО среза Лесковац, утврдио да је програм оправдан и да је ово инвестиционо улагање у складу са уређењем бујица Лукачеве Долине, како не би даље затрпавала својим наносом плодне ограничне површине и угрожавала пут Лесковац-Црна Трава-Власинско језеро и насеље Горњи Орах“. Кроз техничку документацију, израђена је прегледна карта распрострањености ерозије, биљног покривача и пројектованих радова, и дат је опис површина са предвиђеним мерама. Ова документација послужила је као основа за сагледавање почетног стања ерозије и начина коришћења земљишта, пре почетка извођења радова на сливу Лукачеве Долине. У делу описа планираних мера, од посебног значаја је и детаљан опис површина и начина коришћења

земљишта пре почетка радова, а затим и детаљан преглед мера које је било неопходно предузети ради сузбијања ерозионих процеса. Посебан прилог у оквиру техничке документације је и „фото карта“, на којој су обележена места са којих су снимљене фотографије почетног стања, које су саставни део пројекта. На основу уцртаних положаја са ове фото карте, снимљене су фотографије које су послужиле као аутентични приказ ефеката изведених радова. На основу уздужног профила, добијене су вредности падова природног корита пре извођења радова, које су касније послужиле у прорачуну редукције пада корита, упоређивањем са садашњим падом, који је мерен у оквиру теренских истраживања. Детаљан приказ попречних профила са пројектованим заштитним објектима био је од великог значаја за проналажење изведених објеката на терену, које је због велике временске разлике од скоро 60 година, од изградње, било веома тешко пронаћи. Детаљан предмер радова, калкулација цена и предрачун трошкова омогућили су упоредну анализу коштања радова 60-их година XX века и данас.

Управа за шумарство НОС израдила је Идејни пројекат: „*Слив реке Нишаве – бујица звана Градашничка река*“ (1956. године). Радовима, на реализацији овог пројекта, приступило се без израде главног пројекта, према захтеву инвеститора – Управе за шумарство НРС, а на посебан захтев среза, који је образложио хитност радова. Овако пројектована документација, иако на нивоу идејног пројекта, дала је доста детаљан преглед и увид у стање на терену, пре почетка радова на противерозионом уређењу. Пројектовање објеката препуштено је извођачу радова, а на основу нацрта типских објеката, који су дати у техничкој документацији, и на месту које је означено на прегледној карти. У оквиру техничке документације, и у овом пројекту је дат детаљан опис издвојених површина, на којима је била неопходно извршити заштитне биолошке и биотехничке радове, са описом постојећег стања на свакој површини. Документација није садржала све елементе главног пројекта, као нпр. уздужни профил, тако да у раду није одређен почетни пад природног терена, а ни радови на техничком уређењу нису спроведени у целости. На терену је, са проналаском

дела изведених техничких радова, уочена разлика између пројектованих типских и изведених објеката, и претпостављено је да је до промене дошло услед одлуке извођача радова. Техничка документација садржи прегледну карту, са свим предвиђеним радовима и њиховим оријентационим позицијама, што је било довољно да се објекти пронађу на терену, изврши њихов премер и узму узорци из заплава. Посебно се јасно уочавају биолошки радови, који су у већем делу изведени на падинама слива, као и биотехнички радови (терасе). Детаљан приказ коштања радова омогућио је упоредну анализу коштања радова 60-их година ХХ века и данас. Упоредо са израдом овог идејног решења, пројектант је указао на потребу израде техничке документације, која би предвиђала радове на уређењу корита реке Градашнице кроз Пирот. Водопривредна организација „Јужна Морава“, ООУР „Водопривреда“–Ниш, израдила је „Главни пројекат регулације Градашничке реке од ушћа у Нишаву до села Градашница од $km\ 0+000$ до $km\ 2+800$ “ (1978. године). Инвеститори радова, били су Републички СИЗ водопривреде Србије, Регионална самоуправна водопривредна заједница региона Ниш и Општински фонд вода Пирот. Према овој техничкој документацији, изведени су радови регулације корита, у три фазе: прва фаза од $km\ 0+700$ до $km\ 1+170$, друга фаза од $km\ 1+170$ до $km\ 2+280$ и трећа фаза од $km\ 2+280$ до $km\ 2+800$. Прва фаза изведена је према хитном поступку, јер се налази у ужем центру града. Главни пројекат регулације коришћен је у делу „Изведени противерозиони радови“. Кроз ову документацију дат је приказ падавина за две кишомерне станице, Пирот и Височка Ржана, од 1923-1973 године, које су послужиле за прорачун великих вода Градашничке реке. Предмер и предрачун радова коришћени су у делу упоредне анализе коштања радова.

Институт за шумарство, Београд израдио је „Главни пројекат уређења слива Габровачке реке“ (1957. године), према инвестиционом програму Секретаријата за шумарство, Извршног већа НРС, Дирекције за сузбијање бујица и ерозије у Београду. Техничка документација израђена је на нивоу главног пројекта, из три дела: први, Општи део, у оквиру којег су дате прегледна и геолошка карта, као и

карта постојећег стања на сливу, на основу које је одређено почетно стање ерозије и начин коришћења земљишта, пре почетка извођења радова. Кроз ову техничку документацију, за разлику од слива Лукачеве Долине и Градашничке реке, дошло се до сазнања да ова техничка документација није прва документација те врсте. Наиме, у периоду пре Другог светског рата извођени су противерозиони радови: „...Знатно пре 1942. године када је израђен први елаборат за уређење ове реке, она је већ била позната као зло против кога се треба борити. Непосредно угрожени заинтересовани су: међународни пут Ниш-Цариград, железничка пруга истог правца, насеља Габровац, Бербатово и Вукманово, и део стамбеног насеља Ниша, пољопривреда на сливу и у равници Нишавске долине...“. Прва катастрофална поплава која је задесила Ниш под утицајем реке Нишаве и Габровачке реке, као притоке која се улива у самом центру града, била је 01.7.1926. године, када је протицај реке Нишаве износио $702 \text{ m}^3/\text{s}$. За време катастрофалне поплаве 23.6.1948. године која је задесила Ниш, кроз корито реке Нишаве протекло је $1.351,0 \text{ m}^3/\text{s}$ воде, у којој је Габровачка река учествовала са $107 \text{ m}^3/\text{s}$, што је представљало око 8% учешћа у поплавном таласу. Кроз главни пројекат, дат је и приказ планираних радова на уређењу слива, са описом стања на издвојеним површинама и мерама које је неопходно предузети ради адекватне заштите. У другом делу техничке документације детаљно се обрађује десна притока Габровачке реке – Кочанска долина (данашња Вукмановска река), са свим притокама, док се, у трећем делу, обрађује леви (изворишни) крак Габровачке реке са притокама, до састава са Вукмановском реком. Посебно је обрађен мелиорисани пашњак, на месту званом „Куси брест“ у Бербатову, који, такође, представља једно од раније штићених подручја на сливу Габровачке реке. Ова техничка документација указала је на потребу уређења самог корита Габровачке реке кроз Ниш, од ушћа у Нишаву па узводно, и за те потребе израђена су два пројекта: „Идејни пројекат регулације реке Нишаве од *km* 0+000 до *km* 27+450“-Управа за водопривреду Народне Републике Србије, Хидротехнички одељак у Нишу (1954. године) и „Главни пројекат за уређење бујице Габровачке реке“-Биро за пројектовање у шумарству, бр. 809/57 (1960.

године). Међутим, радови на уређењу речног корита нису извођени према наведеној документацији, већ је предузеће „*Нишинвест*“ Ниш д.о.о. из Ниша, израдило „*Главни пројекат регулације Габровачке реке у Нишу од km 0+000 до km 1+660*“ (Ниш, 2009.). Радови су изведени 2010. године, према овој иновираној документацији, средствима из кредита Светске банке. По завршетку радова, израђен је и „*Пројекат изведеног стања регулације Габровачке реке у Нишу од km 0+000 до km 1+600*“ (Водопривредно предузеће „*Галовица*“, Београд-Земун, 2011. године). Већ у првој години, након извођења радова, регулисано корито Габровачке реке било је запуњено наносом преко 1/3 запремине минор корита. У циљу заштите постојеће регулације израђен је „*Главни пројекат изградње 2 депонијске преграде на Габровачкој реци у Нишу—заштита постојеће регулације*“, урађен од стране ДВП „*Ерозија*“ (2012. године). Планирано је да се радови на изградњи депонијских преграда изведу током 2017. године. Ова техничка документација пружила је увид у садашње стање ерозије на сливу, као и прорачун великих вода Габровачке реке и указала на проблематику уређења слива и проноса наноса.

Здружено опште водопривредно предузеће „*Морава*“–Београд, Водопривредна организација „*Ерозија*“ Ниш израдило је „*Катастар бујица у сливу Нишаве, свеске I и II*“ (1972. године). Ово је један од најважнијих докумената израђених у области уређења бујица у последњих 50 година у Србији. У оквиру Катастра бујица слива Нишаве обрађене су комплетне орографске и хидрографске карактеристике слива, геолошки и педолошки услови, климатско-метеоролошка својства, биљни покривач, штете од ерозије, прорачун продукције наноса, предлог мера уређења, обрачун извршених радова и предрачун предвиђених радова. Као посебан део Катастра бујица, израђен је и регистар бујичних сливова, као и карта ерозије. На основу ове документације, утврђено је стање ерозије и начин коришћења земљишта, за период 70-их година XX века, на сливовима Градашничке и Габровачке реке, као директних притока реке Нишаве.

За потребе израде докторске дисертације, за детаљније сагледавање стања ерозије у Србији, у брдско–планинским деловима, као и увид у водопривредну проблематику у делу уређења бујица и заштите од ерозије у Републици Србији, коришћена је следећа документација:

- *„Студија уређења бујичних токова у горњем делу слива Јужне Мораве“*, Шумарски факултет, Београд, 1997. године.
- *„Студија водопривредне проблематике брдско-планинских подручја у Србији“*, Шумарски факултет, Београд, 2001. године.
- *„Пројекат хитних радова за смањење штета од ерозије и бујичних поплава у сливовима Нишаве и Власине, I фаза“*, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд, 2008. године.
- *„Генерални пројекат са претходном студијом оправданости уређења Јужне Мораве од Грделице до састава са Западном Моравом“* Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд, 2005. године.
- *„Стратегија управљања водама на територији Републике Србије“*, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд, 2015. године.
- *„Студија унапређења поузданости прогнозе и упозорења о наиласку великих вода“* Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд, 2002. године.

3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Истраживања су извршена на подручју бујичних подсливова Јужне Мораве. У оквиру подручја истраживања одабрана су три карактеристична бујична слива: Лукачева Долина, Габровачка река и Градашничка река.

3.1. Прикупљање података

Прикупљена је постојећа техничка документација, на основу које су изведени противерозиони радови (пројекти и студије). Да би се добили подаци о природним условима у бујичним водотоковима, који су владали пре њиховог уређења (пад корита, карактеристике вегетационог покривача, стање ерозије на сливу и др.), као и о изведеним објектима (тип објекта, димензије, материјал, обим радова), коришћена је аналитичка метода на основу доступне техничке документације. Прикупљени су пројекти (или само нацрти објеката и други подаци потребни за даља истраживања, као и фото-документација) у којима је предвиђена изградња попречних објеката (у систему) за анализиране бујичне сливове.

3.2. Теренска истраживања

У оквиру теренских истраживања извршене су следеће активности: снимање уздужних профила заплава попречних објеката, мерење ширина формираних заплава, узимање узорака наноса са заплава (узводно од попречних објеката), формирање огледних поља, и узимање узорака земљишта за анализу педолошких карактеристика.

3.2.1. Снимање уздужних профила заплава попречних објеката

Снимање уздужних профила, узводно од попречних објеката у кориту, извршено је GPS уређајем TOPCON, NiperPRO, од стране „ГЕОСИСТЕМПЛУС“ д.о.о. Ниш. Ширине заплава мерене су ручно (пантљиком) на терену. Добијене су вредности

падова, дужине и ширине заплава, које представљају улазне податке, за прорачун количина задржаног вученог наноса, иза сваког попречног објекта. За прорачун количина наноса коришћена је формула Б. Китин-а (1975), у којој се, поред падова заплава и падова корита, као улазни подаци користе просечне ширине заплава и корисне висине попречних објеката:

$$W = \frac{m \times h_k^2}{2(I_t - I_z)} \quad (3.1)$$

Где су: m – просечна ширина заплава (m); h_k – корисна висина попречног објекта (m); I_t – природни пад корита у децималном облику; I_z – природни пад заплава у децималном облику.

Резултати прорачуна задржане количине наноса у заправима приказани су табеларно, док су уздужни профили корита дати као посебни прилози (*Поглавље 4.8.*).

3.2.1.1. Узимање узорака наноса са заплава узводно од попречних објеката

За потребе гранулометријске анализе, обављено је узимање узорака наноса са заплава узводно од попречних објеката. Узорци су узимани са површине од 1,0 m² (1,0x1,0 m), до дубине највећег зрна (Skatula, 1964). Због малог растојања између попречних објеката, узиман је само по један узорак, и то на средини заплава, између два узастопна попречна објекта. Откопани материјал просејаван је кроз сита пречника 100-0,1 mm. Извршена је анализа гранулометријског састава вученог наноса из заплава анализираних попречних објеката, у референтној лабораторији Института за путеве а.д., Београд.

Са гранулометријске криве, за сваку преграду посебно, очитани су следећи карактеристични пречници наноса: d_5 , d_{10} , d_{25} , d_{30} , d_{50} , d_{60} , d_{75} , d_{90} , d_{95} и $d_{97.5}$ - крупноћа зрна наноса при 10%, 25%, 30%, 50%, 60%, 75%, 90%, 95% и 97,5% учешћа тежинских делова од укупне масе наноса.

На основу очитаних вредности пречника зрна наноса, за сваки узорак, израчунати су коефицијенти неједнородности наноса: U (Allen-Hazen), K_m (Б.А. Мелентьев), K_d (G. B. Dokukin), K_k (V. S. Knoroz), S (L. B. Ruhin) и S_0 (Krumbein). Ови коефицијенти су значајани за оцену униформности материјала. Наиме, од коефицијента неједнородности зависи брзина инфилтрације и филтрације воде кроз заправ наноса.

У пракси је најчешће примењиван коефицијент неједнородности по Allen-Hazen-у, и уколико су вредности: $U=0-5$, нанос је хомоген; $U=5-15$, нанос је средње хомоген; $U>15$, нанос је нехомоген (Поповић, Костадинов, 1987). Уколико се вредности приближавају јединици, то упућује на постојање крупнијих фракција наноса, са мало глиненог материјала, већу порозност и већу брзину инфилтрације и филтрације воде.

Резултати очитавања вредности са гранулометријске криве за сваки узорак наноса, као и вредности коефицијената неједнородности приказани су табеларно (Поглавље 4.8.).

3.2.2. Формирање огледних поља

На подручју истраживања постављена је серија огледних поља, ради утврђивања развоја и стања подигнутих култура. Постављено је 9 огледних поља, а избор локалитета, на којима је вршено прикупљање података, обављен је у складу са задатком рада. Код њиховог издвајања настојало се да се обезбеди хомогеност станишних услова, која подразумева и примену јединствене технике припреме земљишта за пошумљавање (градони, контурни ровови, терасе, плетери), при чему се водило рачуна да се обухвате различити нагиби, експозиције и надморске висине. Издвојене огледне површине су правоугаоног облика, и обухватиле су по 30 стабала. Прикупљање теренских података о састојинама обухватило је: мерење прсног пречника свих стабала на огледној површини, са тачношћу од 1 mm,

мерење висине свих стабала, са тачношћу од 0,1 m. За одређивање старости састојина вршено је узимање извртака, тако што су издвојене групе стабала са истим прским пречником, и из сваке групе узето је 2-5 узорака, у зависности од броја издвојених група према пречнику.

Резултати мерења на огледним пољима приказани су табеларно и кроз фотодокументацију (*Поглавље 4.2.*).

3.3. Педолошка истраживања

На основу расположивих Педолошких карата слива Јужне Мораве 1:50.000 (за слив Лукачеве Долине: лист 2 Власотинце, Институт за земљиште, 2011. године, за слив Габровачке реке: лист 1 Ниш, Институт за земљиште, 1982. године, и за слив Градашничке реке: лист 3 Пирот, Институт за земљиште, 2011. године) и сопствених истраживања, утврђена је заступљеност типова и карактеристике земљишта. Педолошка карта подручја истраживања урађена је у дигиталном облику и израчунато је процентуално учешће дефинисаних типова земљишта (*Поглавље 4.1.5.*).

3.3.1. Узимање узорака земљишта за анализу педолошких карактеристика

На сваком огледном пољу отворен је педолошки профил и узети су узорци земљишта, који су касније обрађени у референтној лабораторији „Института за земљиште“ -Београд. Извршена је анализа хемијских и физичких особина земљишта у новоподигнутим шумским културама. Поред огледних поља, одређена су и контролна поља на којима су отворени педолошки профили и узети узорци, како би се могло извршити упоређивање физичких и хемијских карактеристика земљишта, на површинама које су третиране противерозионим радовима, са карактеристикама земљишта на којима нису извођени противерозиони радови. Узето је 9 контролних узорака, тако да сваки узорак са контролног поља представља поредбени модел једном узорку са огледног поља. Узорци нису

узимани по педогенетским хоризонтима, већ по слојевима од 10-30 cm дубине, јер се ради о земљиштима на којима су изведени антиерозиони радови, односно о мелиорисаним земљиштима.

Од физичких и хемијских карактеристика земљишта, испитивани су следећи параметри:

- Одређивање рН вредности (SRPS ISO 10390: 2007);
- Одређивање садржаја карбоната (SRPS ISO 10693: 2005);
- Одређивање лакоприступачног К у земљишту А1 методом – ZILUH-6;
- Одређивање лакоприступачног Р у земљишту А1 методом – ZILUH-7;
- Одређивање хидролитичке киселости Y по Карпену – ZILUH-8;
- Одређивање суме адсорбованих базних катјона по Карпену – ZILUH-9;
- Хемијска испитивања ван обима акредитације: капацитет измене катјона – СЕС, садржај органског азота – CNS-analyser;
- Одређивање механичког састава земљишта (гравиметријски) – ZILUF-1;
- Физичка испитивања ван обима акредитације: стабилност микроструктурних агрегата;
- Класа за водопропустљивост и код за структуру одређени су на основу кодирања приликом описа профила по Wishmaer и Smith-у.

Вредности улазних параметара (текстура, садржај органске материје и структура) одређиване су за површински слој земљишта дубине од 0-10 cm, док је за водопропустљивост коришћена вредност филтрације која карактерише цео профил.

У оквиру педолошког узорковања, део сакупљеног материјала на терену одвојен је за одређивање фактора еродибилности земљишта. Вредности фактора еродибилности земљишта *K* (Поглавље 4.1.5.1.1.) добијене су на основу једначине

зависности особина земљишта и земљишне еродибилности (Wischmeier, Smith, 1978) која гласи:

$$K = (2,1 \times 10^{-7} \times M^{1.14} \times (12 - OM) + 4,3 \times 10^{-3} \times (s - 2) + 3,3 \times (p - 3)) \times 0,1317 \quad (3.2)$$

Где су: М – Параметар величине честица; $M = (\text{процент праха} + \text{врло финог песка}) \times (100 - \text{процент глине})$; ОМ – Процент органске материје; S – Структура (код, Табела 3.1); P – Водопропустљивост (код, Табела 3.2)

Фактор еродибилности земљишта К, дефинисан је као један од фактора које је неопходно одредити приликом прорачуна губитака земљишта услед деловања водне ерозије. За његово одређивање неопходно је извршити узорковање земљишта и лабораторијску анализу којом се дефинишу физичке и хемијске карактеристике педолошког профила. У нашој пракси примењује се одређивање К-фактора на основу номограма или једначине зависности особина земљишта и земљишне еродибилности, при чему и један и други начин одређивања К-фактора има своја ограничења. Када се за одређивање К-фактора користи номограм неопходно је добијене вредности редуковати коефицијентом 0,1317, како би вредност била изражена у јединицама SI-система (Табела 3.3). Такође, потребно је истим коефицијентом редуковати и граничне вредности за одређивање групе земљишта према отпорности на водну ерозију.

Табела 3.1: Структурне класе земљишта (S) према USDA 1983, (Renard et al, 1991)

Класа (код)	Структура земљишта	Величина честица
1	Веома фина зрнаста и веома фина мрвичаста	<1 mm
2	Фина зрнаста и фина мрвичаста	1-2 mm
3	Зрнаста и средње мрвичаста и грубо зрнаста	2-5 и 5-10 mm
4	Веома груба зрнаста, веома груба призматична, стубаста, коцкаста, плочаста или грудваста	>10 mm

Табела 3.2: Класе водопропустљивости (P) према USDA, 1983 (Renard et al., 1991)

Класа водопропустљивости (код)		Текстура	Засићена хидрауличка проводљивост (mm·h ⁻¹)
1	Брзо, врло брзо	Песак	>60,96
2	Умерено брзо	Иловасти песак, песковите иловаче	20,32-60,96
3	Умерено	Иловаче, прашкасте иловаче	5,08-20,32
4	Умерено споро	Песковито-глинене иловаче, глинене иловаче	2,03-5,08
5	Споро	Прашкасто-глиновите иловаче, песковите глине	1,02-2,03
6	Веома споро	Глине, прашкасте глине	<1,02

Табела 3.3: Отпорност земљишта на ерозију према величини фактора еродибилности *K* (Vopravil et al., 2007)

Група	Отпорност земљишта на водну ерозију	K	
		$\left(\frac{\text{ton acre hour}}{\text{hundreds of acre foot} - \text{tonf inch}}\right)$	t·ha·h·ha ⁻¹ МЈ ⁻¹ mm ⁻¹
1	Отпорна	< 0,20	<0,02634
2	Слабо осетљива	0,20-0,30	0,02634-0,03951
3	Средње осетљива	0,30-0,40	0,03951-0,05268
4	Веома осетљива	0,40-0,50	0,05268-0,06585
5	Врло јако осетљива	0,50	>0,06585

Резултати лабораторијских анализа, физичких и хемијских карактеристика, узоркованог земљишта, приказани су табеларно, док су израђене педолошке карте дате као посебан прилог (Поглавље 4.1.5.).

3.3.1.1. Стабилност структурних агрегата

Анализа стабилности структурних агрегата, одређена је из узорака земљишног материјала, у поремећеном стању. Принцип одређивања стабилности заснивао се на анализи односа између укупног садржаја честица мањих од 0,002 mm (глина) у узорку земљишта припремљеног са натријум пирофосфатом (Na₄P₂O₇·x10H₂O), и садржаја тих честица у суспензији земљишта припремљеног са водом (H₂O).

Стабилност микроагрегата је изражена према Vageler-у (Табела 3.4) индексом њихове стабилности (Ss) према формули:

$$Ss = (Fp - Fnp) / Fp \times 100 \quad (3.3)$$

где су: Fp - % честица мањих од 0,002 mm у узорку земљишта припремљеном са Na₄P₂O₇·10H₂O; Fnp - % честица мањих од 0,002 mm у узорку земљишта припремљеном са H₂O

Табела 3.4: Класификација степена стабилности структурних микроагрегата земљишта

Индекс стабилности микроагрегата (Ss)	Степен стабилности микроагрегата по Vagler-у
<10	Потпуно нестабилни
10-20	Нестабилни
20-30	Врло мало стабилни
30-50	Мало стабилни
50-70	Доста стабилни
70-90	Стабилни
>90	Врло стабилни

Резултати одређивања стабилности структурних агрегата приказани су табеларно, за сваки узорак земљишта, са огледних и контролних парцела (Поглавље 4.1.5.1.).

3.4. Обрада података

За обраду података коришћене су методе математичке статистике, методе моделирања за добијање зависности формирања падова заплава од неких параметара корита и наноса, регресиона анализа за оцењивање облика зависности и корелациона анализа за одређивање степена зависности. Примењена је и вишеслојна, упоредна анализа простора ГИС технологијом.

3.4.1. Примена статистичких и геостатистичких метода анализе добијених резултата

Подаци су обрађени статистичким методама, а приказани су графички и табеларно. Коришћени су елементи дескриптивне статистике: аритметичка средња вредност, стандардна девијација, коефицијенти варијације и њихове грешке, коефицијент асиметрије (α_3) и спљоштености (α_4), доњи (Q_1) и горњи (Q_3) квантили. За утврђивање зависности између пада заплава, природног пада корита и гранулометријског састава наноса (карактеристични пречници наноса и коефицијенти неједнородности), коришћен је линеарни регресиони модел, који се најбоље прилагођава емпиријским подацима и пружа најквалитетније информације о односима и везама између посматраних појава.

Регресиона анализа се користи за оцењивање облика зависности између посматраних величина, а корелациона анализа за одређивање степена њихове зависности. Модели су изражени математичким једначинама, које приказују одређене везе и законитости између посматраних појава. Анализирана је зависност пада заплава (I_z) од природног пада корита (I_t) и појединих карактеристика гранулометријског састава наноса ($d_{5-97,5}$, U , K_m , K_d , S , S_0). Цртањем дијаграма расипања тачака емпиријских података, између више алтернативних облика, бирају се они функционални облици који на најбољи начин приказују везу између анализираних параметара. Тако су добијене регионалне аналитичке зависности за прорачун падова заплава у бујичним токовима Габровачке реке (леви изворишни крак – Габровачка река и десни изворишни крак Вукмановска река). Квалитет формираних регресионих модела процењен је на основу величине коефицијента детерминације (R^2), коефицијента корелације (R), стандардних грешака оцена параметара (Se) и одговарајућих t -статистика, а верификација статистичке значајности коефицијента корелације урађена је према F -тесту (Ранковић, 1996). Статистичка обрада података рађена је одабраним методама, одговарајућим

програмима намењеним за статистичку обраду података (*Excel*, *Statistica 7* и *SPSS 19*). Модели могу бити прости (simple) и сложени (multiple), у зависности од тога да ли су резултат дејства једног или више фактора истовремено. Када је у питању пад заплава, при образовању и анализи модела полази се од једноставног односа падова заплава и појединих фактора ка сложенијим везама. За регресиону анализу коришћена је „метода најмањих квадрата“, која се заснива на минимизирању збира квадрата вертикалних одступања. Коefицијент детерминације (R^2) објашњава учешће укупних варијација вредности зависно променљиве око средње вредности, док се преостали део укупних варијација приписује факторима чије је дејство укључено у грешку модела. Вредности овог коefицијента су у интервалу $0 \leq R^2 \leq 1$, где високе вредности коefицијента говоре о великој важности фактора који детерминишу посматрану појаву, а ниске вредности коefицијента детерминације означавају утицај оних фактора који нису обухваћени моделом тј. погрешну поставку модела. Формула за израчунавање коefицијента корелације гласи (Хацивуковић, 1991):

$$R^2 = \frac{\sum (\hat{y} - \bar{y})^2}{\sum (\hat{y} - \bar{y})^2 + \sum (\hat{y} - y)^2} \quad (3.4)$$

Како би се одредила поузданост оцене параметара, израчунава се стандардна грешка оцене параметара и одговарајућа t-статистика. Стандардна грешка оцене параметра (Se) је величина одступања од оцењене средње вредности. Формула за њено израчунавање је:

$$Se = \frac{\sqrt{(Y - \hat{Y})^2}}{N - 2} \quad (3.5)$$

$$\hat{Y} = a + bX \quad (3.6)$$

У представљеној формули a и b су параметри тражене функције, а \bar{X} , \bar{Y} - аритметичка средина података за зависну променљиву:

$$b = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum (X - \bar{X})^2} \quad (3.7)$$

$$a = \bar{Y} - \bar{X}b \quad (3.8)$$

Помоћу Студентове t-статистике утврђује се да ли је израчуната оцена параметра статистички значајна или није. За ту сврху се користе таблице Студентове t-расподеле, где је улазни податак број степени слободе и ниво значајности (коришћени коефицијент поузданости је 0,95, а ниво значајности 0,05). Ако је таблична вредност t-статистике ($t_{0,05}$) мања од израчунате апсолутне вредности, сматра се да је оцена параметра статистички значајна. Формула за израчунавање значајности коефицијента корелације (R), тј. поузданост оцене параметара се своди на израчунавање Студентове t-расподеле:

$$t = R \frac{\sqrt{(N-2)}}{\sqrt{1-R^2}} \quad (3.9)$$

Где су: R- коефицијент корелације; N - број испитаника; N-2 - степени слободе

Коефицијент корелације (R) се користи за оцену нивоа повезаности зависно и независно променљиве (Хаџивуковић, 1991):

$$R = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum (X - \bar{X})^2 (Y - \bar{Y})^2} \quad (3.10)$$

или у простој регресији се израчунава као квадратни корен из коефицијента детерминације (Ранковић, 1996):

$$R = \sqrt{R^2} \quad (3.11)$$

За грубу апроксимацију повезаности посматраних величина користи се следеће правило (Petz, 1974):

- 0,0-0,2 незнатна или никаква повезаност,
- 0,2-0,4 лака повезаност,
- 0,4-0,7 значајна повезаност,
- 0,7-1,0 висока или врло висока повезаност.

Висока вредност коефицијента корелације израчуната на малом броју података, као ни нижа вредност коефицијента корелације базирана на већем броју података,

не представљају поуздан показатељ јаке корелационе везе. Због тога је потребно извршити тестирање значајности коефицијента корелације за дати број степена слободe уз помоћ F-теста, где се прво израчунава вредност F-статистике (F), чије се вредности упоређују са табличним вредностима (Фишеровe таблице). Ако је израчуната вредност F-статистике већа од табличне, сматра се да постоји статистички значајна повезаност регресанда (зависно променљива) и регресора, тј. да је коефицијент корелације сигнификантан. Све наведене статистике и тестови се односе на линеарне моделе.

Резултати регресионе анализе приказани су табеларно и графички уз одговарајуће коментаре добијених резултата (*Поглавље 4.8.1.*).

3.5. Физичко-географске карактеристике

Основни физичко-географски параметри анализираних сливова измерени су на дигиталној топографској карти: површина слива, F (km²); обим вододелнице, O (km); дужина главног тока, L (km); одстојање од тачке у речном кориту, најближе тежишту слива до излазног профила, Lc (km); укупна дужина свих притока, Lu (km); највиша кота у сливу, Kv (m); кота изворишта, Ki (m) и кота ушћа, Ku (m). Остали параметри: средња надморска висина, средња висинска разлика, средњи нагиб терена на сливу, апсолутни нагиб речног корита, уравни пад речног корита, модул развијености вододелнице слива, морфолошки коефицијент, коефицијент облика слива и густина хидрографске мреже, израчунати су по познатим формулама (Костадинов, 2008).

На основу топографских карата, размере 1:25.000, и сателитских снимака, урађена је дигитална карта хидрографске мреже истраживаног подручја (*Поглавље 4.1.2.*).

На основу топографских карата подручја истраживања, размере 1:25.000 за слив Габровачке реке (листови 135-2-4 Ниш и 582-2-4 Ниш-Барбеш), за слив

Градашничке реке (листови 137-3-2 Велика Лукања и 137-3-1 Пирот) и за слив Лукачеве Долине (лист 154-2-1 Свође и генерисане карте размере 1:10.000), урађене су дигитална карта нагиба и карта експозиција (Поглавље 4.1.2.).

Табела 3.5: Класе нагиба терена према *International Geographical Union, IGU, 1968*

Класа	Нагиб (%)	Карактеристике
1	0-4	Нема видљивих кретања маса. Површинско спирање сведено на минимум
2	4-9	Видљиве су појаве кретања, изражено је спирање, течење и таложење тла
3	9-27	Снажна ерозија, интензивно спирање и покретање маса.
4	27-70	Веома снажна ерозија, појачано је спирање и одношење материјала
5	>70	Покрети маса толико су изражени да се акумулациони материјал тек местимично задржава, јављају се претежно огољене стеновите површине, стрми одсеци.

3.6. Геолошке карактеристике

Геолошке карактеристике подручја истраживања одређене су на следећи начин: Дигитализована је Основна геолошка карта СФРЈ, размере 1:100.000, листови Власотинце (К34-45), Ниш (К34-32) и Пирот (К34-34). На карти су уцртане границе подручја истраживања, и унутар граница издвојени заступљени типови геолошке подлоге. За сваки тип геолошке подлоге израчунато је процентуално учешће.

Поред овога, урађена је и дигитална карта еродибилности стена подручја слива Лукачеве Долине, Габровачке реке и Градашничке реке, и утврђено је процентуално учешће веома чврстих, условно чврстих, условно еродибилних и веома еродибилних стена (Поглавље 4.1.4.).

3.7. Анализа начина коришћења простора

На основу расположивих топографских карата, аеро-фото снимака, сателитских снимака и техничке документације пре извођења противерозионих радова, као и теренским истражним радовима, дефинисан је начин коришћења простора. На основу тога, израђење су карте начина коришћења простора за сва три слива (Поглавље 4.4.), које приказују стање на сливовима за три временска пресека (1955, 1970. и 2016. године). У оквиру издвојених површина, према начину коришћења, издвојене су шуме, деградиране шуме, ливаде и пашњаци, деградиране ливаде и пашњаци, оранице, виногради, воћњаци, насеља и голети.

3.7.1. Примена метода даљинске детекције и ГИС технологија у просторним анализама

Даљинска детекција, у ужем смислу, обухвата анализу и интерпретацију различитих снимака делова Земљине површине, начињених са површине терена, из ваздушног простора или из космоса. Најпогоднију дефиницију даљинске детекције дала је Евелин Пруит (1960. године), која гласи: „Даљинска детекција представља метод прикупљања информација путем система који нису у директном, физичком контакту са испитиваном појавом или објектом“. Данас се, под термином даљинска детекција подразумева и аерофотограмetriја, уз уважавање специфичности фотографског настајања снимка. У геонаукама, међу које спада и геодезија, објекат је физичка површина Земље. У областима геодезије и картографије, даљинска детекција се све чешће користи као важан извор за картирање, у геологији учествује при утврђивању геолошке грађе терена, у пољопривреди при проучавању педолошког слоја и различитих култура, у шумарству у области изучавања вегетационог покривача, у хидрологији праћења стања вода, итд. Ту су и најновије области примене, попут праћења и предвиђања елементарних непогода и природних катастрофа услед померања тла, заштите

животне средине и др. Стални развој информационих технологија омогућио је да даљинска детекција, у комбинацији са ГИС-ом и његовим апликацијама, пружа корисне информације широком кругу корисника (Регодић, 2008).

ГИС је тешко дефинисати, пошто се он на различитим оперативним нивоима различито види и доживљава. ГИС (Географски информациони систем) представља дословни превод енглеског оригинала „*Geographic Information System*”. То је синоним за термине Географски информациони систем и Просторни информациони систем (Kukrika, 2000). Појам „Географског информационог система“ није једнозначно дефинисан у опсежној литератури која се бави овим подручјем. Често се каже, да је ГИС скуп софтверских алата који се користе за унос, чување, манипулисање, анализу и приказивање географских информација. Ова дефиниција припада техничким дефиницијама система јер наглашава да је ГИС синтеза компјутерски подржаног дизајна (*Computer Aided Design - CAD*) и ефикасне манипулације дигиталним картографским подацима, интегрисаним са софтвером базе података (Петровић, 2009). ГИС се често дефинише и по томе шта може да уради, што представља функционалну дефиницију, по којој ГИС у првом реду служи за спровођење просторних анализа (Milosavljević, 2006). Као и сви информациони системи (IS) и информационе технологије (IT) и ГИС помаже у процесу доношења одлука.

У решавању неког проблема, ГИС може повезати погледе практично свих струка релевантних за тај проблем, нпр. знања о педолошкој структури, категоризацији квалитета земљишта, типовима вегетације, планирању простора, његовом уређењу и заштити (Burrough, 2000). Предуслов за компјутерски подржане приказе терена је постојање дигиталних модела терена (ДМТ). ДМТ је скуп тачака на површини Земље чије су просторне координате сачуване у форми која је погодна за компјутерску обраду. Просторна компонента издваја ГИС од класичних IS. Апсолутним просторним одредницама дефинише се просторни положај, облик и величина ентитета. Релативне просторне одреднице су релативни међусобни

односи ентитета у простору, који се називају тополошки подаци. У почетку свог развоја и примене, географски информациони системи су нашли место у области планирања и управљања природним ресурсима, планирања путне мреже и свих видова саобраћаја, коришћења и управљања земљиштем. Главни извори података у ГИС-у су: топографско картирање (националне картографске агенције, приватне компаније, катастар), војне установе, компаније за даљинску детекцију и сателитске агенције, истраживања природних ресурса и хидрографско картирање. Земље Европске уније су утемељење географских информационих система реализовале кроз развој ГИС база података (просторних и непросторних) о путној мрежи, транспортним правцима, осматрању и заштити животне средине, јавном сервису итд. (Петровић, 2009). Многе асоцијације и агенције су се специјализовале за промоцију знања и решења које се стичу употребом ГИС-а. Од 1985. до 1990. Европска Комисија (*European Commission*) спровела је *CORINE* програм-Координација информација о животnoj средини (*Coordination of Information on the Environment*). Током овог периода, направљен је информациони систем о стању животне средине у Европи (*CORINE* систем), развијене су методологије и номенклатуре и затим усаглашене на нивоу Европске Уније. У оквиру тог информационог система, кључно место свакако припада *CORINE land cover* бази података за референтну годину 1990. (CLC90). Одговорност за спровођење програма добила је Европска агенција за животну средину (EEA). Убрзо, *CORINE land cover* је препознат као кључни сет података за просторне анализе на различитим нивоима. У многим службама Европске Комисије постоји растућа потреба за коришћењем просторних анализа у циљу интегралне процене стања животне средине. У намери да се Србија и Црна Гора, када је реч о достизању упоредивих *Land Cover* база података, доведу у исту позицију као остале европске земље, Европска Комисија (*European Commission*) је донела одлуку да финансира имплементацију *CORINE Land Cover* пројекта у Србији и Црној Гори. То конкретно подразумева израду CLC2000 - базе *Land Cover* података за 2000. годину, и у исто време, и базе података за 1990. годину (CLC90) како би се достигао временски интервал ажурирања *Land Cover* података и праћења промена упоредив са осталим

CLC земљама (Несторов, Протић, 2006). Циљ пројекта био је израда тематских карата земљишног прекривача у различитим временским периодима, ради праћења промена земљишног прекривача, и три основна елемента су:

- Размера картирања 1:100.000, са тачношћу картирања не мањом од 100 m, што је обезбеђено коришћењем *IMAGE2000*, као геометријском основом, са минималном тачношћу од 25 m.
- Минимална јединица површине картирања је 25 ha, а минимална ширина јединице 100 m.
- *CORINE land cover* номенклатура је хијерархијска, са 44 класе на трећем, 15 класа на другом и 5 класа на првом нивоу (*Табела 3.6.*).

У раду је приказана карта земљишног покривача израђена према *CORINE* методологији за Србију (*Поглавље 4.4.*). Треба напоменути да, *CORINE land cover* методологија региструје компактне површине минималне величине 25 ha, тако да све мање површине нису регистроване. Сливне површине, истраживаног подручја, су релативно мали бујични сливови, и како би се добио што детаљнији приказ код формирања карата ерозије за садашње стање на сливовима, применом ГИС-а су урађене нове карте начина коришћења простора, на основу сателитских снимака новијег датума, од оних који су примењивани у *CORINE* методологији, али уз поштовање *CORINE land cover* номенклатуре.

Дефиниција номенклатуре (Bossard et al., 2000):

Комплексна култивација – густо збијене мале парцеле различитих једногодишњих усева, пашњака и/или трајних усева. Овде, такође, спадају обрадиво земљиште, пашњаци и воћњаци, где сваки елемент заузима мање од 75% од укупне површине ове јединице, као и градски вртови.

Листопадна шума – вегетацијске формације које првенствено чини дрвеће, укључујући и жбуње (са доминацијом широколисних врста), млади изданци и младе плантаже.

Мешовита шума – вегетацијска формација коју првенствено чини дрвеће, укључујући и жбуње (нема доминације ни лишћарских ни четинарских врста), комплексне шумске парцеле, које обухватају мозаик широколисних и четинарских врста, где није могуће разликовати хомогену састојину већу од 25 ha.

Природни травњак – ниско продуктивни травњак који је често лоциран у зони неравног терена, укључује и стеновите површине и вриштине. Ова категорија се најчешће налази у зонама где постоји интензивна пољопривредна активност.

Агрошумски простори – области у којима су углавном заступљене пољопривредне површине које се смењују на природним подручјима. То су области пољопривредних површина, природних или полу-природних подручја (укључујући мочваре).

Шибљаци – бусени или зељаста вегетација, са појединачним дрвећем или деградиране шуме. Обухвата обично зимзелено жбуње и слојеве зимзелених храстова, маслина, рогача или борова.

Нецеловита градска подручја – већина земљишта је покривена структурама као што су зграде, путеви и вештачке површине, које пресецају подручја са вегетацијом, заузимајући нецеловито али велико подручје.

Индустријске или комуналне јединице – већина подручја покривена је вештачким структурама (асфалтом, бетоном) без вегетације, са зградама око којих има или нема вегетације.

Места експлоатације минералних сировина – подручја са отвореним коповима за екстракцију материјала за градњу (копови песка, каменоломи) или других

минерала (рудници). Ову класу обухвата и потопљено шљунковито подручје мање од 25 ha и привремени копови.

Целовита градска подручја – већи део земљишта је покривен грађевинама и транспортном мрежом. Зграде, улице и вештачки изграђена подручја покривају више од 80% од укупне површине.

Виногради – Површине засађене виновом лозом. Овде спадају и засади винове лозе који су напуштени.

Ушће – Ушћа река и области формирања успора, као и сам ток.

Подаци о осталим класама нису обрађивани у овом раду, тако да су оне само набројане и приказане у табели 3.6.

Табела 3.6: CORINE Land Cover номенклатура

класа I	Вештачке површине	Пољопривредна подручја	Шуме и полу-шумска подручја	Влажна подручја	Водене површине
класа II	Градска подручја	Обрадиво земљиште	Шуме	Копнена влажна подручја	Копнене воде
класа III	1. Целовита градска подручја 2. Нецеловита градска подручја	1. Ненаводњавано обрадиво земљиште 2. Стално наводњавано земљиште 3. Пиринчана поља	1. Листопадне шуме 2. Четинарске шуме 3. Мешовите шуме	1. Копнене мочваре 2. Мочварно тресетиште	1. Водотоци 2. Водене површине
класа II	Индустријске, комерцијалне и транспортне јединице	Трајне културе	Грмље и/или травната вегетација	Приобална влажна подручја	Морске воде
класа III	1. Индустијске или комерцијалне јединице 2. Путна и железничка мрежа и припадајуће земљиште 3. Лучке површине 4. Аеродроми	1. Виногради 2. Плантаже воћака и зрнатог воћа 3. Маслињаци	1. Природни травњаци-ливаде 2. Мочваре и вресетишта 3. Склерофилна вегетација 4. Прелазно подручје шуме и макије-шибљаци	1. Слане мочваре 2. Солане 3. Подручја плимског утицаја	1. Обалске лагуне 2. Ушћа река 3. Мора и океани
класа II	Рударски копови, одлагалишта отпада и градилишта	Пашњаци	Пространства са незнатном вегетацијом, или без вегетације		
класа III	1. Места експлоатације минералних сировина 2. Одлагалишта отпада 3. Градилишта	1. Пашњаци	1. Плаже, дине, пешчаре 2. Огољене стене 3. Подручја са оскудном вегетацијом 4. Спаљене површине 5. Глечери и вечни снег		
класа II	Вештачка, непољопривредна вегетациона подручја	Разнородна пољопривредна подручја			
класа III	1. Градске зелене површине 2. Спортско рекреативни објекти	1. Једногодишњи усеви и трајни усеви 2. Комплекс култивисаних парцела 3. Претежно пољопривредна земљишта с већим подручјима природне вегетације 4. Агро-шумска подручја			

3.8. Климатске карактеристике

Климатске карактеристике подручја, дефинисане су на основу података са 12 климатолошких станица, за период 1946-2015. године. Анализиране су средње месечне, минималне и максималне температуре ваздуха, месечне суме падавина, годишње суме падавина, минималне и максималне количине падавина, за климатолошке станице које се налазе на подручју истраживања (Ниш, Пирот, Димитровград, Блато, Дојкинци, Височка Ржана, Балајнац, Раутово, Крупац, Радињинце, Ранков Дол и Горњи Матејевац).

Климатске карактеристике истраживаног подручја, за период пре извођења противерозионих радова, преузете су из техничке документације на основу које су вршени противерозиони радови.

Приказ климатских карактеристика, за слив Лукачеве Долине, вршен је за период 1946-1970. године и 1971-2015. године, на основу података са климатолошких станица Радињинци и Ранков Дел. Прорачун климатских карактеристика, за слив Габровачке реке, вршен је за период од 1960. до 1970. године и од 1971. до 2015. године, на основу података са климатолошких станица Ниш, Раутово, Балајнац и Горњи Матејевац. Прорачун климатских карактеристика, за слив Градашничке реке, вршен је за период од 1946. до 1970. године и од 1971. до 2015. године, на основу података са климатолошких станица Пирот, Крупац, Блато, Дојкинци, Височка Ржана и Димитровград. Подаци о климатским карактеристикама добијени су од Републичког хидрометеоролошког завода Србије, Београд, 2015. године (РХМЗ, 2016). За прорачун средњих годишњих количина падавина на сливовима примењена је метода домета кишомерних станица по *Thiessen*-у (Костадинов, 2008).

3.9. Ерозиони потенцијал истраживаног подручја

Стање ерозије, на подручју истраживања, приказано је за три временска пресека, и то:

- за 1955. годину, пре почетка радова на сузбијању ерозије (нулто стање), на основу расположиве техничке документације.
- за 1970. годину, на основу расположиве техничке документације и карте ерозије Републике Србије, (1983). Карта ерозије за Републику Србију урађена је по емпиријској методици, због чега резултати прорачуна продукције и транспорта наноса имају ограничену тачност.
- за 2016. годину, садашње стање, урађена су два приказа: по Методи Потенцијала Ерозије (МПЕ) (Гавриловић, 1972), и на основу дигиталног модела терена.

Карта ерозије урађена је по МПЕ уз коришћење сателитских снимака и директно прикупљање података на терену, за сва три слива кроз три временска пресека. На основу дигиталног модела терена, за сва три слива, применом ГИС-технологије израђене су дигиталне карте ерозије за садашње стање (2016), (Поглавље 4.5.).

На основу базе података, добијене детаљним рекогносцирањем терена, затим података о геолошкој и педолошкој подлози, климатским чиниоцима, као и података о распореду вегетације, аналитички је одређен коефицијент ерозије (Z) по издвојеним хомогеним целинама (дефинисани типови начина коришћења земљишта).

3.9.1. Примена методе потенцијала ерозије

Метод потенцијала ерозије (МПЕ) настао је на основу развоја методе квантитавне класификације ерозије (МККЕ). Сви финални прорачуни на основу МПЕ базирани су на подацима који се формирају процедуром обраде „карте ерозије“ израђене према прописаним процедурама „Метод квантитативне класификације ерозије“.

Основна премиса методе је смањивање субјективне грешке при процени коефицијената на прихватљив ниво, а развој и унапређење методе усмерен ка њеној елиминацији. Основна величина којом се, том методом класификује интензитет и категорија ерозије, јесте коефицијент ерозије (Z). Како је ерозија феномен који се јавља на целокупној површини, најрационалнији је приказ површинске заступљености ерозије путем картографског приказа, односно путем „карте ерозије“. Метода је прилагођена савременој компјутерској обради карата ГИС алатима. Израчунавање коефицијента ерозије (Z) врши се према следећем обрасцу:

$$Z = X \cdot a \cdot Y \cdot (\varphi + \sqrt{I}) \quad (3.12)$$

Где је: X – коефицијент начина коришћења земљишта; a – коефицијент антиерозионог уређења површине; Y – коефицијент отпора земљишта на ерозију; φ – коефицијент уоченог процеса ерозије и I – средњи пад површине за коју се израчунава коефицијент ерозије.

3.9.2. Прорачун ерозионе продукције и проноса наноса

Прорачун ерозионе продукције и проноса наноса извршен је, за сва три слива, за три временска пресека, на основу два модела: *MPE* и *RUSLE*, док је за слив Лукачеве Долине примењен и *WaTEM/SEDEM* модел за стање 2016. године. Укупна продукција ерозионог материјала (МПЕ), подразумева прорачун следећих параметара: температурног коефицијента слива, коефицијента ретензије наноса, специфичне продукције наноса, годишње количина наноса у хидрографској мрежи и специфичног проноса наноса (Костадинов, 2008).

3.9.3. Ревидована универзална једначина губитка земљишта

RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*) представља ревидовану универзалну једначину губитка земљишта *USLE* (*Universal Soil Loss Equation*). Прорачун

приказује губитке земљишта у $t \text{ ha}^{-1} \text{ god}^{-1}$, кроз пет категорија ерозије одређених према интензитету губитака (Табела 3.7). *RUSLE* метода има исту формулу за израчунавање губитка земљишта као и *USLE*, с тим што су параметри који дефинишу формулу умногоме побољшани и унапређени:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (3.13)$$

R – фактор ерозионе снаге кише (кишни фактор); *K* – фактор еродибилности земљишта, *L* – фактор дужине падине; *S* – фактор нагиба; *C* – фактор биљног покривача; може се израчунати на више начина, а најшире прихваћене методе су: конверзија *CLC-CORINE Land Cover* базе података у кодове *C* фактора, примењене у српским условима на територији Колубарског округа (Belanović et al., 2013) и општине Пирот (Perović et al., 2012), као и трансформација *NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)*, кроз однос у коме α и β параметри одређују облик *NDVI* и *C* односа, што је примењено у нашим условима на сливу реке Нишаве (Perović et al., 2012a). За потребе овог рада коришћене су вредности *C*-фактора из *CLC* класификације (Panagos et al., 2014); *P*-фактор противерозионих мера (дат је односом губитака земљишта испитиваног поља на коме су примењене антиерозионе мере према губицима земљишта са поља где је примењена сетва усева у редовима управно на изохипсе–низ нагиб, при индентичним педолошким и топографским условима). Када нема предузетих конзервационих мера вредност фактора *P* је 1, а када су примењене вредности су мање од 1.

Табела 3.7: Категорије ерозије према интензитету губитака земљишта код *RUSLE* модела

Категорије интензитета ерозије (t·ha ⁻¹ ·god ⁻¹)	Вредности интензитета ерозије (t·ha ⁻¹ ·god ⁻¹)
Врло слаба	(0 – 3)
Слаба	(3 – 10)
Умерена	(10 – 20)
Јака	(20 – 40)
Веома јака	(>40)

3.9.3.1. R-кишни фактор

У оквиру климатских карактеристика обрађен је и фактор ерозионе снаге кише (R). Van der Knijff et al. (1999) и Grimm et al. (2003) су усвојили једноставан алгоритам, са предлогом да је ерозивност у Тоскани пропорционална годишњој количини падавина. Аутори су, затим, развили овај модел за цело Апенинско полуострво. За потребе овог рада, R фактор је обрачунаван коришћењем поједностављене Grimm-ове методе (Grimm et al., 2003):

$$R = b_0 \cdot P_m \quad (3.14)$$

Где су: R - фактор ерозионе снаге кише (MJ·mm·h⁻¹·ha⁻¹·mesec⁻¹); b_0 - емпиријски коефицијент (MJ·h⁻¹·mesec⁻¹); P_m - средња годишња количина падавина (mm).

Емпиријски коефицијент има вредност од 1,1-1,5. За регију Тоскане усвојена је вредност од 1,3. С обзиром на то, да ова регија у Италији и истраживано подручје, које је тема овог рада, заузимају приближно сличне географске ширине (43,5°), вредност емпиријског коефицијента у овим калкулацијама је такође износила 1,3.

3.9.4. WaTEM/SEDEM

WaTEM/SEDEM (Water and Tillage Erosion Model/Sediment Delivery model) је програм развијен од стране *Групе за физичка и регионална географска истраживања*, на Универзитету у Лувену, у Белгији (K.U. Leuven, Белгија). У оквиру WaTEM-а (Van Oost et al., 2000) обрађују се водна ерозија и површинско отицање, док се у оквиру SEDEM-а (Van Rompaey et al., 2001) обрађује пронос наноса. Оригинална верзија WaTEM/SEDEM из 2004. године, проширена је додатним модулом који обухвата прорачун количине метала и фосфора који ће бити еродирани и транспортовани заједно са наносом. Овај програм састоји се од 4 модула, где прва 2 рачунају водну ерозију на основу RUSLE модела. У трећем модулу врши се приказ кретања и таложења наноса у хидрографској мрежи, док се у четвртном модулу приказује кретање метала са наносом (Notebaert et al., 2006).

У овом раду коришћена је верзија WaTEM/SEDEM 2005, за прорачун средњих годишњих губитака земљишта. Резултати су приказани за слив Лукачеве Долине, за 2016. годину, кроз укупну ерозију која је представљена негативним вредностима и кроз акумулацију еродираних материјала, која је представљена позитивним вредностима.

3.10. Прорачун максималног протицаја

Након седамдесетих година XX века, па све до почетка XXI века, у широј употреби били су комбиновани метод (теорија синтетичког јединичног хидрограма и SCS методологија), метод времена концентрације, метод преобладајућих фактора, метод типског хидрограма, метод граничног интензитета отицаја и модификована „Рационална метода“. Данас највећу примену имају комбиновани метод, метод граничног интензитета отицаја и модификована „Рационална метода“.

3.10.1. Комбиновани метод

Комбиновани метод подразумева примену SCS методологије за раздвајање ефективних од укупних падавина, и теорију синтетичког јединичног хидрограма за детерминисање вршне ординате јединичног отицаја. Применом комбинованог метода максимални протицај одређене вероватноће појаве добија се на основу релације:

$$Q_{\max(\%)} = q_{\max} \times P_{e(\%)} \quad (3.15)$$

3.10.1.1. SCS методологија

SCS методологија развијена је током 50-их година XX века, на одељењу за хидрологију, службе SCS (*Soil Conservation Service*) у САД. Методологија представља поступак за трансформацију укупне (брото) кише у ефективну (нето) кишу. Овај поступак је неопходан, јер се директни отицај формира од нето падавина. Метод полази од претпоставке да се бруто падавине P разлажу на директни отицај P_e (ефективна киша), реалну инфилтрацију воде R у сливу, почетне губитке I и потенцијално могућу инфилтрацију воде на сливу d (Костадинов, 2008).

Величина вредности хидролошког комплекса „земљиште-земљишни покривач“ репрезентује трансформациона својстава слива од падавина до отицаја. Својства хидролошког комплекса „земљиште-земљишни покривач“ могу се дефинисати са детаљним подацима о карактеристикама земљишта и вегетационог покривача, у складу са SCS критеријумима. Са хидролошког аспекта, створени су критеријуми на основу којих се оцењује утицај земљишног покривача, начина коришћења земљишта и технике обраде када се на посматраној површини налазе и обрадиве површине.

На основу најчешће примењиваних техника обраде земљишта (бразде низ падину, контурна обрада, терасирање) и врсте вегетационог покривача (травни, шумски или нека од пољопривредних култура) дефинисани су и хидролошки услови који могу бити: слаби, средњи и добри.

Код травног покривача, добре хидролошке услове стварају само сталне ливаде чија је покривност 100%. Природни пашњаци стварају добре хидролошке услове уколико су незнатно огољени са покривношћу од 75-100%, средње хидролошке услове стварају умерено огољени пашњаци са покривношћу од 50-75% и слабе хидролошке услове стварају знатно огољени природни пашњаци са покривношћу мањом од 50%.

Код шумског вегетационог покривача, добре хидролошке услове стварају земљишта код којих се, осим шума доброг склопа, у највишем спрату висинске расподеле вегетације, налазе жбунасте врсте у нижим спратовима, а у приземном делу је земљиште покривено стељом. Средње хидролошке услове стварају ретке, огољење шуме, разређеног склопа, са мало стеље у приземном делу. Слабе хидролошке услове стварају знатно огољена земљишта, пожаришта и чистине код којих су младо дрвеће, жбуње и стеља потпуно уништени.

Код пољопривредног земљишта, хидролошки услови зависе од врсте културе која се гаји и технике обраде земљишта која се примењује. Циклуси измене култура трају од 2-7 година. Са хидролошког аспекта, повољна ротација подразумева већу густину садње, односно већи степен покривности земљишта и повећање његовог водно-ваздушног капацитета.

Број криве отицаја CN се одређује на основу дефинисања хидролошког комплекса „земљиште-земљишни покривач“, и обухвата више чинилаца: тип земљишта, начин коришћења земљишта, распоред, врсту и квалитет биљног покривача.

Одређивање криве отицаја врши се на основу просечне вредности CN за поједине зоне, вредности CN_p за одређене површине унутар зоне и величине површина унутар зоне A_p :

$$CN_n = \frac{\sum CN_p \times A_p}{\sum_{i=1}^n A_p} \quad (3.16)$$

Јединствена вредност броја криве отицаја CN_{sr} за цео слив, одређује се на основу релације:

$$CN_{sr} = \frac{\sum CN_n \times A_n}{100} \quad (3.17)$$

Број криве отицаја пружа могућност одређивања ефективне кише, тј. удео губитака на основу укупних падавина (Ристић, Малошевић, 2011b).

3.10.1.2. Теорија синтетичког јединичног хидрограма

Јединични хидрограм представља хидрограм директног отицаја од јединичног слоја воде (1 cm или 1 mm), који је последица ефективне кише датог трајања T_k . Теорија јединичног синтетичког хидрограма се заснива на четири основне претпоставке:

- Ефективна киша је равномерно распоређена на сливу и временски и просторно.
- Временска база јединичног хидрограма је стална у погледу дужине, за све ефективне кише истог трајања.
- Ординате директног отицаја настале од ефективних киша истог трајања, са истом временском базом, а различитог интензитета, пропорционалне су укупној запремини директног отицаја.
- Јединични хидрограм, на датом профилу, репрезентује све битне карактеристике слива које имају утицај на процес отицаја.

Прорачун максималног протицаја применом комбинованог поступка (SCS методологије за раздвајање ефективних од укупних падавина; примена теорије

јединичног синтетичког хидрограма), представља поуздан метод за детерминисање великих вода, под следећим условима:

- Детаљна анализа хидролошког комплекса земљиште-земљишни покривач
- Употреба регионалних зависности за детерминисање временских карактеристика синтетичког јединичног хидрограма (време кашњења; време опадања)
- Употреба модела за редукцију дневних на часовне количине падавина, који је заснован на регионалној анализи режима падавина.

У домаћој, хидролошкој пракси користе се регионалне зависности за прорачун времена кашњења – T_p (Ристић, 2000) и опадања – T_r :

$$t_p = 0,751 \times \left(\frac{L \times L_c}{\sqrt{I_u}} \right)^{0,336} \quad (3.18)$$

$$T_r = 1.145 \cdot A^{0.446} \quad (3.19)$$

За редукцију дневних на часовне висине падавина највише се користи модел интензитета јаких киша за територију Србије (Јанковић, 1994):

$$H_{(T,p\%)} = \frac{a \times T}{1440} \times \left(\frac{(1440 \times A + 1)^b}{A \times T + 1} \right) \times H_{(24,p\%)} \quad (3.20)$$

3.11. Социо-демографска истраживања

У оквиру истраживања социо-демографских карактеристика подручја анализирано је: кретање броја становника (на основу података по пописима из 1948, 1953, 1961, 1971, 1981, 1991, 2002 и 2011. године), број становника према старости у 2011. години, број домаћинстава у 2011. години и број становника чија је примарна делатност пољопривреда. Анализа становништва урађена је на основу података за следеће општине (делове општина), који припадају подручју истраживања: Власотинце (3 насеља), Бабушница (1 насеље), Палилула-Ниш (3 насеља), Пирот (3 насеља). Подаци су прикупљени и анализирани за 10 насеља. Социо-демографске карактеристике су проучаване само са аспекта антропогеног утицаја на стање ерозије у сливовима подручја истраживања.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

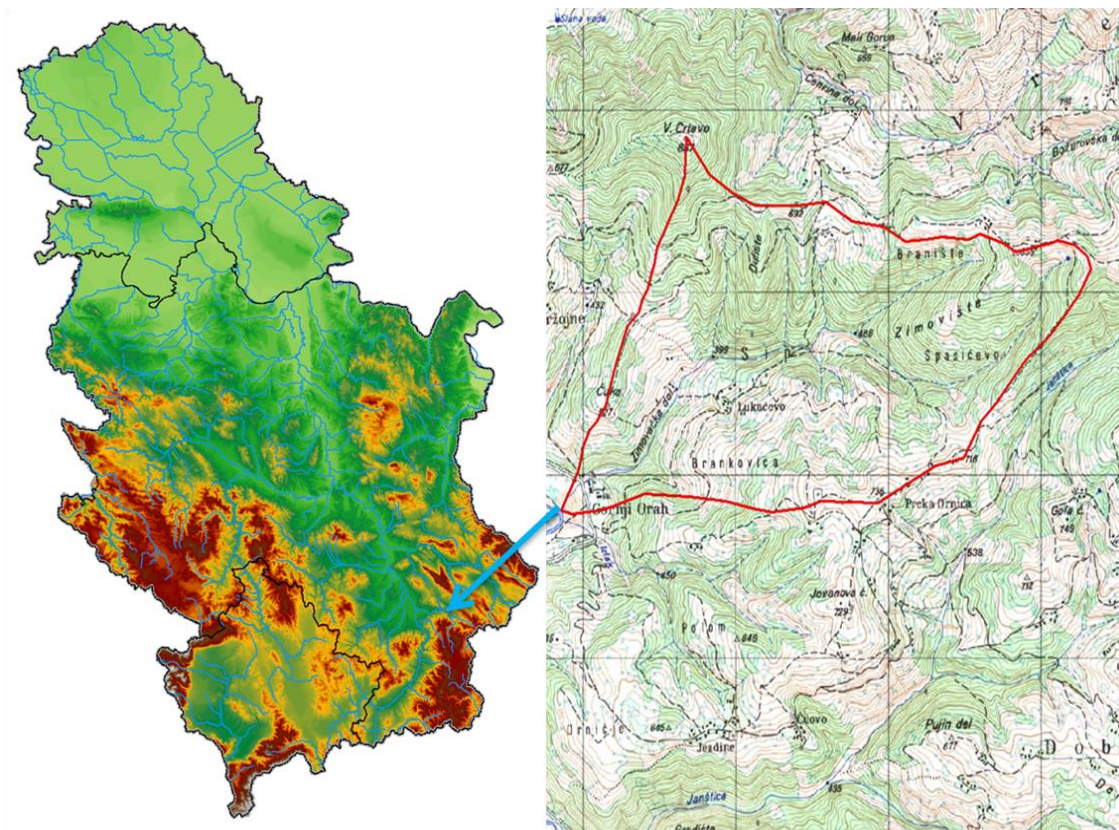
4.1. Опште карактеристике истраживаног подручја

Предмет истраживања представља брдско-планинско подручје југоисточне Србије. Брдско-планинско подручје Србије, односно средишња Србија (Шумарски факултет, 2001) простире се јужно од Саве и Дунава, на готово 75% укупне површине Србије. Поред долина великих река (Саве, Дунава, Дрине, Велике, Јужне и Западне Мораве, Нишаве, Ибра, Белог Дрима, Пчиње) обухвата и око 11,500 бујичних токова (Ristić, 2014).

4.1.1. Географски положај

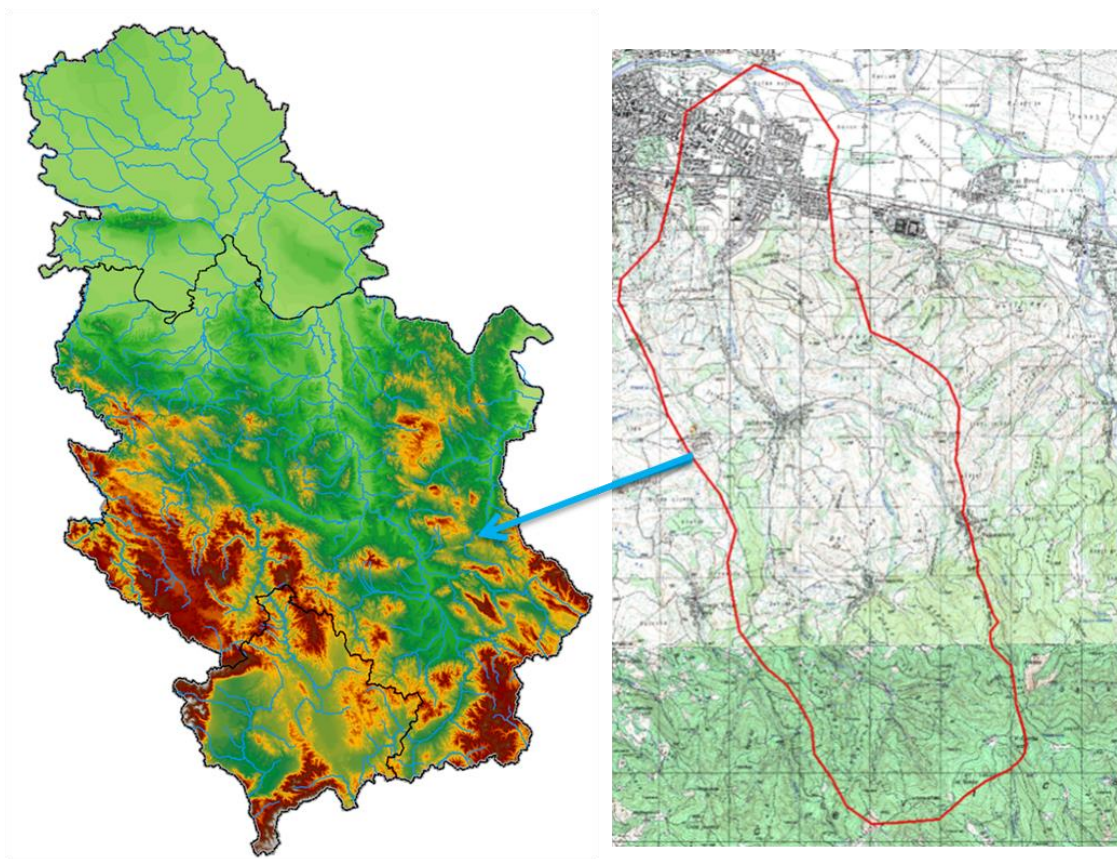
Истраживано подручје се налази у југоисточном делу Србије, на простору родопске Србије (Шумарски факултет, 2001) и обухвата делове слива Јужне Мораве, односно, подсливова Нишаве и Власине.

Слив Лукачеве Долине налази се између $42^{\circ}08'$ - $43^{\circ}11'$ северне географске ширине и $22^{\circ}18'$ - $22^{\circ}19'$ источне географске дужине (слика 4.1). Лукачева Долина је десна притока реке Власине, у коју се улива код места званог Горњи Орах, на 5 km узводно од Свођа, непосредно низводно од места укрштања са путем Лесковац-Црна Трава. Слив је назван према насељу Лукачева Махала, а простире се у атарима села Горњи Орах, Пржојне, Алексине, Лукачево и Врело. Административно, слив Лукачеве Долине припада Општинама Власотинце и Бабушница. Слив се одликује купираним брдско-планинским тереном, веома узаним долинама, са доминантном котом Велико Цртаво, 867 mnm, док је најнижа тачка на сливу на ушћу Лукачеве Долине у реку Власину (330 mnm).



Слика 4.1.: Географски положај слива Лукачеве Долине

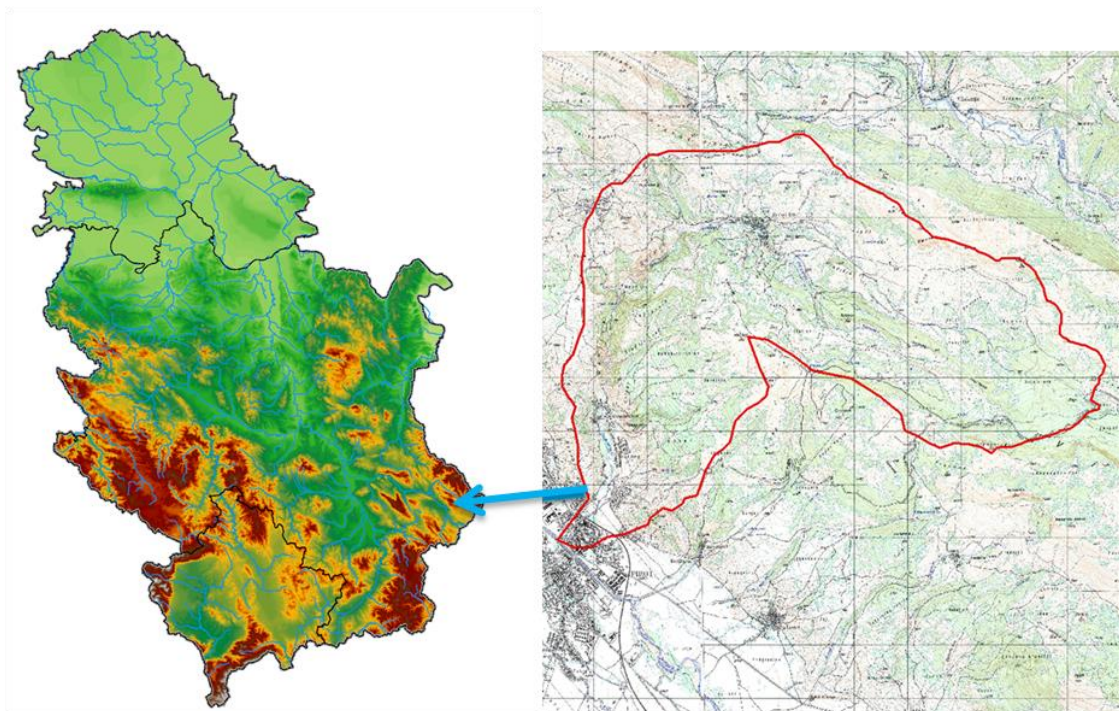
Слив Габровачке реке налази се између $43^{\circ}15'$ - $43^{\circ}18'$ северне географске ширине и $21^{\circ}57'$ - $2^{\circ}55'$ источне географске дужине (слика 4.2). Габровачка река је лева притока реке Нишаве у коју се улива на око 3 km од центра Ниша. Назив је добила према селу Габровац, које се налази на доњем делу слива Габровачке реке. Габровачка река протиче кроз атаре села Бербатово, Вукманово и Габровац. Административно, слив Габровачке реке припада граду Нишу, општини Палилула. Слив се налази у брдском подручју, са пространим заравнима. Највиша тачка на сливу је Велика Тумба (903 mnm), док је најнижа тачка на сливу ушће Габровачке реке у реку Нишаву (195 mnm).



Слика 4.2.: Географски положај слива Габровачке реке

Слив Градашничке реке налази се између $43^{\circ}08'$ - $43^{\circ}11'$ северне географске ширине и $22^{\circ}36'$ - $22^{\circ}39'$ источне географске дужине (слика 4.3). Градашничка река је десна притока реке Нишаве, у коју се улива у самом центру Пирота. Назив је добила према селу Градашница које се налази на доњем делу слива. Градашничка река протиче кроз атаре села Добри До, Нишор, Даг Бањица и Градашница. Административно, слив Градашничке реке припада територији града Пирота. Слив се налази у изразито планинском подручју. Највиша тачка на сливу је врх Планиница (1.233 mnm), док је најнижа тачка ушће Градашничке реке у реку Нишаву (365 mnm). Истакнуте тачке на вододелници су Нишор (837 mnm), Правац (1.037 mnm), Церцељ (1.027 mnm), Китка (1.209 mnm), Скувија (1.089 mnm) и Црни Врх (1.051 mnm). Правац пружања Градашничке реке у изворишном делу је

југоисток-северозапад, а затим код села Добри До нагло „скреће“ ка западу, и од уласка у кањон па све до ушћа у Нишаву тече у правцу југа.



Слика 4.3.: Географски положај слива Градашничке реке

На основу карте нагиба (Прилози: 4.1, 4.2 и 4.3) за сливове Лукачеве Долине, Габровачке и Градашничке реке, утврђена је заступљеност класа нагиба (Табела 4.1).

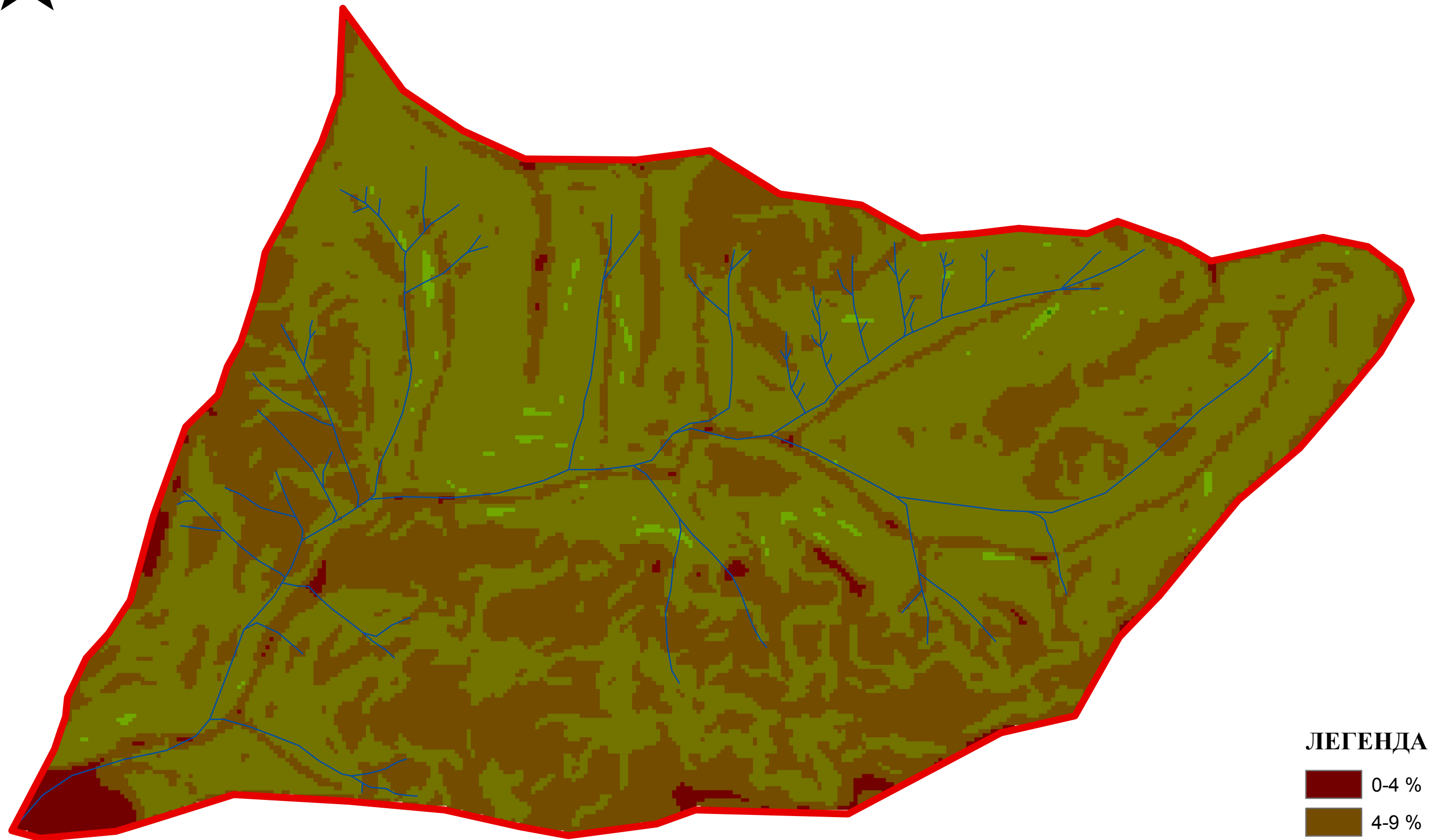
Табела 4.1.: Заступљеност класа нагиба на сливовима истраживаног подручја

Класа	Нагиб (%)	Учешће на сливу (%)		
		Лукачева Долина	Габровачка река	Градашничка река
Класа 1	0-4	1,85	5,77	2,21
Класа 2	4-9%	35,85	80,31	76,64
Класа 3	9-27	61,81	13,88	17,56
Класа 4	27-70	0,063	0,029	3,59
Класа 5	>70	0,0024	/	/

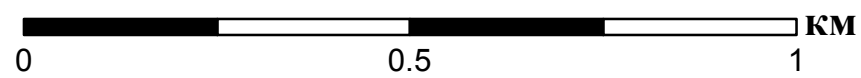
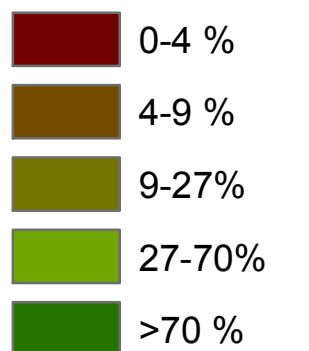
ПРИЛОГ 4.1.

Карта нагиба терена на сливу Лукачеве Долине

КАРТА НАГИБА ТЕРЕНА НА СЛИВУ ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ



ЛЕГЕНДА

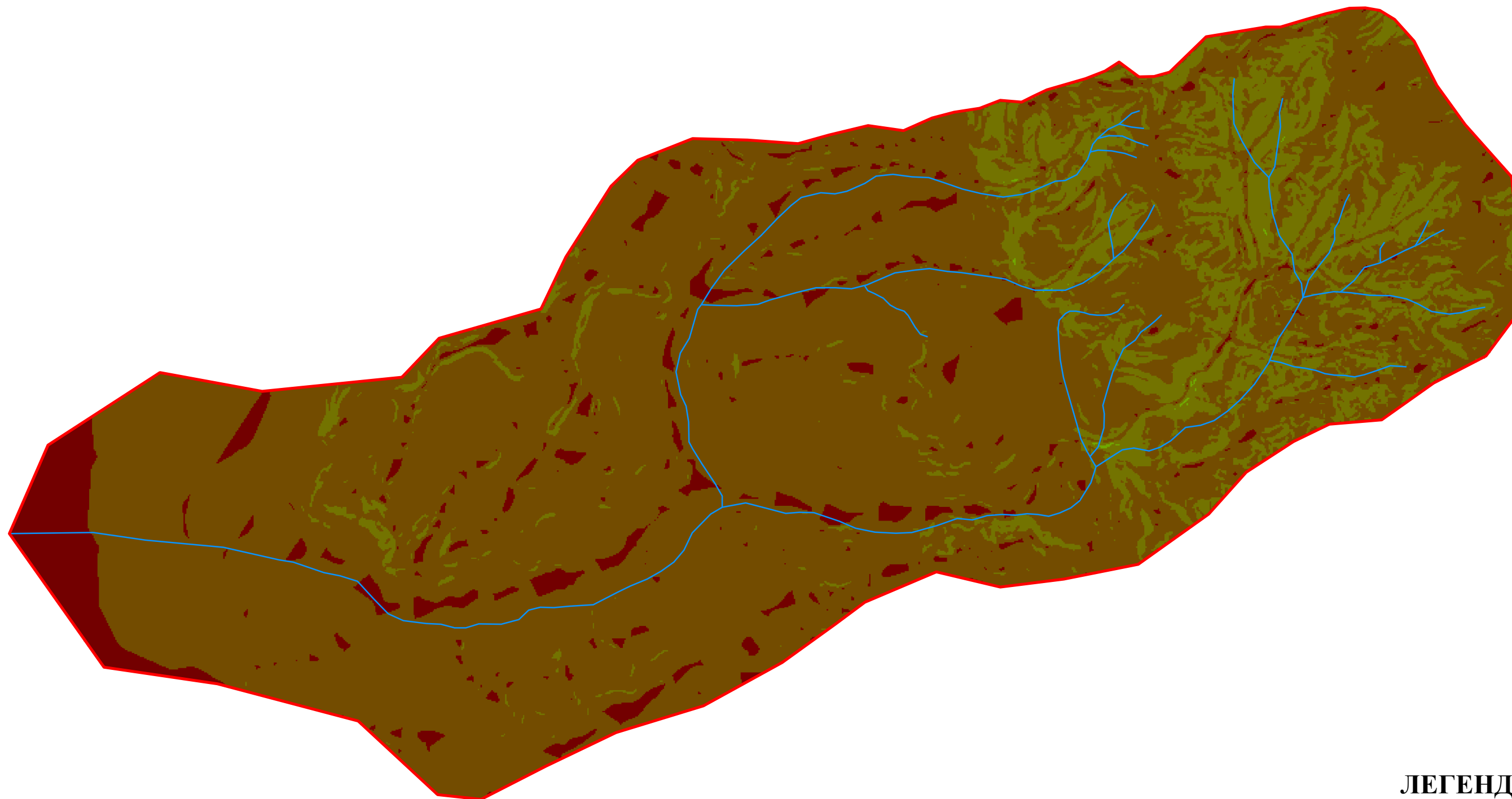


ПРИЛОГ 4.2.

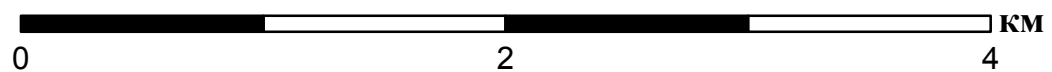
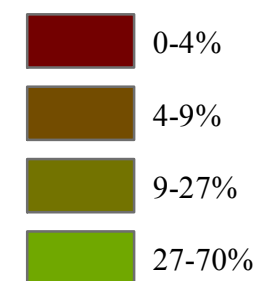
Карта нагиба терена на сливу Габровачке реке



КАРТА НАГИБА ТЕРЕНА НА СЛИВУ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ



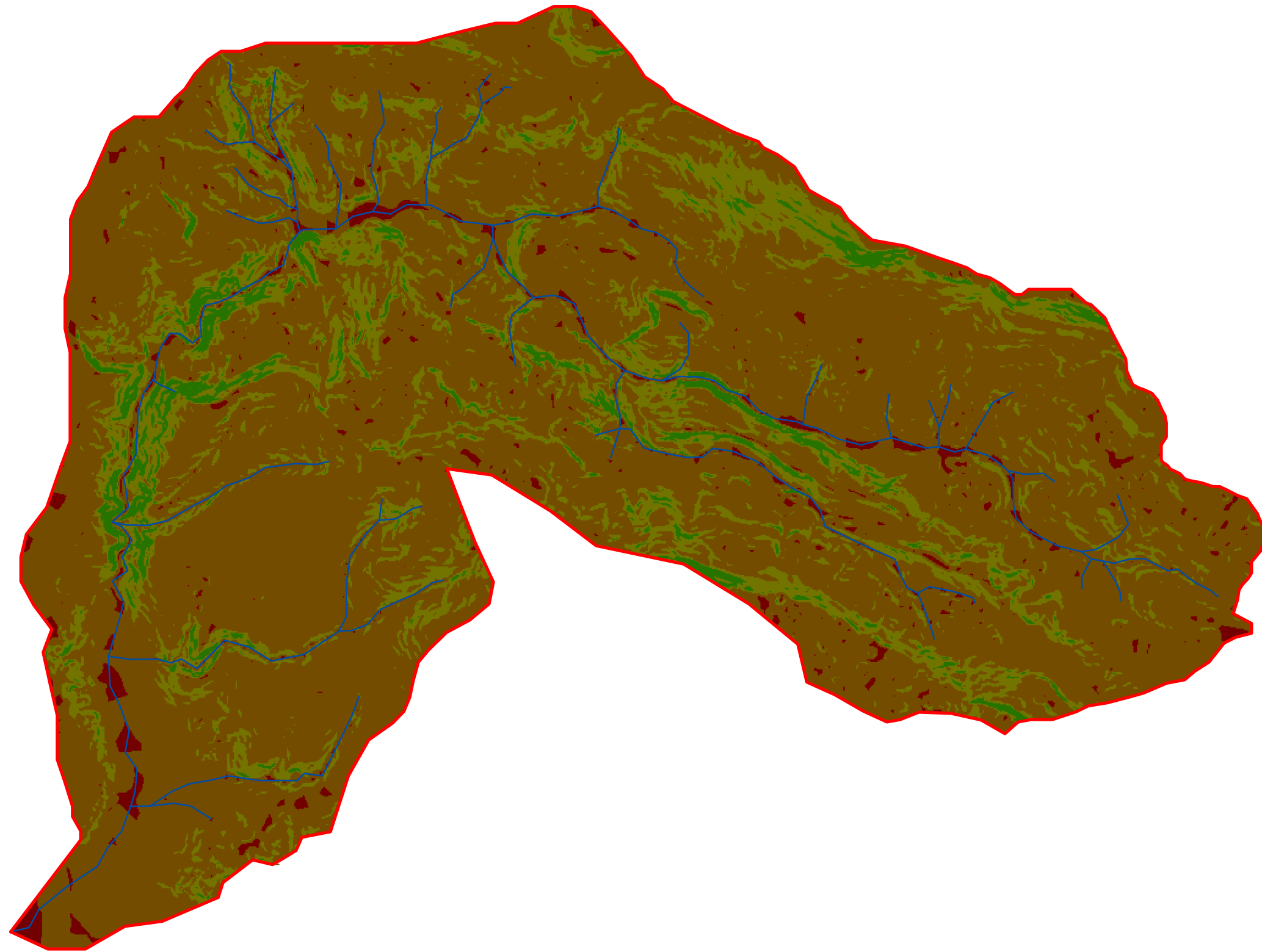
ЛЕГЕНДА



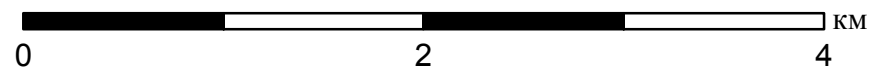
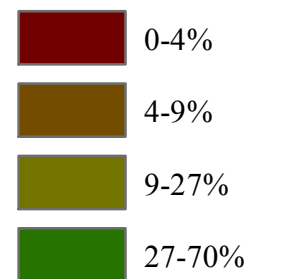
ПРИЛОГ 4.3.

Карта нагиба терена на сливу Градашничке реке

КАРТА НАГИБА ТЕРЕНА НА СЛИВУ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ



ЛЕГЕНДА

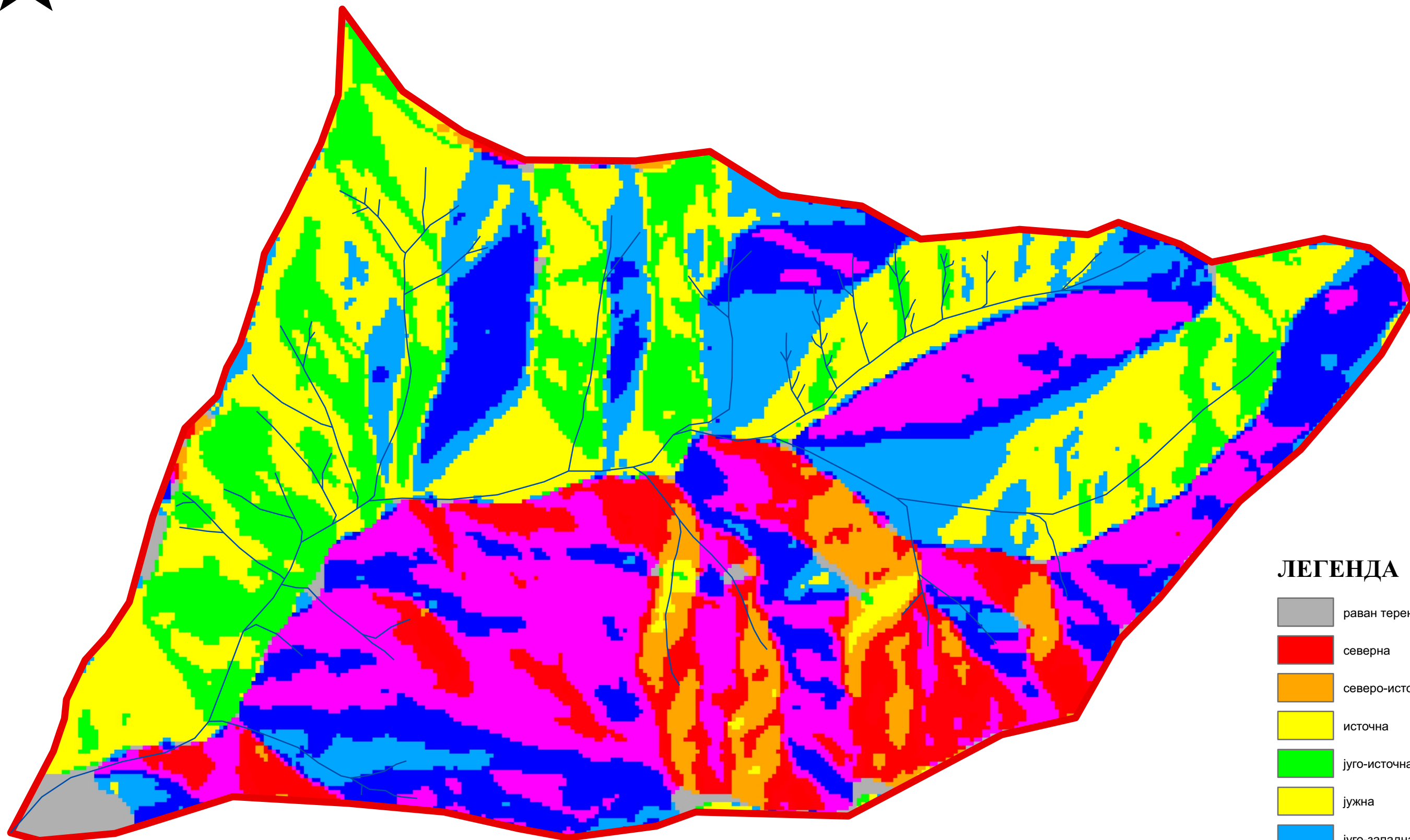


ПРИЛОГ 4.4.

Карта експозиција терена на сливу Лукачеве Долине

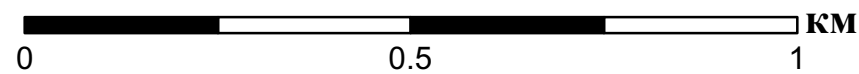


КАРТА ЕКСПОЗИЦИЈА ТЕРЕНА НА СЛИВУ ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ



ЛЕГЕНДА

-  раван терен
-  северна
-  северо-источна
-  источна
-  југо-источна
-  јужна
-  југо-западна
-  западна
-  северо-западна

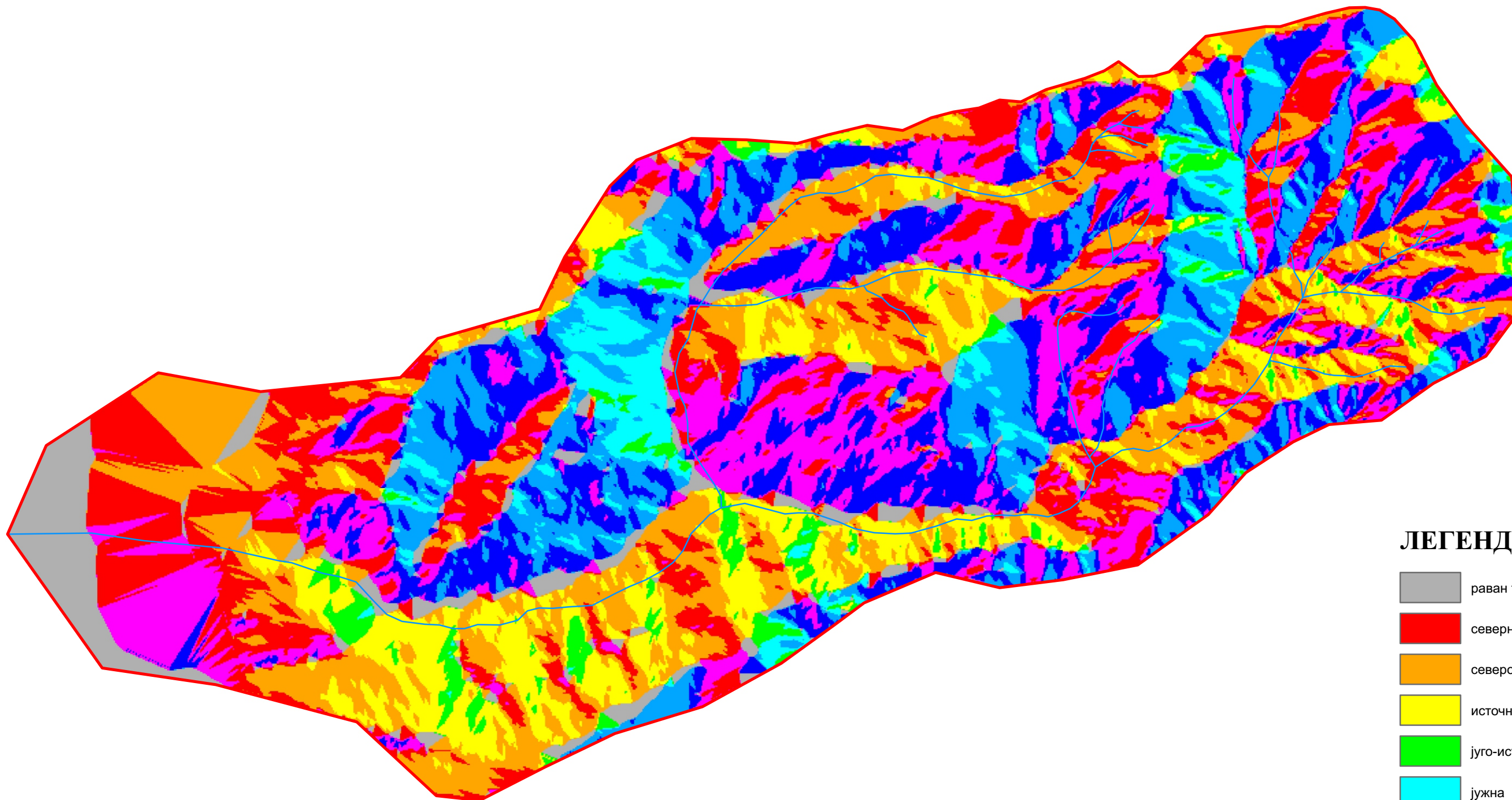


ПРИЛОГ 4.5.



Карта експозиција терена на сливу Габровачке реке

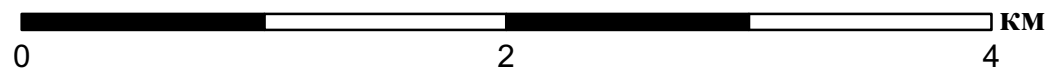


КАРТА ЕКСПОЗИЦИЈА ТЕРЕНА НА СЛИВУ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ



ЛЕГЕНДА

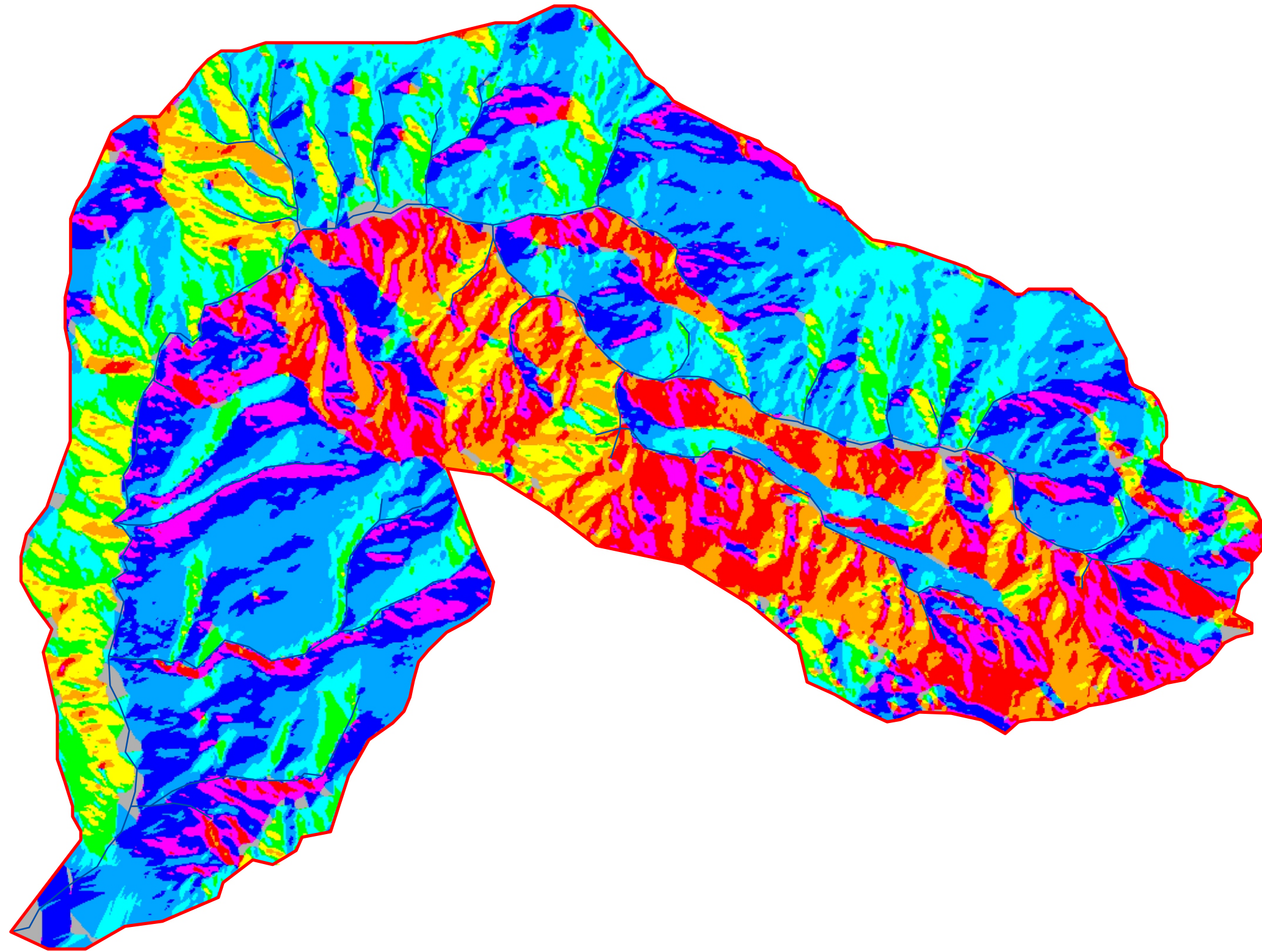
-  раван терен
-  северна
-  северо-источна
-  источна
-  југо-источна
-  јужна
-  југо-западна
-  западна
-  северо-западна



ПРИЛОГ 4.6.

Карта експозиција терена на сливу Градашничке реке

КАРТА ЕКСПОЗИЦИЈА ТЕРЕНА НА СЛИВУ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ



ЛЕГЕНДА

- Раван терен
- Северна
- Северо-источна
- Источна
- Југо-источна
- Јужна
- Југо-западна
- Западна
- Северо-западна

0 2 4 KM

4.1.2. Физичко-географске карактеристике

Хидрографска мрежа сливног подручја Јужне Мораве је врло развијена и обухвата неколико стотина водотока, различитих величина (Institut „Jaroslav Černí”, 2005). Јужна Морава има неколико стотина директних притока, од чега је 50 значајнијих са површином слива $A_{сл} > 20 \text{ km}^2$ (Institut „Jaroslav Černí”, 2005). На целој дужини тока, од састава Биначке Мораве и Моравице, до Велике Мораве, Јужна Морава прима 17 већих притока (са $A_{сл} > 100 \text{ km}^2$) и 33 значајније бујичне притоке ($20 < A_{сл} < 100 \text{ km}^2$).

Слив реке Власине, према стању ерозионих процеса, броју бујичних водотока и штетама од поплава и ерозије, спада у ред репрезентативних бујичних подручја Србије. Власина је једна од највећих бујичних притока Јужне Мораве, и највећа количина наноса који се транспортује коритом Јужне Мораве, управо се продукује на сливу Власине. Лукачева Долина је десна притока Власине, и у њу се улива изнад Свођа, код села Горњи Орах. Лукачева Долина са суседном бујицом Излак представља типично ерозионо подручје. Хидрографска мрежа (Прилог 4.7.) је добро развијена, а најзначајније леве притоке су Радин Дол, Дренска Долина и Зимовачка Долина, док су најзначајније десне притоке Јевшин До, Тамни поток, Киселица и Големи поток. Осим Зимовачке Долине и Големог потока све остале притоке су повремени водотокови.

Главно корито са притокама карактерише клисурасти облик речне долине, која се низводно од пута Лесковац-Црна Трава шири, са карактеристичном плавинам. Правац пружања главног тока је скоро исток-запад све до улива Јовшиног Дола, након којег скреће на југозапад, све до улива у Власину где прати правац исток-запад. Површина слива износи $4,08 \text{ km}^2$. Обим вододелнице је $9,27 \text{ km}$ а слив има елипсаст облик. Слив Лукачеве Долине има добро развијену хидрографску мрежу, чија је густина $G=3,897 \text{ km/km}^2$. Дужина главног тока износи $4,19 \text{ km}$, док је укупна дужина свих притока $12,14 \text{ km}$. Кота изворишта је на 813 mm , са

апсолутним нагибом поточног корита 11,51%, и уравнатим падом 7,79%. Основне физичко-географске карактеристике слива су приказане у Табели 4.2.

Табела 4.2: Основне физичко-географске карактеристике слива Лукачеве Долине

Параметар	Ознака	Вредност
Површина слива	F (km ²)	4,08
Обим вододелнице	O (km)	9,27
Дужина главног тока	L (km)	4,19
Одстојање од излазног профила	L _c (km)	2,06
Укупна дужина свих притока	L _{pr} (km)	12,14
Највиша кота на сливу	K _v (m)	867
Кота изворишта	K _{iz} (m)	813
Кота ушћа	K _u (m)	330
Средња надморска висина слива	N _{sr} (mm)	590
Средња висинска разлика	D (m)	260
Средњи пад слива	I _{sr} (%)	45,77
Средњи пад тока	I _s (%)	11,51
Уравнати пад	I _u (%)	7,79
Модул развијености вододелнице	E	1,285
Морфолошки коефицијент	n	0,288
Коефицијент облика слива	A	0,480
Густина хидрографске мреже	G (km/km ²)	3,897

Габровачка река је најниводнија лева притока Нишаве, у коју се улива између Кривих ливада и Ђачког острва, тј. на простору који је до пре десетак година коришћен за ратарску производњу, а сада је то високо урбанизован део града Ниша. Хидрографска мрежа је добро развијена, а највећа десна притока је Вукмановска река, коју формирају Кочанска Долина (десни крак) и поток Капавац (леви крак), који са леве стране прима поток Камењарницу. Најзначајније притоке (Прилог 4.8) Габровачке реке, узводно од састава са Вукмановском реком, су десне притоке Чукарски поток и „поток од Каменолома“.

Слив почиње од северне падине планине Селичевеце, са највишом котом 903 mm, на брду Велика Тумба. Основни правац пружања слива је од југа ка северу, са површином од 33,06 km². Обим вододелнице је 27,15 km, која има скоро

правоугаони облик. Слив Габровачке реке има средњу густину хидрографске мреже, $G=0,999 \text{ km/km}^2$. Дужина главног тока износи 12,77 km, док је укупна дужина свих притока 20,91 km. Кота изворишта је на 740 mnm, са апсолутним падом тока 4,27%, и уравнатим падом 2,03%. Основне физичко-географске карактеристике слива су приказане у Табели 4.3.

Табела 4.3: Основне физичко-географске карактеристике слива Габровачке реке

Параметар	Ознака	Вредност
Површина слива	$F \text{ (km}^2\text{)}$	33,06
Обим вододелнице	$O \text{ (km)}$	27,15
Дужина главног тока	$L \text{ (km)}$	12,77
Одстојање од излазног профила	$L_c \text{ (km)}$	6,62
Укупна дужина свих притока	$L_{pr} \text{ (km)}$	20,91
Највиша кота на сливу	$K_v \text{ (m)}$	903
Кота изворишта	$K_{iz} \text{ (m)}$	740
Кота ушћа	$K_u \text{ (m)}$	195
Средња надморска висина слива	$N_{sr} \text{ (mnm)}$	420
Средња висинска разлика	$D \text{ (m)}$	225
Средњи пад слива	$I_{sr} \text{ (%)}$	21,00
Средњи пад тока	$I_s \text{ (%)}$	4,27
Уравнати пад	$I_u \text{ (%)}$	2,03
Модул развијености вододелнице	E	1,322
Морфолошки коефицијент	n	0,224
Коефицијент облика слива	A	0,531
Густина хидрографске мреже	$G \text{ (km/km}^2\text{)}$	0,999

Градашничка река је десна притока реке Нишаве, која протиче кроз атаре села Добри До, Нишор и Градашница, као и кроз Град Пирот. Изворишни део Градашничке реке се налази испод Скувије, једног од огранака Старе Планине. У изворишном делу има широку долину, а корито се формира тек код локалитета Склапак. Низводно од Склапка прима леву притоку Слатину и носи назив Јованковица све до Доброг Дола, одакле се назива Добродолска река. У самом селу прима десну притоку Скокавину, а затим, низводно још десетак десних притока, од којих су највеће и најзначајније: Дол, Лалча, Никошеница и Стопачеви Долови. Низводно од Доброг Дола, на удаљености од око 1 km, где протиче кроз

кањон, налази се више извора топле воде. Ово место познато је под називом „Бањица“. Низводно од клисуре носи назив Градашничка река. Слив Градашничке реке има добро развијену хидрографску мрежу (*Прилог 4.9*), са густином $G=1,122 \text{ km/km}^2$. Дужина главног тока износи 17,10 km, док је укупна дужина свих притока 31,92 km. Кота изворишта је на 1.117 mnm, са апсолутним падом речног корита 2,82%, и уравнатим падом 3,81%. Све притоке су бујичног карактера, а са десне долиנסке стране, код места званог „Провалија“, прима низ ровина и суводолина. Једина лева притока Градашничке реке је Градашнички поток који се у њу улива у селу Градашница.

Табела 4.4: Основне физичко-географске карактеристике слива Градашничке реке

Параметар	Ознака	Вредност
Површина слива	$F \text{ (km}^2\text{)}$	43,15
Обим вододелнице	$O \text{ (km)}$	34,05
Дужина главног тока	$L \text{ (km)}$	17,10
Укупна дужина свих притока	$L_{pr} \text{ (km)}$	31,92
Одстојање од излазног профила	$L_c \text{ (km)}$	10,89
Највиша кота на сливу	$K_v \text{ (m)}$	1.233
Кота изворишта	$K_{iz} \text{ (m)}$	1.117
Кота ушћа	$K_u \text{ (m)}$	365
Средња надморска висина слива	$N_{sr} \text{ (mnm)}$	770
Средња висинска разлика	$D \text{ (m)}$	405
Средњи пад слива	$I_{sr} \text{ (%)}$	28,64
Средњи пад тока	$I_s \text{ (%)}$	2,82
Уравнати пад	$I_u \text{ (%)}$	3,81
Модул развијености вододелнице	E	1,451
Морфолошки коефицијент	n	0,158
Коефицијент облика слива	A	0,402
Густина хидрографске мреже	$G \text{ (km/km}^2\text{)}$	1,122

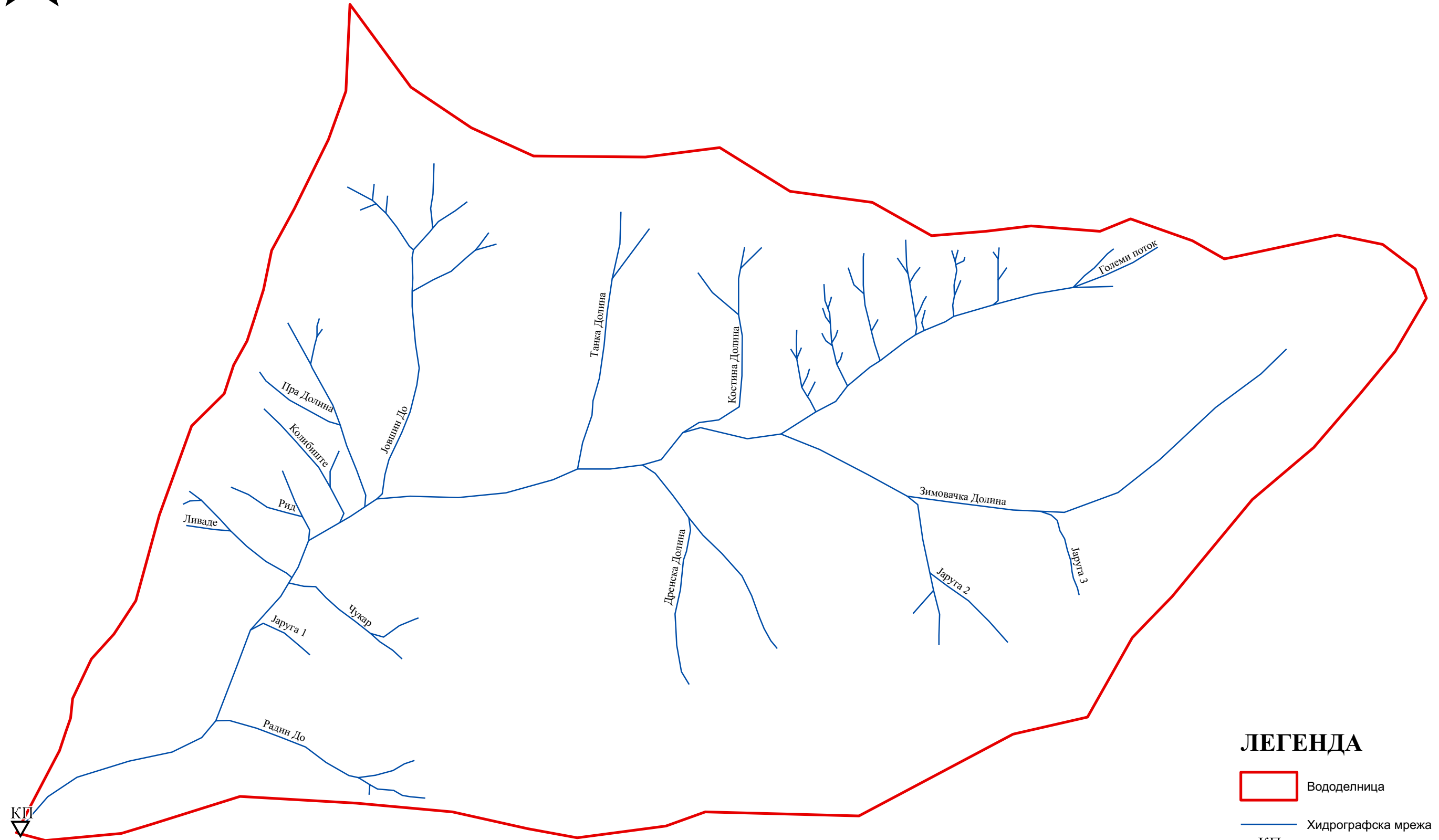
Градашничка река је изразито бујични ток, са дужином главног тока 17,1 km, и површином слива $43,15 \text{ km}^2$. Обим вододелнице износи 34 km. Основни параметри слива приказани су у Табели 4.4.

Ток Градашничке реке у свом изворишном делу тече у правцу југоисток-северозапад, затим код Доброг Дола правац скреће ка западу, пре уласка у кањон скреће ка југу, и тај правац задржава све до ушћа у Нишаву. Дуж целог корита, Градашничка река се снабдева водом из притока и богатих извора.




ПРИЛОГ 4.7.

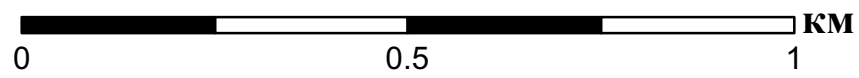
Хидрографска карта слива Лукачеве Долине

ХИДРОГРАФСКА КАРТА СЛИВА ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ



ЛЕГЕНДА

-  Вододелница
-  Хидрографска мрежа
-  Контролни профил

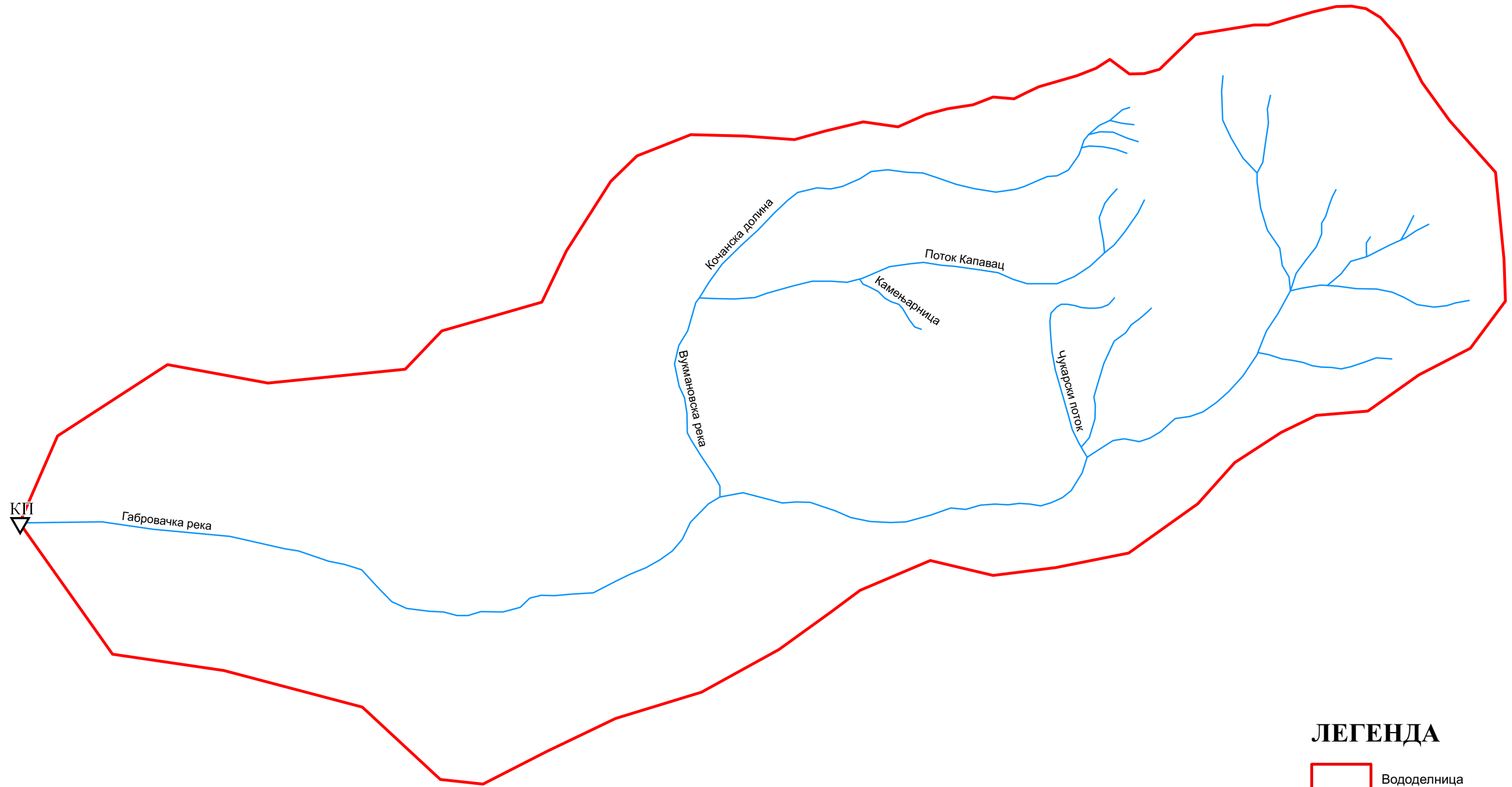


ПРИЛОГ 4.8.




Хидрографска карта слива Габровачке реке

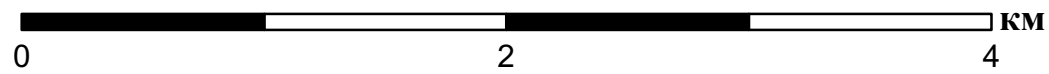


ХИДРОГРАФСКА КАРТА СЛИВА ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ



ЛЕГЕНДА

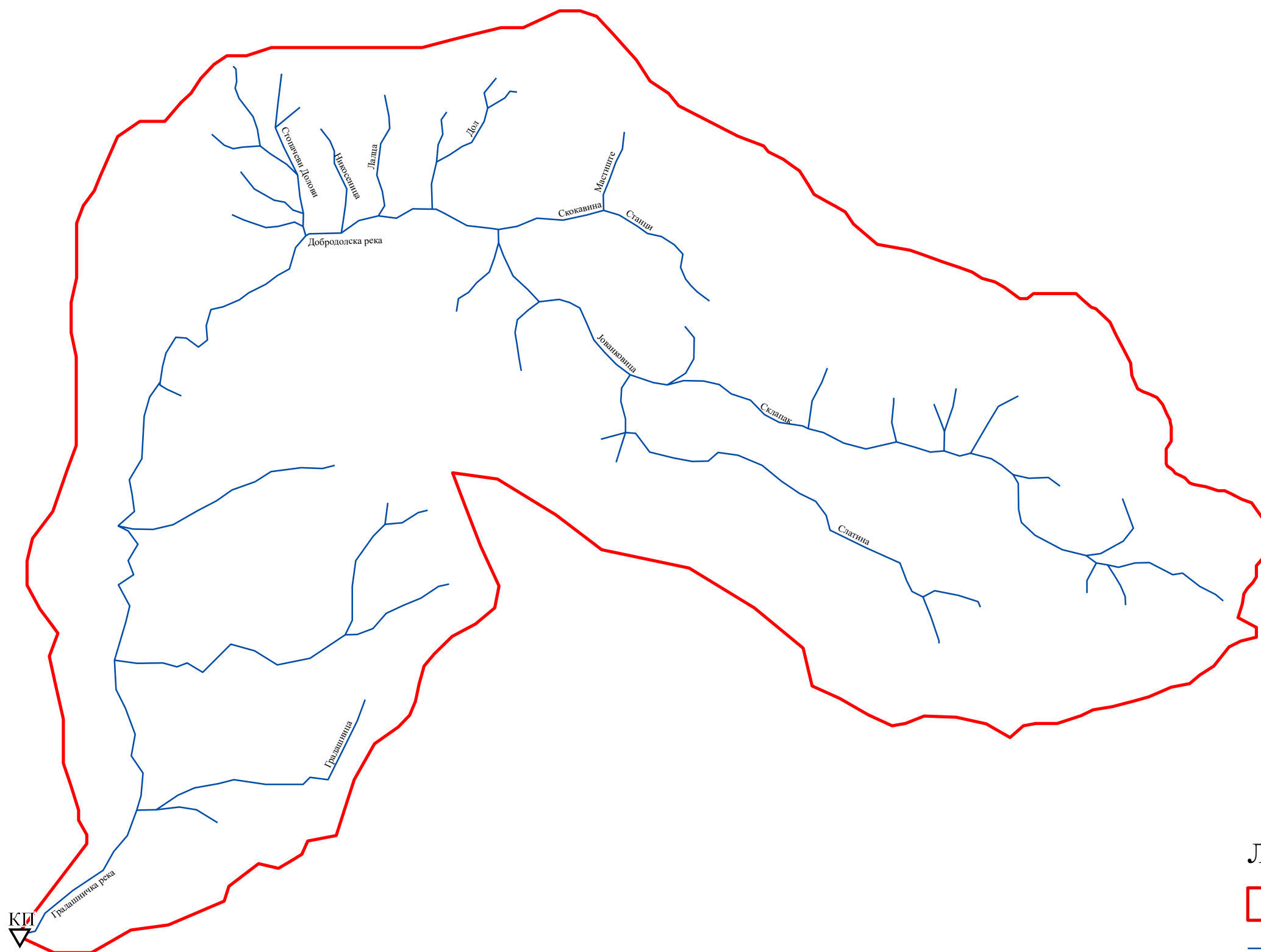
-  Вододелница
-  Хидрографска мрежа
-  Контролни профил






ПРИЛОГ 4.9.

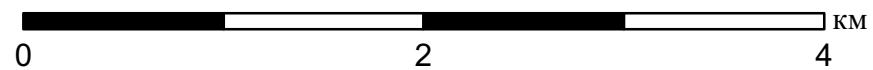
Хидрографска карта слива Градашничке реке

ХИДРОГРАФСКА КАРТА СЛИВА ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ



ЛЕГЕНДА

-  Вододелница
-  Хидрографска мрежа
-  Контролни профил



4.1.3. Климатске карактеристике

Средње годишње температуре ваздуха опадају линеарно са повећањем надморске висине, уз вертикални градијент од $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, тако да се у брдским и планинским регионима јављају ниже температуре. Према подацима из Просторног плана Републике Србије („Службени гласник РС“, број 88/210), режим падавина је просторно веома хетероген, са распоном средње годишње количине падавина од око $500\div 550\text{ mm}$, на северу у планинским регионима до преко 1.500 mm , са просеком за целокупну територију Србије од 734 mm .

Подручје Лукачеве Долине припада региону умерено-континенталне климе, са slabим утицајем планинске климе. Подаци о падавинама анализирани су за кишомерне станице (КС) Крушевица, Клисуре, Власина, Власотинце и Бабушница. Средња годишња количина падавина за период од 1923-1940. године износила је 825 mm , а највећа забележена годишња сума падавина износила је 1.609 mm (1937. године, КС Крушевица). Највећа дневна количина падавина од $73,9\text{ mm}$ забележена је 22.08.1929. године (КС Крушевица). Месеци са највећом количином падавина били су април, мај, јун и октобар. Максимуми падавина јављају се у мају и октобру, док су минимуми карактеристични за фебруар и септембар.

Такође, анализирани су подаци о падавинама за период од 1946-2015. године, са КС Ранков Дел и Радињинци.

Средња годишња количина падавина, у периоду од 1946-1970. године, износила је $673,5\text{ mm}$. Највеће забележене годишње падавине износиле су $831,9\text{ mm}$ (1970. године), на КС Радињинци, а највећи дневни максимум падавина од $52,8\text{ mm}$ забележен је 1967. године.

Средња годишња количина падавина, у периоду од 1971-2015. године, износи 711 mm . Највеће забележене годишње падавине износиле су $991,9\text{ mm}$, 1995. године, а највећи дневни максимум падавина од $58,6\text{ mm}$, забележен је 2007. године.

Месеци са највише падавина су јун, новембар, септембар и април, док су месеци са најмање падавина децембар, јануар, март и мај.

Средња годишња температура ваздуха износи 11,94°C, док су месеци са највишим температурама јуни, јули и август. Највиша температура ваздуха је измерена 05.07.2000. године: 42,5°C. Најниже вредности температуре ваздуха јављају се у периоду од новембра до марта месеца, а температурни минимум је измерен 13.01.1985. године: -26°C.

Подручје слива Габровачке реке припада региону измењене континенталне климе. Средња годишња количина падавина у периоду од 1923-1953. године износила је 529 mm.

Анализиране су КС Ниш, Раутово и Гркиња. Највеће забележене годишње падавине износиле су 918 mm (1937. године), а забележене су на кишомерној станици Ниш. Најкишовитији месеци су мај, јун, септембар и октобар. Највећи дневни максимум падавина (64,8 mm) забележен је 16.08.1934. године, на КС Ниш.

За период од 1953-(1970)-2015. године, као меродавне за слив Габровачке реке, анализиране су КС Ниш, Раутово, Балајнац и Горњи Матејевац.

Средња годишња количина падавина у периоду од 1953-1970. године износила је 593,87 mm. Највеће забележене годишње падавине износиле су 710,8 mm (1969. године), а забележене су на КС Ниш. Највећи дневни максимум падавина за посматрани период забележен је 1963. године (71,2 mm) на КС Ниш.

Средња годишња количина падавина у периоду од 1971-2015. године износила је 625 mm. Највеће забележене годишње падавине износиле су 950,2 mm (2014. године), а уједно је те године забележен и највећи дневни максимум падавина (74,5 mm), на КС Ниш. Месеци са највише падавина су децембар, јун, април и мај, док су периоди са најмање падавина јануар-март, као и септембар-октобар.

Средња годишња температура ваздуха износи $11,6^{\circ}\text{C}$, док је најтоплији период јун-септембар. Највиша температура ваздуха ($44,2^{\circ}\text{C}$) измерена је 24.07.2007. године. Најниже вредности температуре ваздуха јављају се у периоду од новембра до марта, а температурни минимум ($-20,9^{\circ}\text{C}$) је измерен 13.01.1970. године.

На сливу Градашничке реке влада континентална клима, са малом количином падавина, тако да се убраја у аридне или семиаридне области. Виши делови слива су под утицајем планинске климе, са нешто већом количином падавина. Анализирана је КС Пирот, за период од 1923-1951. године. Забележена је минимална средња годишња количина падавина од 568 mm, док је максимум (925 mm) измерен 1937. године. Дневни максимум за наведени период јавио се 29.06.1926. године и износио је 75,8 mm. Највеће количине падавина јављале су се у периоду април-август, са максимумом у мају и јуну, док је минимум карактеристичан за фебруар.

За период од 1949-(1970)-2015. године, као меродавне за слив Градашничке реке, су анализирани КС Пирот, Крупац, Блато, Дојкинци, Височка Ржана и Димитровград.

Средња годишња количина падавина у периоду од 1946-1970. године износила је 671 mm. Максималне годишње количине падавина (1.196,9 mm) су забележене 1962. године, на КС Дојкинци. Дневни максимум за наведени период забележен је на КС Крупац 1962. године (89,6 mm).

Средња годишња количина падавина у периоду од 1971-2015. године износила је 599.66 mm, са годишњим максимумом од 1.097,5 mm (1980. године), на КС Дојкинци. Дневни максимум, за наведени период, забележен је на КС Пирот (1988. године): 141,5 mm.

Месеци са највише падавина су мај, јун и децембар, док су периоди са најмање падавина јануар-март и август-октобар.

Средња годишња температура ваздуха износила је 10,8°C, док су месеци са највишим температурама јуни, јули и август. Највиша температура ваздуха (42,2°C) је измерена 24.07.1994. године. Најниже вредности температуре ваздуха јављају се у периоду од децембра до фебруара, а температурни минимум (-24,5°C) је измерен 09.02.1956. године.

4.1.4. Геолошка грађа подручја

На сливу Јужне Мораве изражене су две морфолошке целине – планине и потолине. Слив карактерише велики распон надморских висина, са највишим врхом на Старој планини (Миџор-2.169 mnm), док је долина на средњем делу тока Јужне Мораве са висином од око 300 mnm. Планински масиви и њихови огранци представљају или вододелницу или се спуштају на слив Мораве, а најистакнутији су: Копаоник, Бесна Кобила и Стара планина (Шумарски факултет, 2001).

Слив Јужне Мораве изграђују крупне геолошке целине, метаморфног, магматског и седиментног порекла. Од метаморфних стена, које заузимају знатан део слива, заступљени су углавном кристаласти шкриљци, који су местимично испробјани магматским стенама и њиховим туфовима. Кристаласти шкриљци, вишег степена кристалитета, изграђују претежно горњи и део средњег слива Јужне Мораве. На западној страни слива, највише су заступљени гнајсеви, док се на источној страни, поред гнајсева, налазе и микашисти и амфиболитски шкриљци. Кристаласти шкриљци нижег степена кристалитета пружају се са десне стране тока Јужне Мораве, од реке Врле до Нишке котлине и масива Старе планине. Ови шкриљци, познати под називом „власински комплекс“, имају типичне карактеристике неотпорних стена, подложних деструктивном дејству воде (Шумарски факултет, 2001).

Од магматских стена, на сливу су заступљене и дубинске и површинске стене. Код дубинских стена, преовлађују гранити и гранодиорити, а код површинских стена, андезити, дацити, серпентинити и дијабази.

Седиментне стене су, на посматраном подручју, мање заступљене од метаморфних и могу се сврстати у три веће целине: флишне стене, кречњачко-доломитне стене (пешчари и конгломерати) и седиментне стене неогених басена. Флишне стене су највише заступљене на сливу Топлице, а кречњачко-доломитне стене на сливу Нишаве. Седиментне стене неогених басена се простиру у тектонским потолинама и басенима (Криворечки, Врањско–Бујановачки, Лесковачко–Топлички, Нишавски, Сокобањски и Алексиначки басен). Седиментне формације се углавном простиру у средњем и доњем делу слива и у алувионима водотока. Представљене су веома разноврсним формацијама, различитих физичко–механичких параметара.

Према Основној геолошкој карти СФРЈ, размере Р=1:100.000, листови Власотинце К34-45, (*Прилог 4.10.*), дефинисане су геолошке карактеристике на сливу Лукачеве Долине (*Табела 4.5.*). На сливу Лукачеве Долине, као доминантна геолошка подлога, јављају се седиментне стене, док се метаморфне и магматске стене јављају у скоро једнакој размери. На сливу Лукачеве Долине седиментне стене заузимају површину од око 44,26% (1,81 km²), а заступљени су: пролувијум, девонски флиш и слабо матаморфисани тектонизовани кречњак. Метаморфне стене заузимају око 28,36% (1,16 km²), а заступљени су катаклизирани албит-хлорит-серицитски шкриљци и хлорит-серицитски шкриљци. Магматске стене заузимају око 28,38% (1,12 km²). На основу издвојених формација, према карти еродибилности стена, на сливу Лукачеве Долине доминирају веома чврсте 35,54% и условно еродибилне 34,8% геолошке формације, док су условно чврсте стене заступљене на 28,19% површине и веома еродибилне на свега 1,47% сливне површине.

Табела 4.5.: Приказ литолошких чинилаца на сливу Лукачеве Долине

Геолошка подлога	Период	Површина km ²	Заступљеност %
Пролувијум	Квартар	0,06	1,47
Катаклизирани албит-хлорит-серицитски шкриљци	Камбријум (Власински комплекс)	0,31	7,58
Хлорит-серицитски шкриљци		0,85	20,78
Девонски флиш	Девон	1,42	34,72
Амфибол-биотитски андезит	Терцијар, палеоген	1,12	27,38
Слабо метаморфисани тектонизовани кречњак	Девон	0,33	8,07

На основу Основне геолошке карте СФРЈ, размере Р=1:100.000, листови Ниш К34-32, (Прилог 4.11.), дефинисане су геолошке катактеристике на сливу Габровачке реке (Табела 4.6.). На сливу Габровачке реке доминантну подлогу чине седиментне стене, затим метаморфне а најмању заступљеност имају магматске стене. Седиментне стене се простиру на око 63,24% од укупне површине слива (21,03 km²), а јављају се: алувион, делувијум, шљунак и песак (ређе песковите глине), као и кластити горњег миоцена и доњег плиоцена. Од метаморфних стена, које се простиру на око 32,53% од укупне површине слива (10,82 km²), јављају се: тремолитски шкриљци, глинци, лапорци и битуминозни шкриљци доњег миоцена, албитски гнајсеви и кварцити. Магматске стене заступљене су на свега 4,24% (1,41 km²) и представљене су пешчарима и конгломератима. На основу издвојених формација, према карти еродибилности стена, на сливу Габровачке реке доминирају веома еродибилне 59,05% и условно чврсте 32,09%, док су условно еродибилне стене заступљене на 8,59% површине, а веома чврсте стене на свега 0,27% сливне површине.

Табела 4.6.: Приказ литолошких чинилаца на сливу Габровачке реке

Геолошка подлога	Период	Површина km ²	Заступљеност %
Алувион	Квартар	2,7	8,12
Алувион, кора распадања неогене старости		1,34	4,03
Тремолитски шкриљци	Протерозоик (Доњи метаморфни комплекс)	10,56	31,75
Шљунак и песак, ређе песковите глине	Терцијар	13,1	39,39
Кластити горњег миоцена и доњег плиоцена	Терцијар	2,85	8,57
Пешчари и конгломерати	Терцијар	1,41	4,24
Делувијум	Квартар	1,04	3,13
Глинци, лапорци и битуминозни шкриљци доњег миоцена	Терцијар	0,09	0,27
Албитски гнајсеви	Протерозоик (Горњи власински комплекс)	0,08	0,24
Кварцити	Протерозоик (Доњи метаморфни комплекс)	0,09	0,27

На основу Основне геолошке карте СФРЈ, размере Р=1:100.000, листови Пирот К34-34, (Прилог 4.12.) дефинисане су геолошке карактеристике на сливу Градашничке реке (Табела 4.7.). На сливу Градашничке реке преовладавају седиментне стене. Мали део слива је под магматским стенама, док метаморфне стене нису присутне. Седиментне стене се простиру на 98,82% од укупне површине слива (42,82 km²), а јављају се: алувион, песак, шљунак, спрудни кречњаци са реквијенијама, спрудни и субспрудни лапоровити кречњаци, кварцни конгломерати и пешчари, глинци, кречњаци, доломитични кречњаци, доломити, глауконатски пешчари, сипар и детритични кречњаци. Магматске стене јављају се на свега 1,18% (0,51 km²) површине слива и представљене су вулканским агломератима и бречама. На основу издвојених формација, према карти еродибилности стена, на сливу Градашничке реке доминирају веома еродибилне 45,55% и условно еродибилне 32,8% геолошке формације, док се условно чврсте

стене простиру на 12,58% површине, а веома чврсте на свега 9,07% сливне површине.

Табела 4.7.: Приказ литолошких чинилаца на сливу Градашничке реке

Геолошка подлога	Период	Површина km ²	Заступљеност %
Алувион	Квартар	0,87	2,01
Алувион, кора распадања неогене старости		0,42	0,97
Песак и шљунак		3,33	7,69
Спрудни кречњаци са реквијенијама (барем)	Јура	0,59	1,36
Пешчари, лапорци и кречњаци (отрив)		1,37	3,16
Спрудни и субспрудни лапоровити кречњаци (титон)		4,59	10,59
Кречњаци са кремением квргама (оксфорд и кимериц)		1,92	4,43
Кварцни конгломерати и пешчари	Тријас	0,27	0,62
Пешчари, глинци и конгломерати (синемур и пленсбах)	Јура	1,15	2,65
Кречњаци, доломитични кречњаци и доломити (средњи тријас)	Тријас	1,99	4,59
Пешчари, лапорци и глинци (ценоман)	Креда	2,39	5,52
Вулкански агломерати и брече (ценоман)		0,51	1,18
Комгломерати и пешчари (турон сенон)		3,1	7,15
Глауконатски пешчари (алб)	Јура	5,45	12,58
Сипар	Квартар	0,44	1,02
Кречњаци, лапорци и пешчари (валендис и отрив)	Јура	1,27	2,93
Пешчари, детритични кречњаци, лапорци и кречњаци		13,67	31,55

Степен еродибилности стена је одређен на основу геолошке грађе, структуре стена и њихових физичко-хемијских параметара (Брауновић, 2013). Према отпорности на ерозионо разарање геолошких формација, на сливном подручју су издвојене 4 категорије (Табела 4.8, Прилози 4.13., 4.14. и 4.15.):

- Веома чврсте стене: гранити, гранитоиди (Бујановац – Врање), андезити (лева страна тока Јужне Мораве), дацити (лева страна тока Јужне Мораве). Нанос: стенски блокови, дробина, грус магматског и кречњачког порекла.
- Условно чврсте стене: гнајс (кристаласти шкриљци вишег степена кристалинитета заступљени на левој страни тока Јужне Мораве, изворишта), гранити метаморфисани, дијабаз, филити (на сливу Власине), кречњаци са пешчарима и шкриљцима. Нанос: крупнозрна дробина, средњезрни нанос, грус, пескови, мало ситнозрног наноса.
- Условно еродибилне стене: серицит-хлоритски шкриљци (кристаласти шкриљци нижег степена кристалинитета, „Власински комплекс“, источно од Јужне Мораве), пермски црвени пешчари, микашисти (десна страна тока Јужне Мораве), вулкански туфови (прате андезите и даците). Нанос: листаста дробина крупног и средњег зрна, шљунак, песак, нешто глине.
- Веома еродибилне стене: језерски нанос неогене старости: Лесковачки и Врањско-Бујановачки басен; конгломерати, пешчари, лапорци. Нанос речних тераса: шљункови, пескови, глине (дуж доњих токова Јужне Мораве и у њеним проширеним долинама). Савремени наноси: елувијум, делувијум, алувијум и пролувијум, на сливном подручју Јужне Мораве и притока. Чине га шљунковито-песковити и глиновити седименти. Елувијум и делувијум садрже и нешто крупнију дробину. Нанос: шљунак, песак, глина (преовлађује песковито-глиновити нанос).

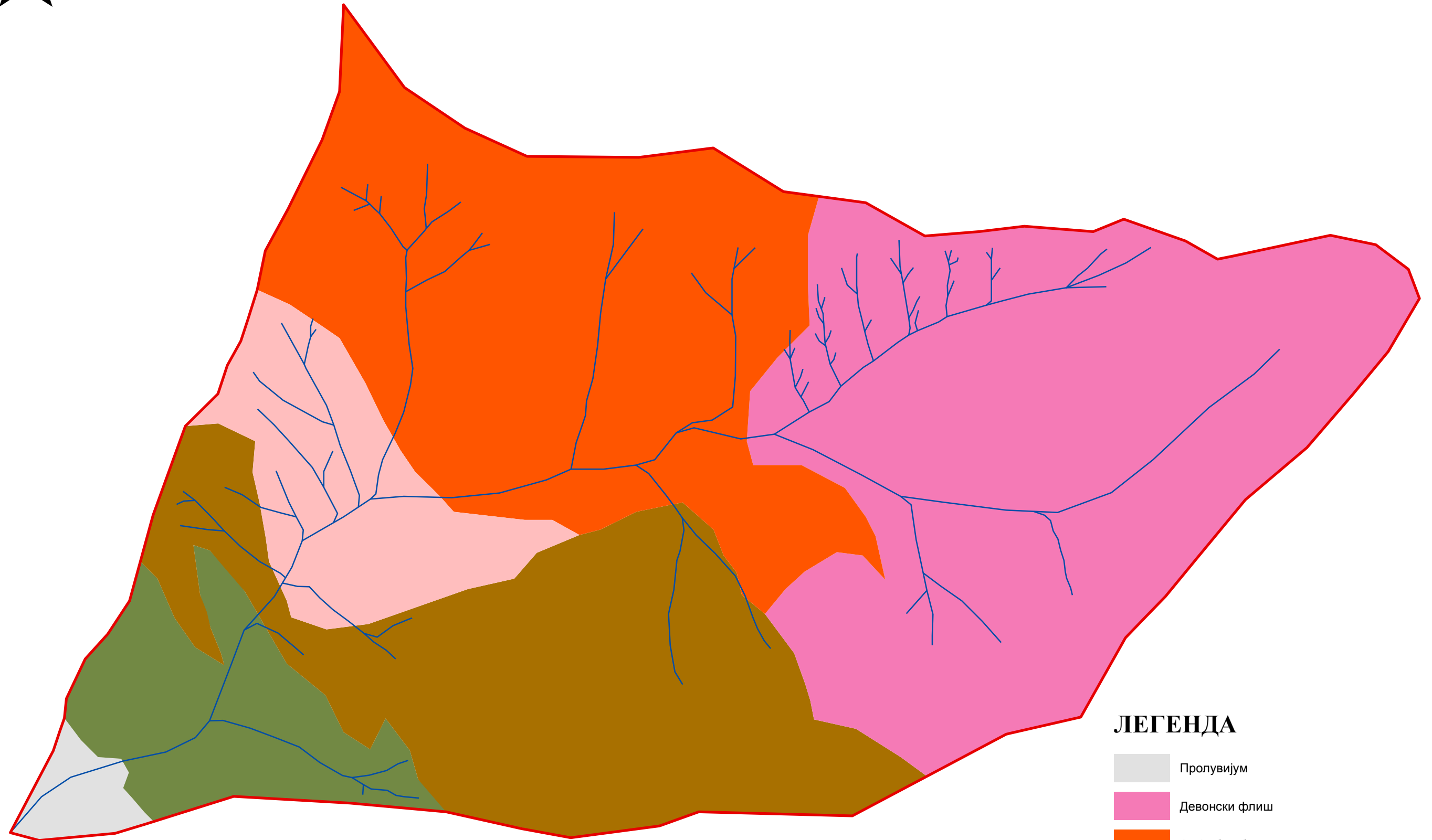
Табела 4.8.: Еродибилност стенских маса

Категорија еродибилности стена							
Веома чврсте		Условно чврсте		Условно еродибилне		Веома еродибилне	
Заступљеност на сливу							
Лукачева Долина							
km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
1,45	35,54	1,15	28,19	1,41	34,8	0,06	1,47
Амфибол-биотитски андезит, слабо метаморфисани тектонизовани кречњак		Катаклизирани албит-хлорит-серицитски шкриљци, хлорит-серицитски шкриљци		Девонски флиш		Пролувијум	
Габровачка река							
km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
0,09	0,27	10,64	32,09	2,85	8,59	19,58	59,05
Кварцити		Тремолитски шкриљци, албитски гнајсеви		Кластити		Алувион, пешчари, конгломерати, делувијум, глинци, лапорци, битуминозни шкриљци, шљунак, песак, песковите глине	
Градашничка река							
km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
3,92	9,07	5,44	12,58	14,18	32,80	19,69	45,55
Доломитични и кречњаци са кремением кварца, доломити		Спрудни и лапоровити кречњаци, пешчари, лапорци, кварцни конгломерати		Комгломерат и, пешчари, детритични кречњаци, лапорци и агломерати, брече		Алувион, песак, шљунак, пешчари, глинци и конгломерати, лапорци, глинци, глауконатски пешчари, сипар	

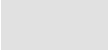





ПРИЛОГ 4.10.

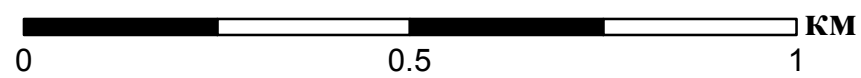
Геолошка карта слива Лукачеве Долине

ГЕОЛОШКА КАРТА СЛИВА ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ



ЛЕГЕНДА

-  Пролувијум
-  Девонски флиш
-  Амфибол биотитски андезит
-  Хлорит серитски шкриљци
-  Катаклазирани албит хлорит серитски шкриљци
-  Слабо метаморфисани тектонизовани кречњак

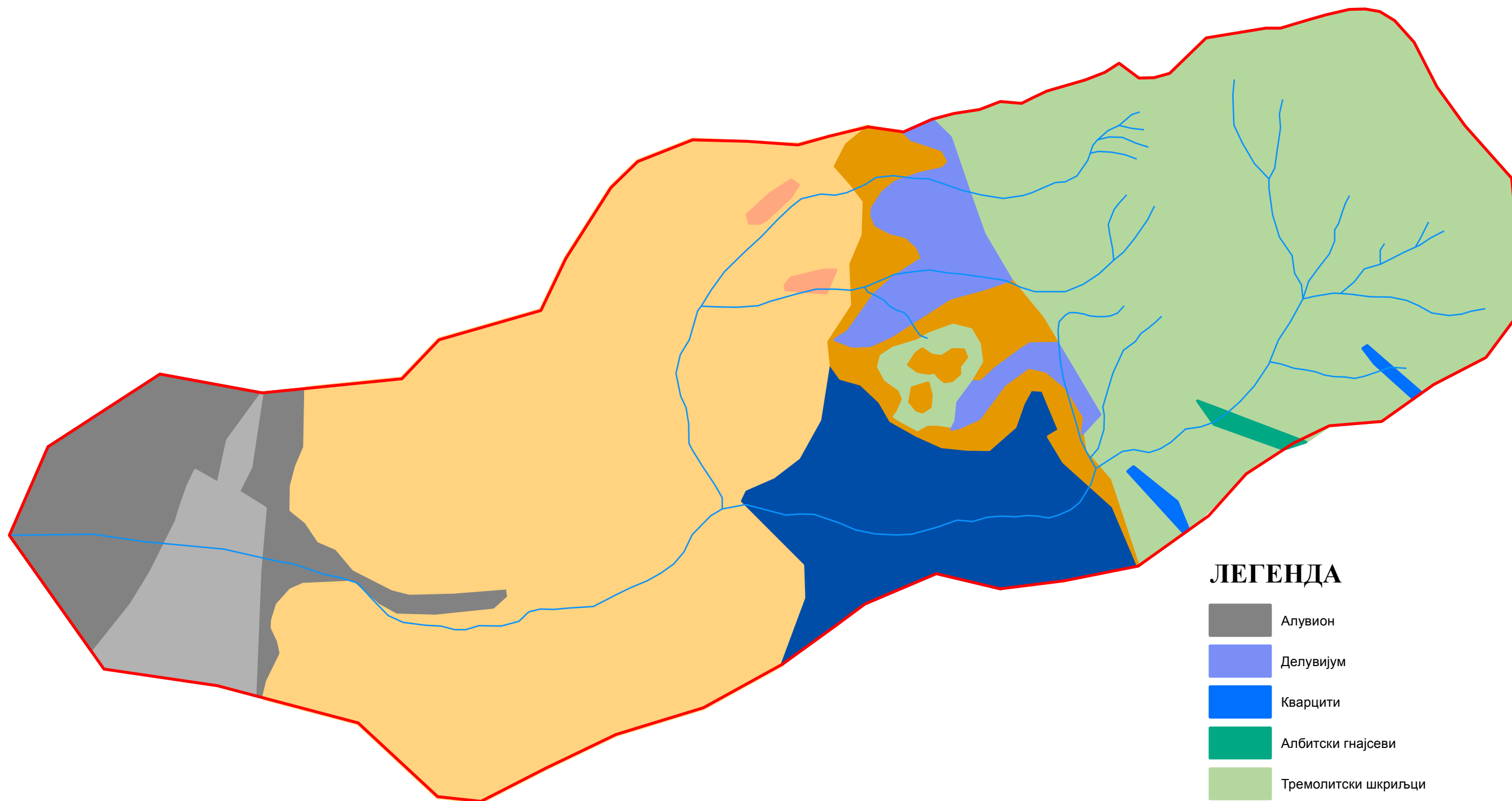


ПРИЛОГ 4.11.











Геолошка карта слива Габровачке реке

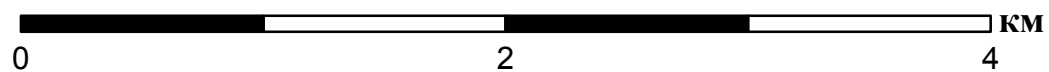


ГЕОЛОШКА КАРТА СЛИВА ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ



ЛЕГЕНДА

-  Алувион
-  Делувијум
-  Кварцити
-  Албитски гнајсеви
-  Тремолитски шкриљци
-  Пешчари и конгломерати
-  Шљунак, песок и ређе песковите глине
-  Глинци, лапорци и битуминосни шкриљци
-  Алувион, кора распадања неогене старости
-  Кластити горњег миоцена и доњег плиоцена



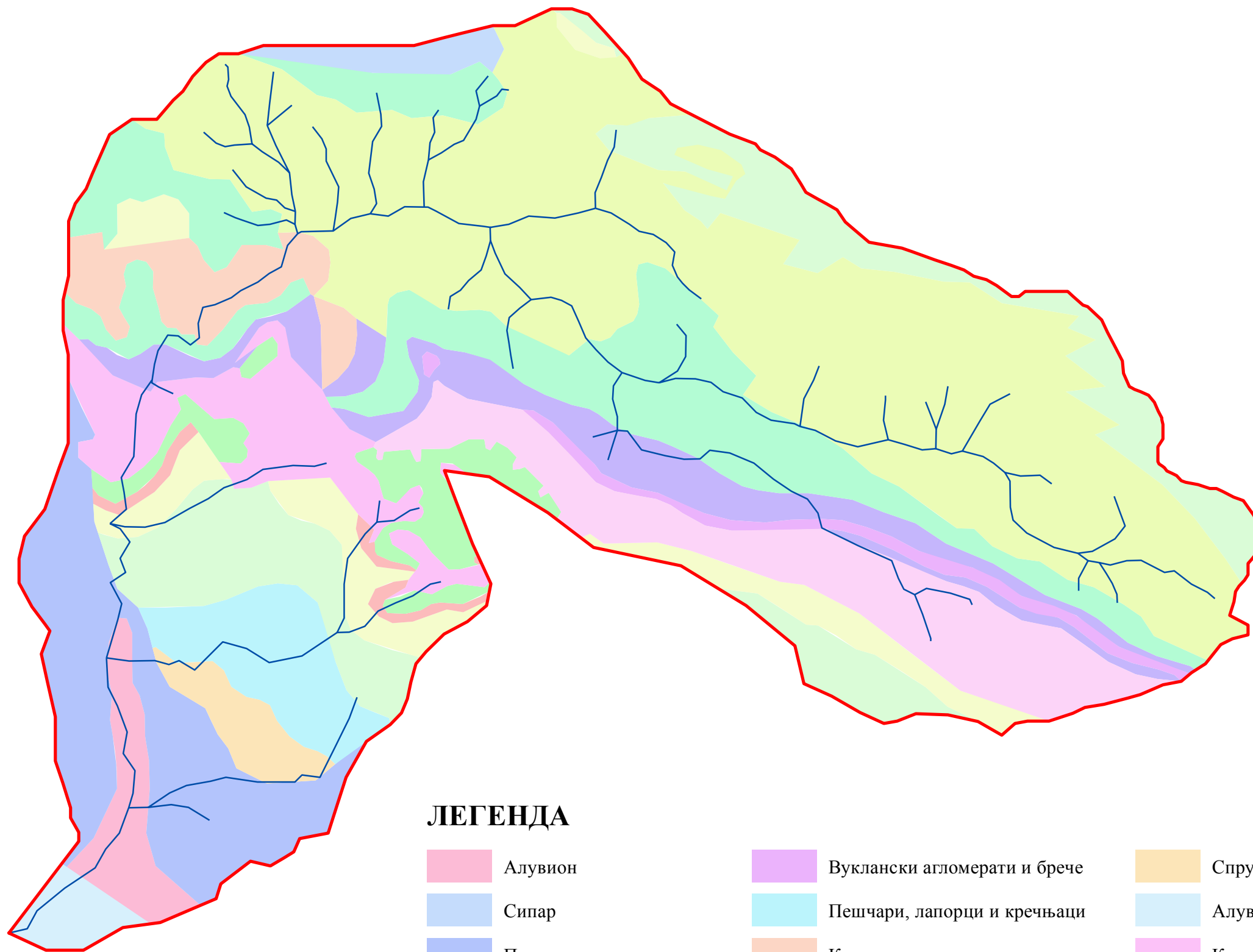
ПРИЛОГ 4.12.

Геолошка карта слива Градашничке реке




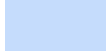
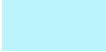
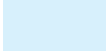



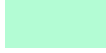

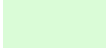

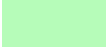
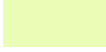


N



ГЕОЛОШКА КАРТА СЛИВА ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ



ЛЕГЕНДА

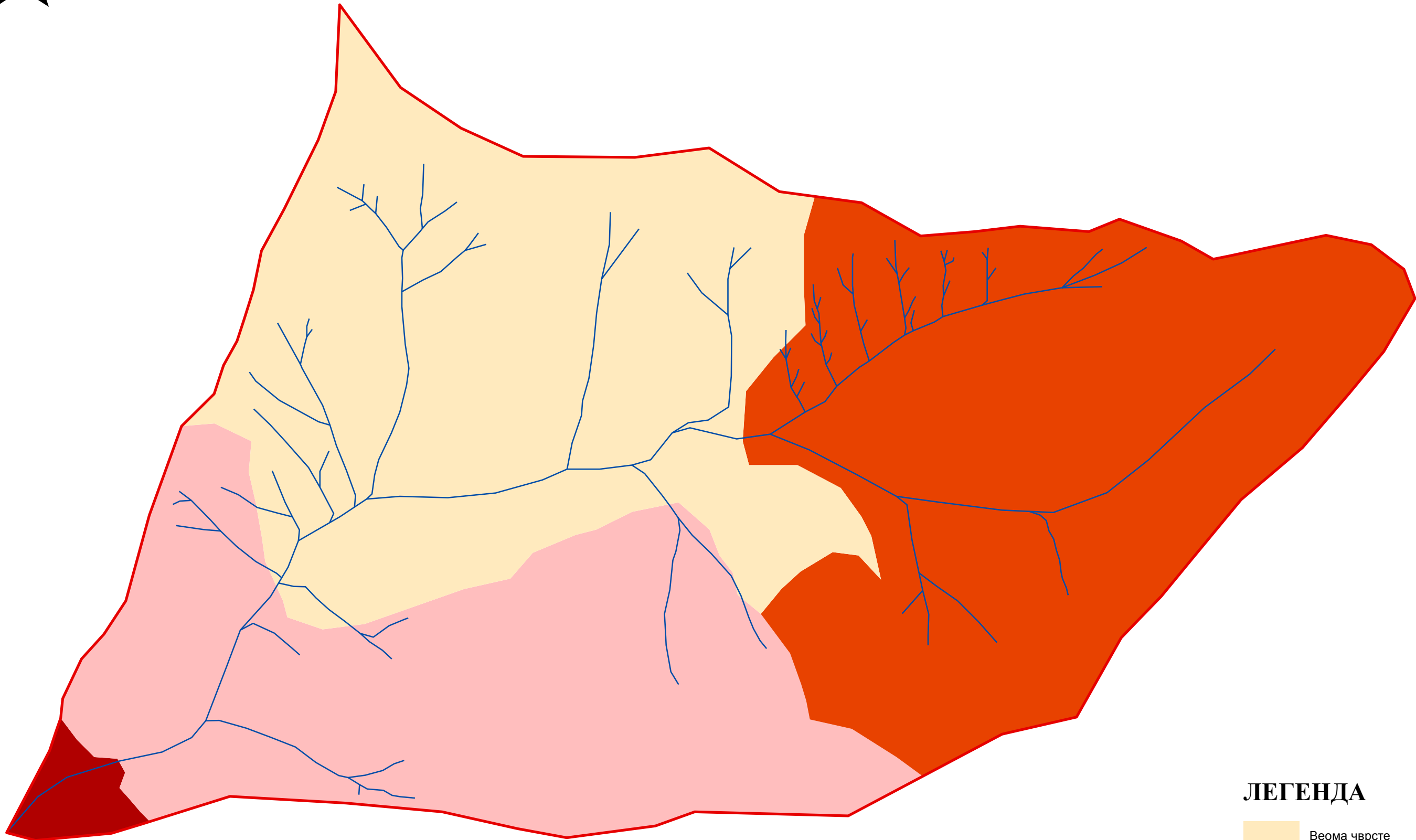
- | | | |
|---|--|---|
|  Алувион |  Вуклански агломерати и брече |  Спрудни креч. са ревијенијама |
|  Сипар |  Пешчари, лапорци и кречњаци |  Алувион, к. р. неогене старости |
|  Пескови и шљунак |  Кречњаци, лапорци и пешчари |  Креч., дол. креч. и доломити |
|  Глауконатски пешчари |  Кречњаци са кремением кварцама |  Спрудни и субспру. лап. креч. |
|  Конгломерати и пешчари |  Пешчари, глинци и конгломерати |  Пеш. детрични креч, лап. креч. |
|  Пешчари, лапорци и глинци |  Кварцни конгломерати и пешчари | |

0 2 4 км





ПРИЛОГ 4.13.

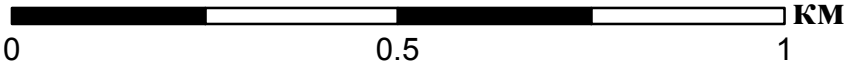
Карта еродибилности стена слива Лукачеве Долине

КАРТА ЕРОДИБИЛНОСТИ СТЕНА СЛИВА ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ



ЛЕГЕНДА

-  Веома чврсте
-  Условно чврсте
-  Веома еродибилне
-  Условно еродибилне

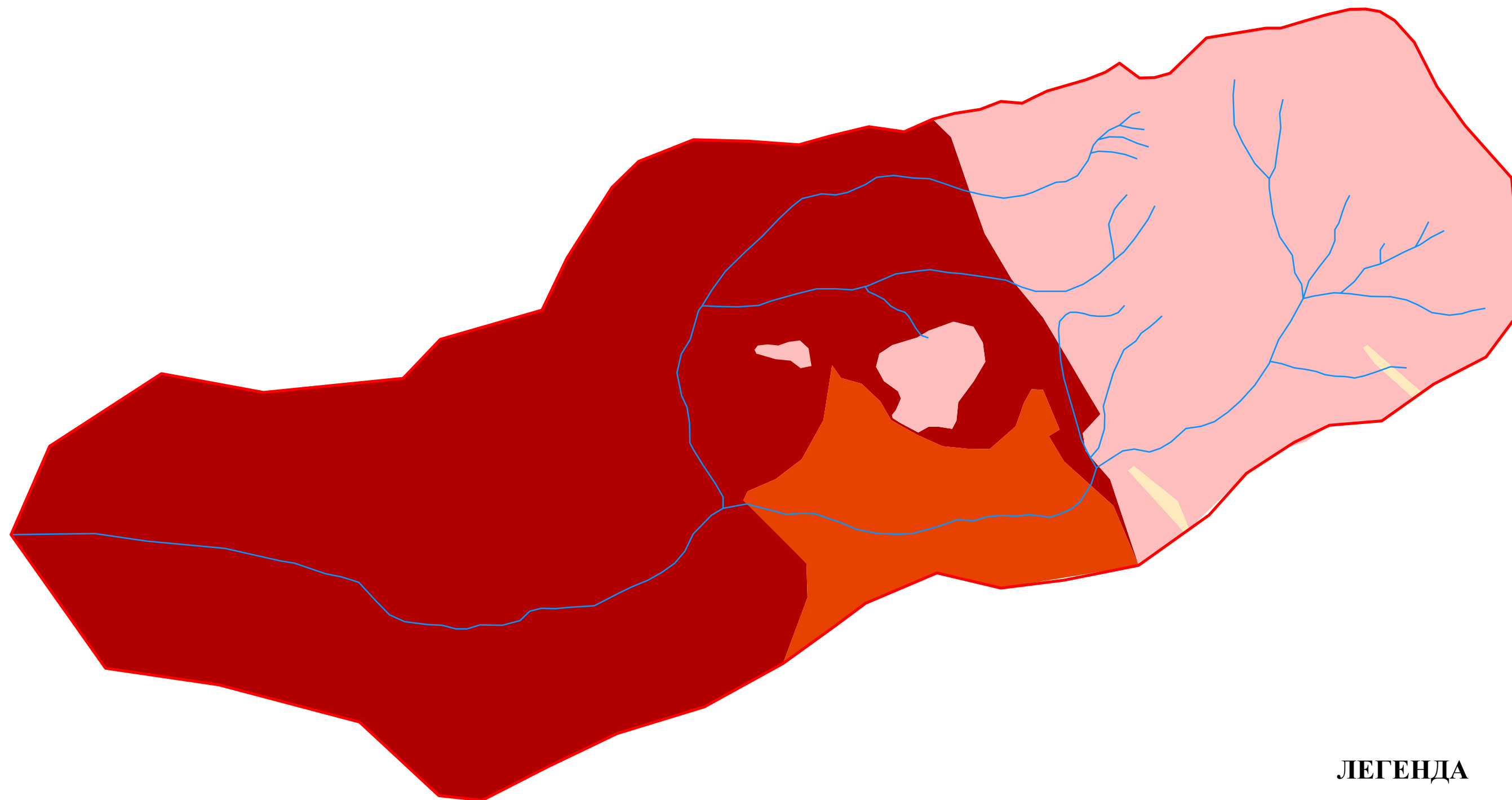


ПРИЛОГ 4.14.


Карта еродибилности стена слива Габровачке реке

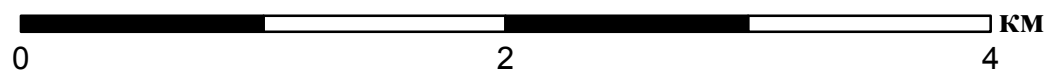


КАРТА ЕРОДИБИЛНОСТИ СТЕНА СЛИВА ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ



ЛЕГЕНДА

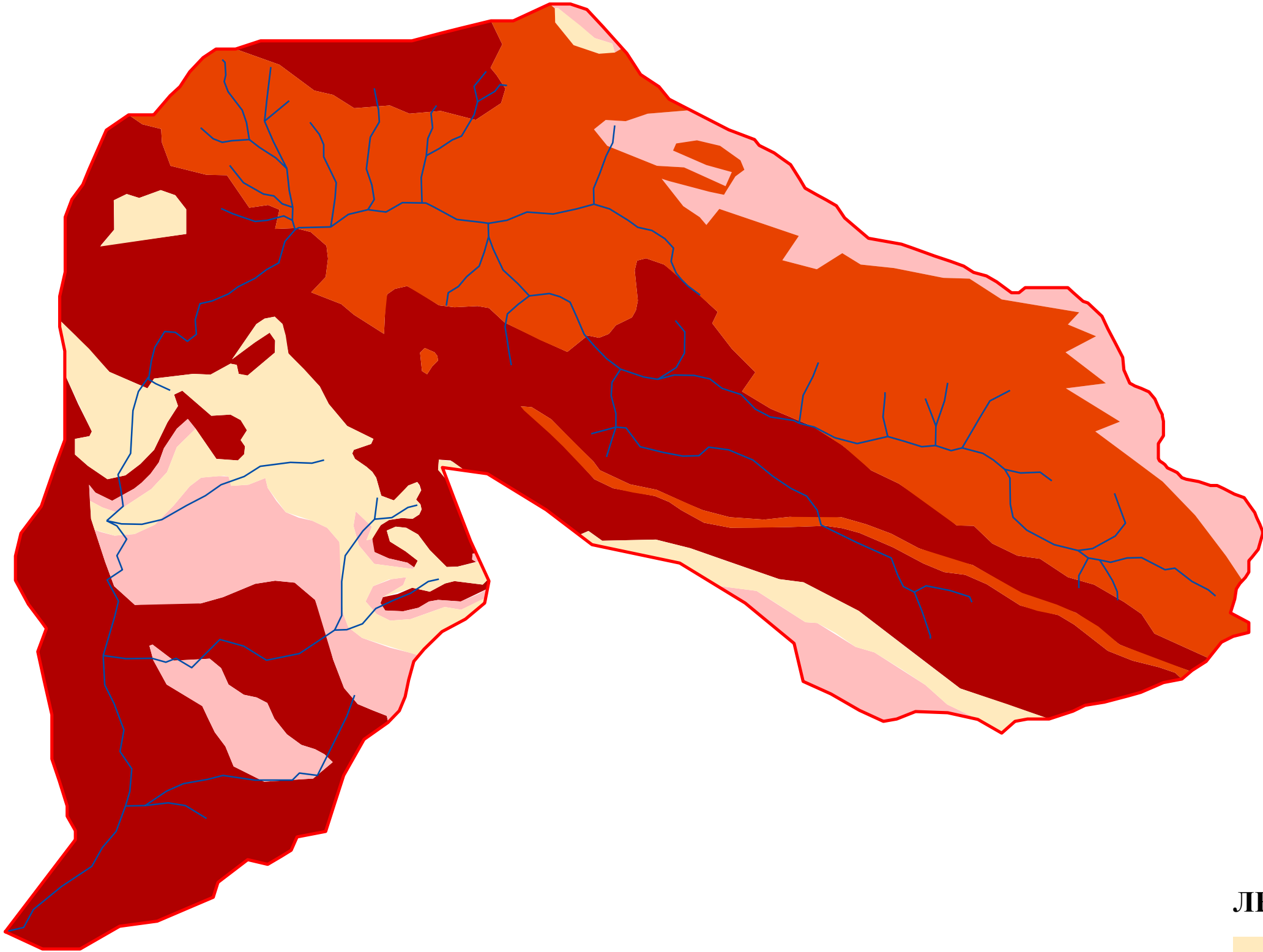
-  Веома чврсте
-  Условно чврсте
-  Веома еродибилне
-  Условно еродибилне




ПРИЛОГ 4.15.

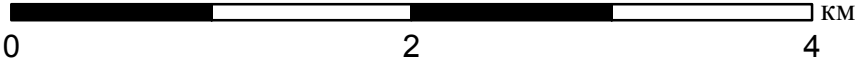
Карта еродибилности стена слива Градашничке реке

КАРТА ЕРОДИБИЛНОСТИ СТЕНА СЛИВА ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ



ЛЕГЕНДА

-  Веома чврсте
-  Условно чврсте
-  Веома еродибилне
-  Условно еродибилне



4.1.5. Педолошке карактеристике

Земљишта слива Нишаве испитивана су у више наврата. Прва испитивања на терену су започета 1972. године за делове подручја Ниша („*Земљишта слива Нишаве*“, Институт за земљиште, 2008. године), затим су настављена 1979. и 1982. године, а завршена допунским испитивањима 2007. године, од стране Института за земљиште у Топчидеру, 2008. године. Територија слива Нишаве представља прави мозаик типова земљишта насталих услед велике разноликости геолошких супстрата, рашчлањености рељефа, богатства шумских и травних заједница, специфичних климатских разлика и изражених утицаја антропогених чинилаца. На основу педолошке карте слива Јужне Мораве, Р=1:50.000 (листови: Власотинце 2, Институт за земљиште 2011. године; Ниш 1, Институт за земљиште, 1982. године; Пирот 3, Институт за земљиште 2011. године) утврђена је заступљеност типова земљишта на сливу Лукачеве Долине, Градашничке и Габровачке реке, (Табела 4.9.; Прилози 4.16., 4.17. и 4.18.).

Педолошки покривач на сливу Лукачеве Долине, пре извођења противерозионих радова био је условљен постојећом оскудном вегетацијом и процесима ерозије. На сливној површини било је заступљено неколико типова земљишта, међу којима се на првом месту издваја еродирана гајњача, на изворишном делу слива. Други тип земљишта је „сиво-шумско“ земљиште (Секретаријат за шумарство и вододпривреду, 1955) на десној обали, док су остали делови слива прекривени агенетичним земљиштем. У свим земљиштима је регистровано високо учешће скелета до 30%, док је код скелетних и скелетоидних заступљеност и до 50%. На основу заступљености глине, песка и праха, и њиховом међусобном односу, земљишта на сливу детерминисана су као прашкасте и песковите иловаче.

Анализом педолошких карактеристика, за потребе приказа садашњег стања на сливу Лукачеве Долине, издвојена су 3 типа земљишта: еутрични камбисол, флувисол и ранкер. На сливу је доминантно заступљено хумусно-акумулативно

земљиште, представљено сироземом, и то: литосол на андезиту, дациту и туфу, које се простире на северо-западном делу сливу (десна долинска страна), са учешћем од 25,58% од укупне површине слива; затим, литосол на пешчару, флишу и рожнацима, на северо-источном делу слива (изворишни део слива), са учешћем од 30,71% од укупне површине слива; литосол на шкриљцима и гнајсу, на јужном делу слива (лева долинска страна), са учешћем од 30,23% од укупне површине слива. Средишњи део долине, корито Зимовачке реке, представљено је флувисолом, са учешћем од свега 6,51%, од укупне површине слива, док се од камбичних земљишта јавља гајњача, на крајње западном и југо-источном ободу, са учешћем од 6,97% од укупне површине слива.

На сливу Габровачке реке, а на основу података из техничке документације (Институт за шумарство, 1957), грубо су издвојена три типа земљишта. Први тип су шумска земљишта на силикатној подлози, која се одликују малом дубином и оскудном стељом. Други тип земљишта су оранице на крчевинама на силикатној подлози, са неповољним својствима, која су се у првом реду огледала у недостатку креча, азота, калијума, фосфора и хумуса. Вишегодишњом обрадом дошло је до губитка структурности земљишта и крајње неповољног режима воде и ваздуха, што објашњава појаве јаког спирања и браздања после сваке кише. Киселост земљишта са $pH=4$ била је отровна за већину биљног света на овом делу слива. Трећи тип чини земљиште на језерским терасама које се одликује дубоким педолошким хоризонтима, са повољном структуром и великим водним капацитетом. Дубоке наслаге дробине на глинама или песковима подложне су клизању. На местима где је глинене непропусни слој на већој дубини, клизање је везано за покрете већих размера, а управо овакве површине биле су основа пољопривредне обраде на сливу.

Анализом педолошких карактеристика, за потребе приказа садашњег стања, издвојена су четири типа земљишта: еутрични камбисол, флувисол, ранкер и вертисол. Доминантно се на сливу јавља смоница на средишњем делу, са учешћем

од 48,18% од укупне површине слива. Крајњи северни делови слива, ушће у Нишаву, су под флувисолом, са учешћем од свега 5,04% од укупне површине слива.

Табела 4.9.: Преглед типова земљишта на подручју истраживања

Слив	Класа	Грађа профила	Тип земљишта	Површина km ²	Учешће %
Лук. Дол.	АУТОМОРФНА ЗЕМЉИШТА				
	Хумусно акумулативна земљишта	А-С	Ранкер – сирозем, литосол на андезиту, дациту и туфу	1,10	25,58
			Ранкер – сирозем, литосол на пешчару, флишу и рожнацима	1,32	30,71
			Ранкер – сирозем, литосол на шкрињцима и гнајсу	1,30	30,23
	Камбична земљишта	А-(В)-С	Еутрични камбисол – гајњача	0,28	6,51
	ХИДРОМОРФНА ЗЕМЉИШТА				
Неразвијена земљишта	(А)-G	Флувисол – алувијално земљиште	0,30	6,97	
Габ. река	АУТОМОРФНА ЗЕМЉИШТА				
	Хумусно акумулативна земљишта	А-С	Ранкер – сирозем, литосол на шкрињцима и гнајсу	3,45	10,48
			Вертисол – смоница	15,89	48,18
	Камбична земљишта	А-(В)-С	Еутрични камбисол – гајњача	11,97	36,30
	ХИДРОМОРФНА ЗЕМЉИШТА				
Неразвијена земљишта	(А)-G	Флувисол – алувијално земљиште	1,65	5,04	
Град. река	АУТОМОРФНА ЗЕМЉИШТА				
	Неразвијена земљишта	(А)-С	Колувијум – колувијално тло	2,20	5,10
	Хумусно акумулативна земљишта	А-С	Калкомеланосол – сирозем, литосол на кречњаку	3,90	8,90
			Ранкер – сирозем, литосол на пешчару, флишу и рожнацима	0,90	2,00
			Рендзине – сирозем на карбонатним супстратима	23,70	54,00
			Вертисол – смоница	1,40	3,20
	Камбична земљишта	А-(В)-С	Еутрични камбисол - гајњача	10,95	25,00
	ХИДРОМОРФНА ЗЕМЉИШТА				
Неразвијена земљишта	(А)-G	Флувисол – алувијално земљиште	0,80	1,80	

Централни (јужни делови слива и мали део на северу) су прекривени гајњачом, са учешћем од 36,30% од укупне површине слива, док је крајњи јужни део (изворишни део слива), прекривен ранкером (литосол на шкриљцима и гнајсу), са учешћем од 10,48% од укупне површине слива.

На сливу Градашничке реке, а на основу података из техничке документације (Управа за шумарство НОС, 1956) пре извођења противерозионих радова, изузев делова на вододелници и самој Градашничкој клисури, који су на кречњачкој подлози, сливна површина обиловала је врло дубоким земљиштем. На Градишту изнад Доброг Дола, затим према Нишору, земљиште је испрано до кречњачке подлоге или је врло плитко. На кречњачкој подлози формирана је смоница скоро непропусна за воду. Присуство креча земљишту пружа стабилност. На Правцу, Црцељу, Китки, Дупном Камену, Виљку, Црном Врху и Малом Врху земљиште је спрано, тако да је на површини голи кречњак, који одаје утисак карстног терена. На пешчарској стенској подлози формирало се земљиште типа глинене пескуше, која је такође, слабо пропусна за воду. Земљиште је доста дубоко, осим партија на којима је испрано до стеновите подлоге.

Анализом педолошког покривача за потребе приказа садашњег стања, на сливу Градашничке реке издвојено је седам типова земљишта: еутрични камбисол, флувисол, калкомеланосол, колувијум, ранкер, рендзина и вертисол. За разлику од претходна 2 слива, на којима је распоред земљишта прилично уједначен и континуиран, на сливу Градашничке реке распоред земљишта је разнолик, што је условљено локалним геолошким приликама. Највећи део слива (северни, централни и јужни делови) је под рендзинама, сироземом на карбонатним супстратима, са учешћем од 54%, од укупне површине слива. Већу заступљеност има и гајњача, са учешћем од 25% од укупне површине слива, и јавља се на крајњим западним, централним и источним деловима слива. Калкомеланосол (сирозем на кречњаку) заступљен је на североистоку, истоку и југоистоку сливног подручја, са учешћем од 8,90% од укупне површине слива. Колувијум је

заступљен на северном и крајњем источном делу слива (изнад изворишне зоне) са 5,1% учешћа од укупне површине слива, док се ранкер, литосол на пешчару, флишу и рожнацима јавља у виду „траке“ која се протеже у правцу исток-запад, са учешћем од 2% од укупне површине слива. Смоница је лоцирана на западно-централном делу слива и заступљена је са 3,2% од укупне површине слива, док се алувијално земљиште простире на крајњем југу, у зони ушћа у Нишаву, затим узводно уз корито Градашничке реке, до Градашнице, са учешћем од 1,8% од укупне површине слива.

4.1.5.1. Анализа узорака земљишта са огледних поља

Земљиште на ОП1 је еутрични камбисол (гајњача), дубине 30 cm, које је по текстурном саставу песковита иловача, зрнасте структуре (*Табеле 4.10., 4.11. и 4.12.*). Добре је водопропустљивости и аерисано, киселе реакције $pH=4,3$, са садржајем хумуса од 2,71%. Садржај фосфора је мали, а нешто је већи садржај калијума. Структурни агрегати су стабилни, и земљиште је средње осетљиво на водну ерозију.

Земљиште на ОП2 је ранкер (сирозем, литосол на шкриљцима и гнајсу), дубине до 30 cm, које је по текстурном саставу иловача, грубо-зрнасте структуре. Умерене је водопропустљивости, киселе реакције $pH = 3,8$ са садржајем хумуса од 1,75%. Садржај фосфора је мали, а нешто је већи садржај калијума. Структурни агрегати су стабилни, али је земљиште веома осетљиво на водну ерозију.

Земљиште на ОП3 је такође ранкер (сирозем, литосол на шкриљцима и гнајсу), дубине до 30 cm, који је по текстурном саставу иловача, fine зрнасте и fine мрвичасте структуре. Умерене је водопропустљивости, киселе реакције $pH=5,1$, са садржајем хумуса од 2,31%. Садржај фосфора је мали, а нешто је већи садржај калијума. Структурни агрегати су врло стабилни, а земљиште средње осетљиво на водну ерозију.

Табела 4.10.: Резултати физичких карактеристика земљишта

Механички састав земљишта (mm)							
Параметар	Крупан песак >0,2	Ситан песак 0,2-0,02	Прах 0,02- 0,0002	Глина <0,002	Укупан песак >0,02	Прах Глина <0,02	Текст. класа
М. јединице	%	%	%	%	%	%	-
Метода	ZILUF-1						
Ознака пр.	Резултати испитивања						
Лукачева КП1	44,2	20,9	17,6	17,3	65,1	34,9	PI
Лукачева КП2	28,2	43,9	19,0	8,9	72,1	27,9	PI
Лукачева КП3	34,0	38,5	20,7	6,8	72,5	27,5	PI
Габ. КП4	21,2	25,3	18,3	35,2	46,5	53,5	GI
Габ. КП5	45,2	41,0	8,1	5,7	86,2	13,8	P
Габ. КП6	48,0	36,7	10,2	5,1	84,7	15,3	P
Град. КП7	24,9	21,5	18,8	34,8	46,4	53,6	GI
Град. КП8	7,0	36,2	32,2	24,6	43,2	56,8	I
Град. КП9	0,7	29,0	44,1	26,2	29,7	70,3	I
Лукачева ОП1	40,5	21,8	18,4	19,3	62,3	37,7	PI
Лукачева ОП2	19,5	40,0	26,6	13,9	59,5	40,5	I
Лукачева ОП3	28,3	46,5	18,0	7,2	74,8	25,2	IP
Габ. ОП4	12,1	28,6	24,3	35,0	40,7	59,3	GI
Габ. ОП5	14,1	45,5	21,7	18,7	59,6	40,4	PI
Габ. ОП6	18,2	53,1	14,9	13,8	71,3	28,7	PI
Град. ОП7	10,3	21,3	22,2	46,2	31,6	68,4	G
Град. ОП8	16,4	36,6	24,6	22,4	53,0	47,0	PGI
Град. ОП9	3,4	21,9	33,6	41,1	25,3	74,7	G

Земљиште на ОП4 је вертисол (смоница), дубине 30-50 cm, која је по текстурном саставу глиновита иловача, грубе зрнасте структуре. Водопропустљивост је умерено спора, реакција кисела рН=5,0, са садржајем хумуса од 3,45%. Садржај

фосфора је мали, док се калијум налази у опсегу од просечних до виших вредности. Структурни агрегати су стабилни, а земљиште је слабо осетљиво на водну ерозију.

Земљиште на ОП5 је еутрични камбисол (гајњача), дубине 30-40 cm, који је по текстурном саставу песковита иловача, зрнасте и средње мрвичасте структуре. Умерено је брзе водопропустљивости, киселе реакције $pH=4,2$, са садржајем хумуса од 1,87%. Садржај фосфора је мали, а нешто је већи садржај калијума. Структурни агрегати су врло стабилни, а земљиште је средње осетљиво на водну ерозију.

Земљиште на ОП6 је еутрични камбисол (гајњача), дубине 30-40 cm, који је по текстурном саставу песковита иловача, зрнасте структуре. Умерено је брзе водопропустљивости, киселе реакције $pH=4,95$, са садржајем хумуса од 4,13%. Садржај фосфора је мали до средњи, док је садржај калијума на нивоу просечних вредности. Структурни агрегати су врло стабилни, а земљиште је средње осетљиво на водну ерозију.

Земљиште на ОП7 је рендзина (сирозем, литосол на карбонатним супстратима), дубине 30 cm, која је по текстурном саставу глина, зрнасте и средње мрвичасте структуре. Веома је споре водопропустљивости, реакције неутрално/базне $pH=6,8$, са садржајем хумуса од 9,07%. Садржај фосфора и калијума превазилази просечне вредности. Структурни агрегати су врло стабилни, а земљиште је слабо осетљиво на водну ерозију.

Табела 4.11.: Резултати хемијских анализа земљишта

Хемијске особине земљишта									
Параметар	pH вредност		C *орг.	Садржај лако приступачног		Садржај CaCO ₃	Хидролитичка киселост	Сума база	СЕС*
	у 1М КСl	у H ₂ O		P ₂ O ₅	K ₂ O				
Мерна јединица	/		%	mg/100g	mg/100g	%	cmol/kg	cmol/kg	cmol/kg
Метода	SRPS ISO 10390: 2007		CNS-anal.	ZILUH-7	ZILUH-6	SRPS ISO 10693: 2005	ZILUH-8	ZILUH-9	По Bower-u
Ознака профила									
Лукачева КП1	5,6	6,3	0,74	4,28	7,8	0	3,95	14,22	
Лукачева КП2	4,0	4,5	0,76	0,22	9,75	0	10,6	0,98	
Лукачева КП3	4,1	4,5	0,80	1,22	8,20	0	9,55	0,46	
Габровачка КП4	5,05	5,65	1,81	1,54	22,65	0	8,5	25,06	
Габровачка КП5	4,0	5,6	0,74	6,68	5,84	0	7,75	32,70	
Габровачка КП6	5,8	6,9	0,59	2,99	4,28	0	2,15	16,42	
Градашничка КП7	7,2	7,6	5,12	0,73	19,22	2,21			18,0
Градашничка КП8	7,45	7,55	6,71	3,83	10,14	5,21			17,25
Градашничка КП9	7,60	8,4	4,74	1,25	8,97	4,31			12,87
Лукачева ОП1	4,3	5,4	2,71	3,65	15,23	0	16,95	11,14	
Лукачева ОП2	3,8	4,9	1,75	0,27	9,75	0	15,15	1,94	
Лукачева ОП3	5,1	5,8	2,31	0,73	12,88	0	7,6	6,58	
Габровачка ОП4	5,0	5,85	3,45	1,86	24,61	0	12,3	24,5	
Габровачка ОП5	4,2	5,4	1,87	3,66	14,45	0	13,95	12,14	
Габровачка ОП6	4,95	5,7	4,13	4,22	17,96	0	13,7	19,86	
Градашничка ОП7	6,80	7,6	9,07	25,13	>40	0,62			19,0
Градашничка ОП8	7,15	7,8	9,15	2,84	12,49	4,31			8,5
Градашничка ОП9	5,20	6,4	5,42	0,18	19,53	0	12,73	29,94	

Табела 4.12.: Стабилност структурних агрегата земљишта на ОП и КП

КОНТРОЛНА ПОЉА					ОГЛЕДНА ПОЉА				
профил	Fp (%)	Fnp (%)	Ss (%)	Степен стабилности	профил	Fp (%)	Fnp (%)	Ss (%)	Степен стабилности
КП1	17,3	1,5	91,3	Врло стабилни	ОП1	19,3	2,6	86,5	Стабилни
КП2	8,9	1,0	88,7	Стабилни	ОП2	13,9	2,4	82,7	Стабилни
КП3	6,8	5,0	26,4	Врло мало ст.	ОП3	7,2	0,4	94,4	Врло стабилни
КП4	35,2	6,0	82,9	Стабилни	ОП4	35,0	3,6	89,7	Стабилни
КП5	5,7	3,2	43,8	Мало стабилни	ОП5	18,7	1,8	90,3	Врло стабилни
КП6	5,1	2,1	58,8	Доста стабилни	ОП6	13,8	0,5	96,3	Врло стабилни
КП7	34,8	7,3	79,0	Стабилни	ОП7	46,2	3,9	91,5	Врло стабилни
КП8	24,6	1,9	92,2	Врло стабилни	ОП8	22,4	0,2	99,1	Врло стабилни
КП9	26,2	5,4	79,3	Стабилни	ОП9	41,1	7,9	80,7	Стабилни

Земљиште на ОП8 је рендзина (сирозем, литосол на карбонатним супстратима), дубине 30 см, која је по текстурном саставу прашкасто-глиновита иловача, зрнасте структуре. Слабе је водопропустљивости, реакције неутрално/базне рН=7,15 са садржајем хумуса од 9,15%. Садржај фосфора је мали, а нешто је већи садржај калијума. Структурни агрегати су врло стабилни, а земљиште је слабо осетљиво на водну ерозију.

Земљиште на ОП9 је еутрични камбисол (гајњача), дубине 30 см, које је по текстурном саставу глина, зрнасте структуре. Веома је мале водопропустљивости, киселе реакције рН=5,2 са садржајем хумуса од 5,42%. Садржај фосфора је мали, а нешто је већи садржај калијума. Структурни агрегати су стабилни, а земљиште је слабо осетљиво на водну ерозију.

4.1.5.1.1. Фактор еродибилности К

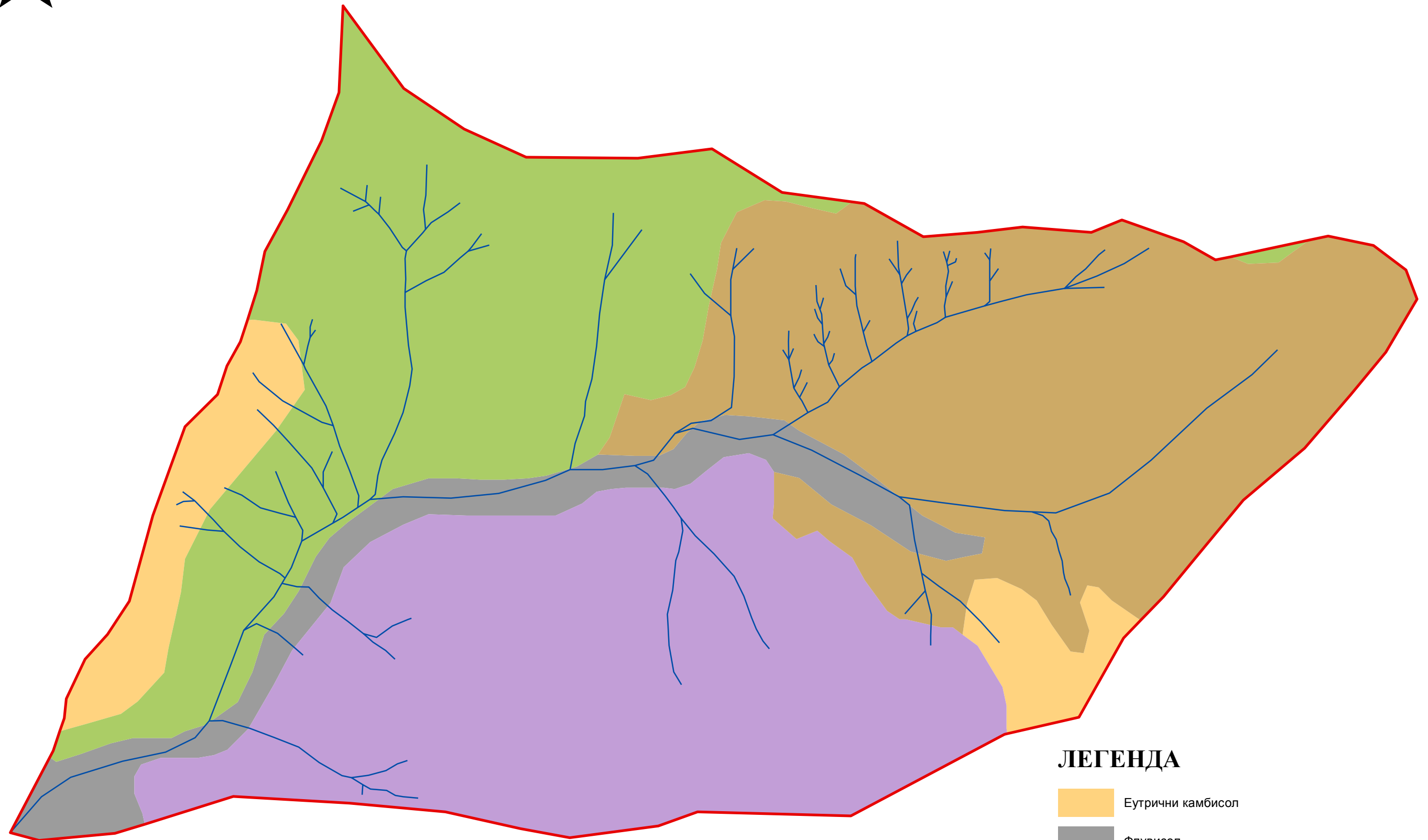
Табела 4.13.: Вредности фактора еродибилности (К) за земљишта на ОП и КП

Узорак	М	ОМ (%)	S (код)	P (код)	К		Група
						SI-јединице	
ОП1	5665,14	2,71	3	2	0,378091237	0,049794616	3
ОП2	5734,26	1,75	3	3	0,447079071	0,058880314	4
ОП3	5985,60	2,31	2	2	0,386572017	0,050911535	3
ОП4	3438,50	3,45	4	4	0,283039464	0,037276297	2
ОП5	5463,36	1,87	3	2	0,39523315	0,052052206	3
ОП6	5861,60	4,13	3	2	0,333886713	0,04397288	3
ОП7	2340,30	9,07	3	6	0,150163498	0,019776533	1
ОП8	4749,12	9,15	3	5	0,175482911	0,023111099	1
ОП9	3268,95	5,42	3	6	0,247739587	0,032627304	2
КП1	3183,95	0,74	3	2	0,240383756	0,031658541	2
КП2	5730,19	0,76	3	2	0,46175351	0,060812937	4
КП3	5517,44	0,80	3	2	0,441029049	0,058083526	4
КП4	2825,28	1,81	4	4	0,273909254	0,036073849	2
КП5	4630,13	0,74	1	1	0,274389619	0,036137113	3
КП6	4450,81	0,59	1	1	0,263220762	0,034666174	2
КП7	2627,56	5,12	4	4	0,204313559	0,026908096	3
КП8	5157,36	6,71	3	3	0,222101713	0,029250796	2
КП9	4619,88	4,74	3	3	0,262027596	0,034509034	2






ПРИЛОГ 4.16.

Педолошка карта слива Лукачеве Долине

ПЕДОЛОШКА КАРТА СЛИВА ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ



ЛЕГЕНДА

-  Еутрични камбисол
-  Флувисол
-  Ранкер, сирозем, литосол на андезиту, дациту, туфу
-  Ранкер, сирозем, литосол на пешчару, флишу, рожнацима
-  Ранкер, сирозем, литосол на шкриљцима, гнајсу

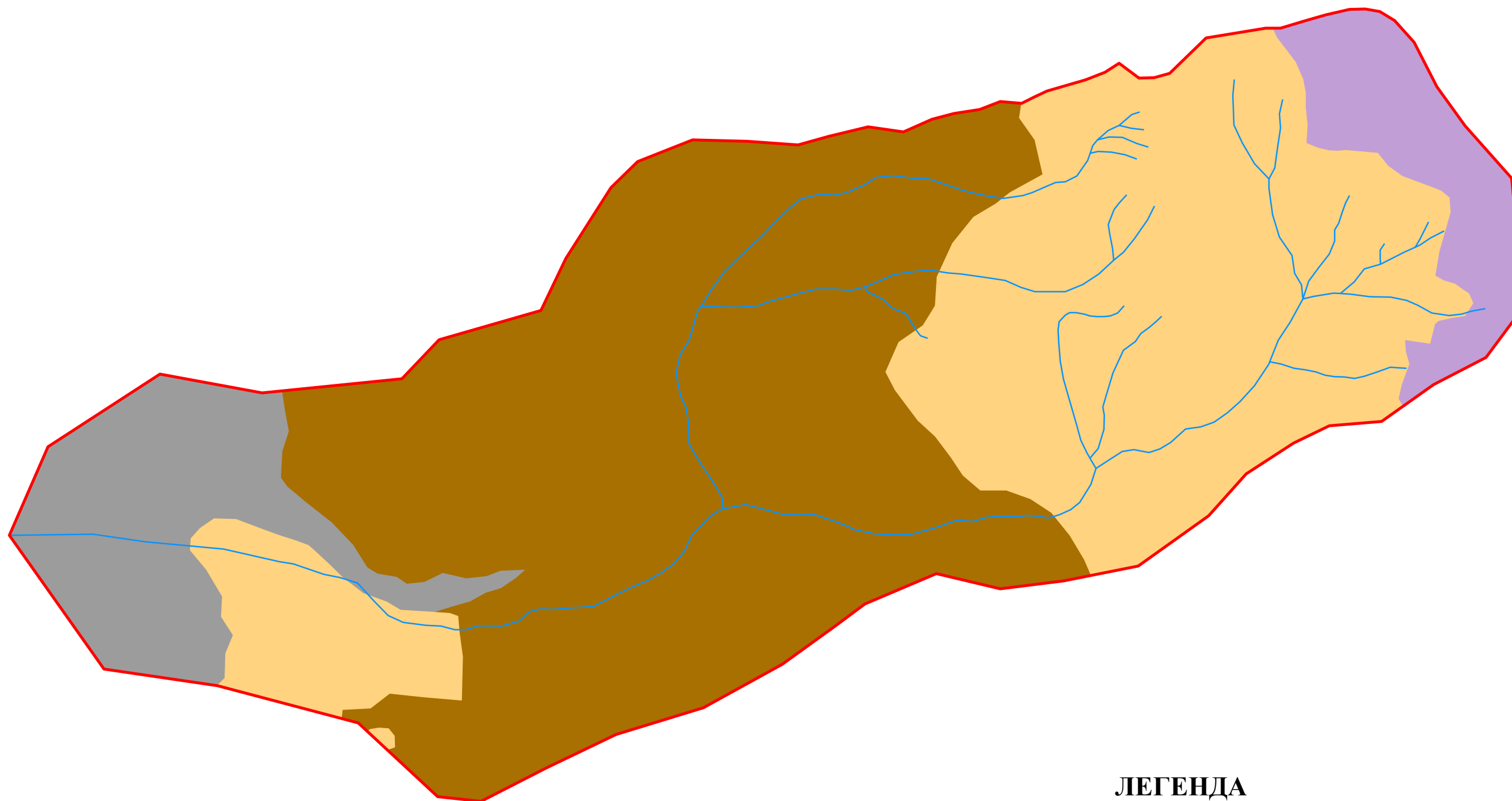
0 0.5 1 КМ

ПРИЛОГ 4.17.





Педолошка карта слива Габровачке реке

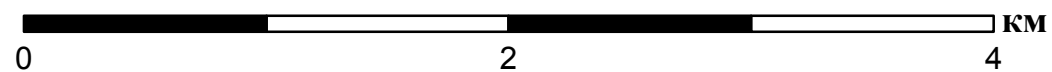


ПЕДОЛОШКА КАРТА СЛИВА ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ



ЛЕГЕНДА

-  Флувисол
-  Вертисол
-  Еутрични камбисол
-  Ранкер, сирозем, литосол на шкриљцима и гнајсу



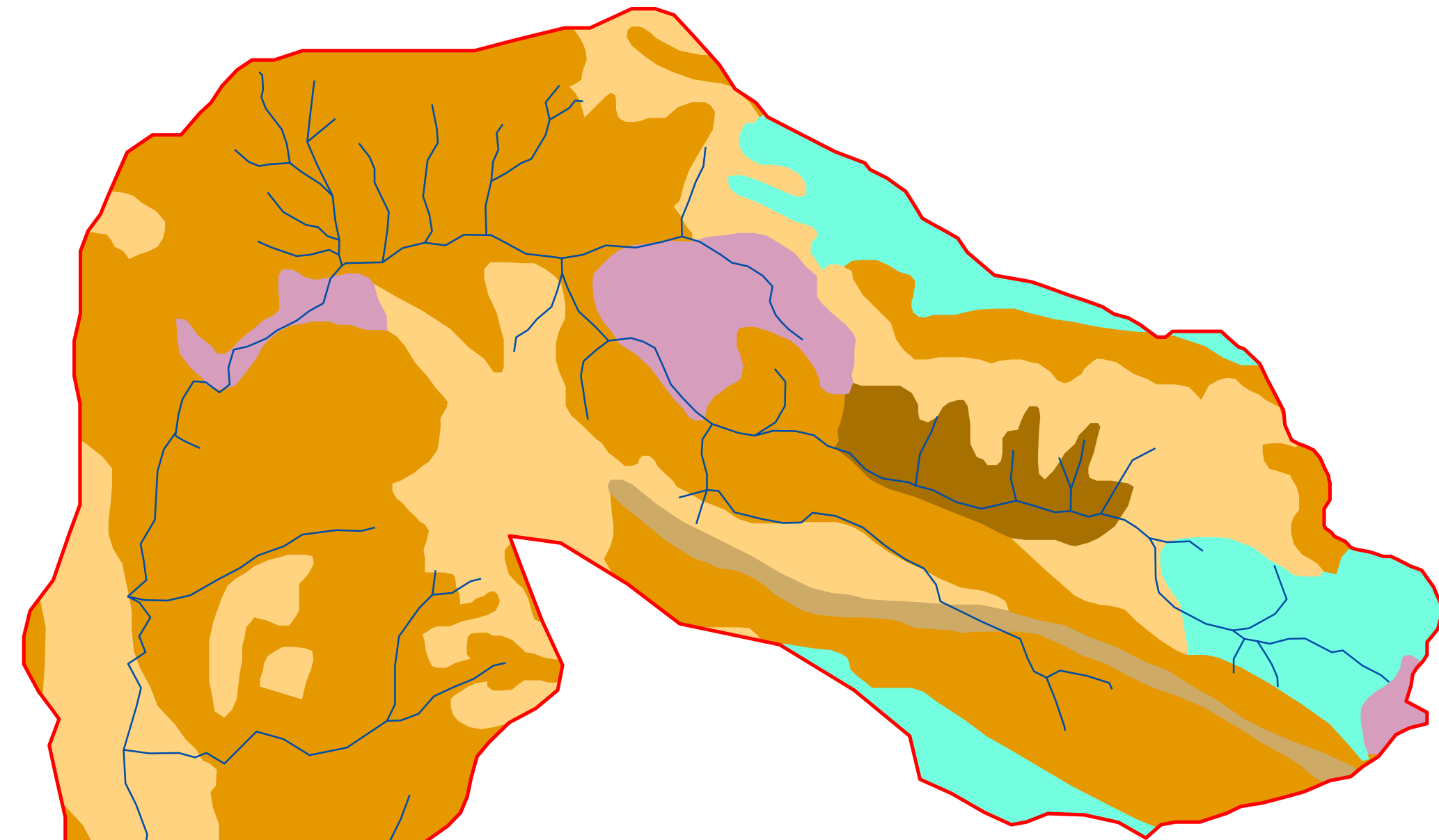
ПРИЛОГ 4.18.

Педолошка карта слива Градашничке реке

N



ПЕДОЛОШКА КАРТА СЛИВА ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ



ЛЕГЕНДА

- Флувисол
- Вертисол
- Колувијум
- Еутрични камбисол
- Калкомеланосол, сирозем, литосол на кречњаку
- Ранкер, сирозем, литосол на пешчару, флишу и рожнацима
- Рендзина, сирозем, литосол на карбонатним супстратима

0 2 4 KM

4.2. Огледна поља на подручју истраживања

Огледно поље 1 (ОП1), постављено је на сливу Лукачеве Долине, у месту Горњи Орах, на десној долинској страни, на прелазу између Пра Долине и Јовшиног Дола. Овај простор је, пре извођења противерозионих радова, био голет са јако израженим површинским спирањем и браздама услед деловања две изразите бујице. Простор је третиран пошумљавањем садницама црног бора, уз изградњу тераса (слика 4.4.).



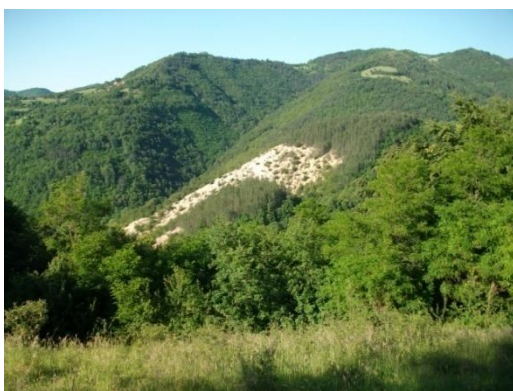
Слика 4.4.: ОП1 - Лукачева Долина (фотографија: Ј. Радоњић)

Снегоизвале су довеле до пада појединачних стабала, и последичног отварања склопа и формирања средњег и приземног спрата вегетације. У средњем спрату, као подврсте срећу се багрем, цер, граб, трешња и глог.

Огледно поље 2 (ОП2), постављено је на сливу Лукачеве Долине, у месту Горњи Орах, на средишњем делу слива, на падини која гравитира Дренској Долини. Овај простор је као и код ОП1, био голет са јако израженим површинским спирањем и браздама. Простор је третиран пошумљавањем садницама црног бора (слика 4.5.), уз изградњу тераса. ОП2 је монокултура црног бора. Услед пуног склопа борове састојине, у приземном и средњем слоју скоро да нема вегетације.

Табела 4.14.: Локације огледних поља

Редни број	Ознака поља	Слив	Место	Координате	
				х	у
1.	ОП1	Лукачева Долина	Горњи Орах	7607533	4759943
2.	ОП2	Лукачева Долина	Горњи Орах	7608839	4759484
3.	ОП3	Лукачева Долина	Горњи Орах	7608256	4759635
4.	ОП4	Габровачка река	Габровац	7575301	4793024
5.	ОП5	Габровачка река	Бербатово	7576808	4789907
6.	ОП6	Габровачка река	Бербатово	7577486	4790830
7.	ОП7	Градашничка река	Градашница	7629862	4785708
8.	ОП8	Градашничка река	Добри До	7631800	4786942
9.	ОП9	Градашничка река	Добри До	7632960	4786593

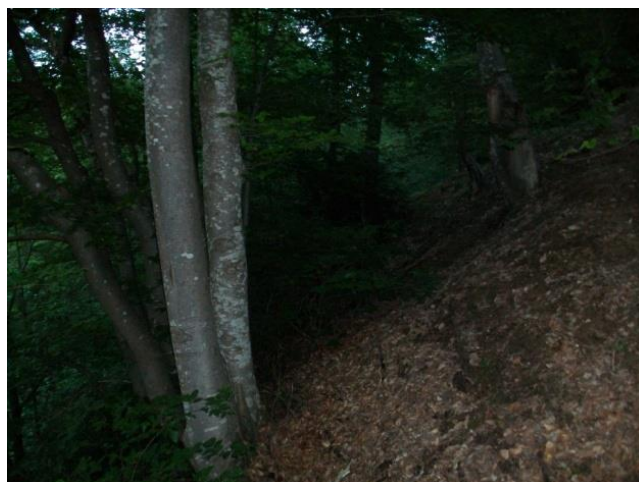


Слика 4.5.: ОП2 - Лукачева Долина (фотографија: Ј. Радоњић)

Огледно поље 3 (ОП3), постављено је на сливу Лукачеве Долине, у месту Горњи Орах, у махали Лукачево, на левој долинској страни. Простор је третиран израдом контурних бразди, са интензивним засадом букве (*слика 4.6*). Под пуним склопом букове шуме, осим приземног слоја са маховинама, друге вегетације скоро да нема.

Огледно поље 4 (ОП4) постављено је на сливу Габровачке реке, у Габровцу, на левој долиској страни слива, у правцу састава левог изворишног крака Габровачке реке и Вукмановске реке. Простор је третиран пошумљавањем храстом (*слика 4.7. - лево*), на месту некадашњег руча и места сталног осипања наноса, У састојини

доброг склопа, средњи спрат вегетације није формиран. У приземном делу појединачно се јавља кукурек. По ободу шуме јављају се жбунасте формације дивље руже и јоргована.



Слика 4.6.: ОПЗ – Лукачева Долина (фотографија: Ј. Радоњић)

Табела 4.15.: Орографске карактеристике састојина на огледним пољима

Ознака поља	Орографске карактеристике			Старост (год)	Примењена техника АЕ радова
	Нагиб	Експозиција	Надморска висина		
ОП1	45,61	јужна	546	50	Пошумљавање на градоне
ОП2	20,43	западна	604	45	Пошумљавање на терасама
ОП3	65,1	северозападна	454	60	Пошумљавање на контурним браздама
ОП4	16,29	југоисточна	355	50	Пошумљавање на терасама
ОП5	67,96	јужна	571	50	Пошумљавање на терасама
ОП6	18,48	западна	552	50	Пошумљавање на терасама
ОП7	18,07	јужна	653	50	Пошумљавање у контурним рововима
ОП8	42,84	југозападна	627	60	Пошумљавање у контурним рововима
ОП9	37,5	северна	683	60	Пошумљавање на градоне



Слика 4.7.: ОП4 - Габровачка река (лево) и ОП5 - Габровачка река (десно)
(фотографија: Ј. Радоњић)



Слика 4.8.: ОП6–Габровачка река (лево) и ОП9–Градашничка река (десно)
(фотографија: Ј. Радоњић)

Огледно поље 5 (ОП5) постављено је на сливу Габровачке реке, у Бербатову, на десној долинској страни, која гравитира левом краку Габровачке реке. Простор је третиран пошумљавањем грабом (слика 4.7. - десно), на терасама. Ова површина била је једна од најугроженијих процесима спирања и формирања јаруга. Место испресецано бројним колским путевима и напуштеним правцима, на којем се по ободу грабове шуме, на простору без вегетације и данас могу видети последице ерозије. Састојина је са формираним склопом, тако да вегетације у средњем спрату нема. У приземном делу, местимично се јавља кукурек. Обод шуме је са веома плитким земљиштем, и малим ровацима у којима се, од приземне вегетације, највише јавља вунасти напрстак (слика 4.9. - лево).



Слика 4.9.: *Digitalis lanata* (вунасти напрстак - лево) и *Arum maculatum* (козлац – десно) на сливу Габровачке реке (фотографија: Ј. Радоњић)

Огледно поље 6 (ОП6) постављено је на сливу Габровачке реке, у Бербатову, на десној долинској страни, која гравитира изворишном краку Габровачке реке. Простор је третиран пошумљавањем црним бором и багремом на терасама (слика 4.8. - лево). Такође, то је једна од најугроженијих површина, која се користила за пољопривредну производњу, испресецана напуштеним путним правцима. Средњи приземни спрат обрастао је вегетацијом, од које су најзаступљенији изданци багрема. Од жбунастих врста јављају се доминантно купина и дивља ружа, Приземни слој обрастао је дивљом јагодом, детелинама и *Poa sp.*

Огледно поље 7 (ОП7) постављено је на сливу Градашничке реке, на самом прелазу из Нишора ка Градашници, на десној долињској страни Градашничке клисуре. Простор је третиран пошумљавањем црним бором. Шума је доброг склопа, у којој нема приземне вегетације нити средњег спрата. Ово је простор који је некада био изложен јаком површинском спирању, са појавом бразда и јаруга.

Огледно поље 8 (ОП8) постављено је на сливу Градашничке реке, у Добром Долу, на десној долињској страни, изнад пута у правцу Нишор-Добри До. Простор је третиран пошумљавањем на градоне црним бором. Шума је доброг склопа, без приземне вегетације и средњег спрата. Ово је простор који је некада био изложен јаком површинском спирању. Веома стрме падине су пошумљене црним бором и буквом. Буква није показала прилагодљивост локалним условима, тако да на овој површини доминира црни бор.

Огледно поље 9 (ОП9) постављено је на сливу Градашничке реке, на левој долињској страни, супротно од села Добри До. Простор је третиран пошумљавањем црним бором (*слика 4.8. - десно*) на месту некадашњих путева и напуштених праваца између ливада, које су се користиле за испашу. У састојини црног бора, чији је склоп местимично прекинут, јавља се веома бујни средњи спрат вегетације. По ободу шуме јавља се подмладак црног бора на рачун стабилних ливада. Изданци су од 2-5 година старости.

Табела 4.16.: Флористички састав огледних поља

Врста		Огледно поље								
Латински назив	Домаћи назив	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Спрат дрвећа										
<i>Pinus nigra</i>	Црни бор	+	+				+	+	+	+
<i>Fagus sylvatica</i>	Буква			+						
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Багрем	+					+			+
<i>Prunus avium</i>	Трешња	+								
<i>Carpinus orientalis</i>	Граб	+				+				
<i>Quercus pubescens</i>	Сладун	+			+					
Спрат жбуња										
<i>Quercus petraea</i>	Китњак	+								
<i>Betula pendula</i>	Бреза				+					
<i>Crataegus monogyna</i>	Бели глог	+	+							+
<i>Rubus hirtus</i>	Оштродлакава купина	+							+	+
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Багрем	+								+
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Гледичија					+				
<i>Rosa arvensis</i>	Пољска ружа	+								
<i>Viburnum lantana</i>	Удика				+					
Спрат зељастих биљака										
<i>Achillea millefolium</i>	Хајдучка трава	+			+					
<i>Bifora radians</i>	Козлац				+					
<i>Fragaria vesca</i>	Дивља јагода	+		+	+					+
<i>Plantago lanceolata</i>	Боквица	+								
<i>Plantago major</i>	Боквица женка					+				
<i>Clinopodium vulgare</i>	Талац				+					
<i>Galium verum</i>	Броћика				+					
<i>Digitalis purpurea</i>	Буника	+								
<i>Phlox paniculata</i>	Високи флокс									+
<i>Galium silvaticum</i>	Шумска броћика	+						+		
<i>Poa sp,</i>	Траве	+		+	+	+	+			+
<i>Lolium perenne</i>	Обични љуљ				+					
<i>Bellis perennis</i>	Красуљак	+								+
<i>Helleborus odorus</i>	Кукурек	+			+					
<i>Cornus sanguinea</i>	Пасдрен					+				
<i>Pteridium aquilinum</i>	Обична папрат			+						
<i>Trifolium sp,</i>	Детелине	+				+				
<i>Vicia villosa</i>	Маљава граорица	+			+					
<i>Medicago sp,</i>	Зечија стопа	+			+					
<i>Primula veris</i>	Јаглика					+				
<i>Trigonella esculenta</i>	Пискавица	+								

<i>Cardamine pentaphylla</i>	Брадавичак					+				
<i>Asperula odorata</i>	Лазаркиња	+					+			+
<i>Urtica dioica</i>	Коприва	+			+					+
<i>Anacyclus clavatu</i>	Камилица				+					
<i>Viola calcarata</i>	Вулфенова љубичица					+				
<i>Erigeron annuus</i>	Красолика				+					
<i>Bromus sp,</i>	Овсик	+					+			+
<i>Mentha piperita</i>	Нана				+					
<i>Luzula sp,</i>	Бекица	+					+			+
<i>Taraxacum officinale</i>	Маслачак				+					
<i>Hordeum murinum</i>	Попино прасе				+					
<i>Digitalis lanata</i>	Бунасти напрстак					+				
<i>Lamium sp,</i>	Мртва коприва					+				

Табела 4.17.: Пречници стабала на огледним пољима

Број стабла	Пречник (cm)								
	ОП1	ОП2	ОП3	ОП4	ОП5	ОП6	ОП7	ОП8	ОП9
	Врста								
	Ц. бор	Ц. бор	Буква	Храст	Граб	Ц. бор Багрем	Ц. бор	Ц. бор	Ц. бор
1	25,48	20,70	19,27	40,45	12,42	33,76	25,16	32,48	41,40
2	17,52	19,43	29,30	27,71	11,46	41,08	23,89	34,71	38,54
3	26,11	21,34	27,71	26,11	15,29	26,43	24,52	36,31	36,94
4	21,02	14,33	25,80	24,04	11,46	33,44	27,07	28,03	35,67
5	11,46	14,97	28,98	27,07	12,74	27,07	21,97	22,93	40,45
6	26,43	15,92	22,29	29,71	13,69	26,11	21,66	27,39	41,08
7	16,24	20,38	28,34	18,79	13,38	22,29	28,34	27,39	29,30
8	21,02	15,92	25,16	18,79	16,24	21,97	20,06	30,89	36,31
9	18,47	16,24	28,03	16,88	11,78	30,57	19,11	22,29	41,08
10	21,02	15,29	20,06	18,47	12,10	31,85	19,75	24,20	38,54
11	21,97	20,06	18,15	16,56	13,69	26,43	26,11	23,57	26,75
12	15,92	11,78	25,48	25,48	16,56	28,66	22,61	29,30	35,67
13	25,16	16,24	23,57	33,12	17,20	30,89	23,25	20,70	23,89
14	24,20	23,25	21,97	19,75	13,69	34,08	21,34	23,25	36,31
15	24,84	17,52	18,79	23,57	14,65	22,29	21,02	20,70	28,98
16	24,52	14,65	34,39	20,38	11,15	35,03	26,75	19,11	37,26
17	27,71	20,38	17,52	25,80	9,87	36,62	20,06	24,52	33,44
18	26,11	14,97	25,16	23,25	13,38	38,22	27,71	22,93	50,96
19	23,89	17,83	19,43	23,57	12,42	28,34	27,07	25,16	36,94
20	25,80	21,34	17,20	17,52	11,15	39,17	20,06	25,80	35,35
21	19,43	17,83	19,11	19,11	22,29	21,97	18,79	21,97	27,07
22	27,39	6,69	24,52	21,66	14,33	26,75	20,70	20,06	26,75
23	13,69	18,47	24,20	22,61	14,65	33,76	24,20	36,94	36,62
24	14,01	19,43	15,61	16,88	15,92	13,38	19,75	23,57	30,25
25	20,06	14,97	27,39	25,80	9,55	14,65	25,16	24,20	38,85
26	20,38	16,88	23,25	24,84	14,33	16,88	17,83	36,62	28,66
27	23,89	18,15	23,57	19,75	13,38	15,61	20,70	30,25	29,30
28	23,89	14,97	22,93	21,34	0,96	24,52	26,43	30,25	25,48
29	27,71	13,69	26,11	17,83	2,55	20,70	25,16	25,48	24,84
30	17,20	19,27	15,92	25,80	12,42	22,29	21,02	41,40	21,66

4.3. Социо-демографске карактеристике

Анализом података о броју становника по општинама, на основу пописа из 1948, 1953, 1961, 1971, 1981, 1991, 2002 и 2011. године (РЗС-Књиге пописа, 1948-2011), уочава се значајно смањење на територији јабланичке области којој припада општина Власотинце и пиротске области којој припадају општине Бабушница и град Пирот. Једино је на територији града Ниша, у градској општини Палилула уочен благи пораст броја становника (Табела 4.18.).

Анализирајући податке о становништву према старосној структури, на основу пописа из 2011. године (Табела 4.19.), установљено је да на територији општине Бабушница доминира популација старија од 49 година. На територији општине Палилула и града Пирота, такође доминира популација старија од 49 година, али је близак број становника старости од 20 до 49 година. Једино на територији општине Власотинце доминира становништво узраста од 20 до 49 година живота и малолетна лица.

Табела 4.18.: Упоредни преглед броја становника 1948, 1953, 1961, 1971, 1981, 1991, 2002 и 2011. (РЗС-Књиге пописа, 1948-2011)

Регион Област Град	Број становника							
	1948	1953	1961	1971	1981	1991	2002	2011
Регион Јужне и Источне Србије								
Јабланичка област								
Власотинце	33.845	35.224	35.625	36.002	35.863	34.302	33.312	29.893
Нишавска област								
Палилула	26.969	30.517	37.876	52.277	64.465	71.035	72.165	73.801
Пиротска област								
Бабушница	37.532	37.312	34.316	29.033	23.872	19.333	15.734	12.307
Пирот	70.049	69.210	68.073	69.285	69.653	67.658	63.791	57.928

Табела 4.19.: Становништво према старосној структури,
по општинама, у 2011. години (РЗС-Књиге пописа, 2011)

Регион Област Град	Сума	Старост									
		0 до 4	5 до 9	10 до 14	15 до 19	20 до 24	25 до 29	30 до 34	35 до 39	40 до 44	45 до 49
Регион Јужне и Источне Србије											
<i>Јабланичка област</i>											
Власотинце	29.893	1.201	1.504	1.582	1.841	1.853	1.849	1.878	2.019	1.986	2.093
<i>Нишавска област</i>											
Палилула	73.801	3.518	3.704	3.651	4.395	4.811	5.229	5.467	5.367	5.149	5.244
<i>Пиротска област</i>											
Бабушница	12.307	362	410	444	536	605	614	613	687	625	767
Пирот	57.928	2.191	2.415	2.661	3.158	3.420	3.527	3.462	3.744	3.898	4.104

На подручју истраживања дошло је до значајног смањења броја пољопривредног становништва у укупном и активном становништву, и повећања броја становника који свој приход стичу из непољопривредних извора (РЗС-Књиге пописа, 2011).

На сливном подручју Лукачеве Долине, према попису из 2011. године (Табела 4.20.), евидентирано је свега 165 домаћинстава, са укупно 384 становника, а пољопривредом се, као примарном делатношћу, активно бави свега 86 становника. Број домаћинстава по насељима износи: Горњи Орах-93; Пржојна-13; Алексине-19; Врело-40.

На сливном подручју Габровачке реке, према попису из 2011. године, евидентирано је 651 домаћинство, са укупно 1.904 становника, а пољопривредом се, као примарном делатношћу, активно бави свега 34 становника. Број домаћинстава по насељима износи: Бербатово-128; Вукманово-124; Габровац-399.

На сливном подручју Градашничке реке, према попису из 2011. године, евидентирано је 205 домаћинстава, са укупно 510 становника, а пољопривредом

се, као примарном делатношћу, активно бави свега 18 становника. Број домаћинстава по насељима износи: Добри До-34; Нишор-46; Градашница 125.

Кретање становништва у оквиру подручја истраживања одвијало се на следећи начин:

- Слив Лукачеве Долине: насеља Алексине, Горњи Орах и Пржојне имала су благи раст броја становника, скоро константан у периоду до средине 60-их година XX века, а затим почиње значајно опадање, које траје до данас. Село Врело имало је сталан раст броја становника у последњих 70 година. Данас, посматрано према броју становника из 1948. године, на територији целог слива, број становника смањен је за око 75%.
- Слив Габровачке реке: насеља Габровац и Бербатово имала су благ раст броја становника, до средине 60-их година XX века, а затим почиње значајно опадање, које траје до данас. Село Вукманово имало је континуирано смањење броја становника. Број становника на територији целог слива, смањен је за око 30%, у поређењу са бројем становника из 1948. године.
- Слив Градашничке реке: насеље Градашница имало је благ раст броја становника, до средине 60-их година XX века, а затим почиње опадање, које траје до данас. Села Добри До и Нишор имала су сталан пад броја становника у последњих 70 година. Број становника на територији целог слива, смањен је за око 80%, у поређењу са бројем становника из 1948. године

Табела 4.20.: Домаћинства према броју чланова, по насељима у 2011. години
(РЗС-Књиге пописа, 2011)

Регион Област Град-општина Насеље	Сума	са 1 чланом	са 2 члана	са 3 члана	са 4 члана	са 5 чланова	са 6 и више чланова	Просечан број чланова
<i>Регион Јужне и Источне Србије - Јабланичка област - Власотинце</i>								
Алексине	19	9	8	-	-	1	1	1,89
Горњи Орах	93	29	25	16	10	8	5	2,60
Пржојне	13	4	6	1	2	-	-	2,08
<i>Нишавска област – Палилула</i>								
Бербатово	128	41	34	26	10	7	10	2,55
Вукманово	124	22	42	23	25	7	5	2,74
Габровац	399	65	102	86	67	43	36	3,10
<i>Пиротска област – Бабушница</i>								
Врело	40	14	19	4	1	2	-	1,95
<i>Пиротска област – Пирот</i>								
Градашница	125	35	35	11	19	11	14	2,90
Добри До	34	15	16	2	1	-	-	1,68
Нишор	46	15	22	6	3	-	-	1,93

4.4. Начин коришћења простора

Начин коришћења простора на сливној површини од изузетног је значаја за процесе ерозије и површинског отицаја са слива, јер директно утиче на степен деградације земљишта, пронос наноса кроз хидрографску мрежу и хидролошки комплекс земљиште-земљишни покривач. Начин коришћења земљишта, његове карактеристике, геолошка подлога, распоред, врста и квалитет биљног покривача чине хидролошки комплекс земљиште-земљишни покривач.

4.4.1. Начин коришћења простора на сливу Лукачеве Долине

Реконструкцијом структуре површина на сливу из 1955. године, на основу техничке документације (Секретаријат за шумарство и вододпривреду, 1955), пре извођења радова на противерозионом уређењу (*Табела 4.21., Прилог 4.19.*), издвојено је шест целина: шуме, деградиране шуме, пашњаци, воћњаци, оранице и голети. Насеља нису посебно назначена јер је био заступљен разбијени тип насеља, тј. местимично распоређена појединачна домаћинства или групе од по неколико домаћинстава са окућницама и економским објектима (штале и плевње).

Пре извођења радова на противерозионом уређењу, највећи део слива Лукачеве Долине заузимало је шумско земљиште са око 31% површине, од чега је под шумама доброг склопа било свега 4,42%, деградираним шумама 26,78%, док су комплексне пољопривредне структуре заузимале 36,12% од укупне површине слива (доминирале су парцеле под једногодишњим и двогодишњим културама, затим мањи засади воћа и виногради, док су границе парцела чинили редови жбунастих врста, а местимично су се налазиле и мање групе стабала шумских врста). Голети су се простирале на чак 25,55% од укупне површине слива, воћњаци на 5,56%, док је само једна површина издвојена као добро очувани пашњак (1,47% од укупне површине слива).

Реконструкцијом структуре површина на сливу из 1970. године (*Прилог 4.20.*), на основу геодетских и аеро-фото снимака (РГЗ – Служба за катастар непокретности Власотинце), а око 15 година после извођења противерозионих радова, издвојено је осам различитих површина на сливу Лукачеве Долине: шуме, деградиране шуме, пашњаци, деградирани пашњаци, воћњаци, оранице, голети и насеља.

Седамдесетих година XX века, начин коришћења земљишта је значајно промењен, тако да су доминирале шуме доброг склопа (51,47% од укупне површине слива), док су деградиране шуме сведене на мање од 1%. Такође, дошло је до пораста површина под стабилним пашњацима (17,89%), док су деградирани пашњаци заузели простор некадашњих голети (12,25%). Смањен је удео ораница (11,76%) и воћњака (3,92%) у корист пашњака и ливада доброг склопа. Површина под голетима је сведена на минимум, и износила је свега 0,49%. Са порастом броја становника, повећан је и број домаћинстава и формирана су насеља која су у том периоду заузимала око 1,47% од укупне површине слива.

Анализом структуре површина на сливу из 2016. године (*Прилог 4.21.*), на основу јавно доступних сателитских снимака и теренских истраживања, утврђен је актуелан начин коришћења земљишта, и издвојено је седам различитих површина: шуме, деградиране шуме, пашњаци, деградирани пашњаци, оранице, голети и насеља.

Шумско земљиште и шуме доброг склопа (77,51%) и данас доминирају на сливу Лукачеве Долине. Удео деградираних шума нешто је повећан у односу на стање 70-их година XX века (услед бесправних сеча) и износи 1,47% од укупне површине слива. Удео пашњака (14,67%), ораница (3,42%) и воћњака смањен је у корист шума и шумског земљишта. Воћњаци су заступљени као местимично распоређене групе стабала, и нису посебно издвајани. Учешће површина под насељима повећало се на 1,71% од укупне површине слива.

Табела 4.21.: Упоредни приказ начина коришћења простора у три временска пресека на сливу Лукачеве Долине

НАЧИН КОРИШЋЕЊА ПРОСТОРА		1955.		1970.		2016.	
		Површина		Површина		Површина	
		km	%	km	%	km	%
1	Шума	0,18	4,42	2,10	51,47	3,17	77,51
2	Деградирана шума	1,09	26,78	0,03	0,74	0,06	1,47
3	Пашњак	0,06	1,47	0,73	17,89	0,60	14,67
4	Деградирани пашњак	/	/	0,50	12,25	0,02	0,49
5	Оранице	1,47	36,12	0,48	11,76	0,14	3,42
6	Воћњак	0,23	5,65	0,16	3,92	/	/
7	Голет	1,04	25,55	0,02	0,49	0,03	0,73
8	Насеља	/	/	0,06	1,47	0,07	1,71
CORINE Land Cover		Површина					
		km			%		
1	Комплекс агрошумских простора	0,346			8,48		
2	Агрошумски простор	1,106			27,10		
3	Листопадне шуме	2,066			50,62		
4	Мешовите шуме	0,563			13,80		

4.4.2. Начин коришћења простора на сливу Габровачке реке

Реконструкцијом структуре површина на сливу из 1955. године, на основу техничке документације (Институт за шумарство, 1957), пре извођења радова на противерозионом уређењу (Табела 4.22., Прилог 4.22.), издвојено је шест целина: шуме, пашњаци, оранице, воћњаци, голети и насеља.

Пре извођења радова, на противерозионом уређењу слива Габровачке реке, доминирале су оранице са 35,24%, затим шумско земљиште 32,58% и пашњаци са 25% од укупне површине слива. Ове површине су скоро хомогене и распоређене су тако да се шуме доброг склопа простиру на горњем (изворишном) делу слива, док средишњи део слива заузима пољопривредно земљиште (наизменични једногодишњи и двогодишњи засади, са појединачним жбунастим или шумским врстама), док доњи део слива заузимају пашњаци и ливаде. Воћњаци су

заступљени са свега 3,47% од укупне површине слива и налазе се између ораничних површина. Насеља заузимају 2,08% од укупне површине слива, окружена су површинама на којима се одвија интензивна ратарска производња, док се голети простиру на 1,63% од укупне површине слива.

Реконструкцијом структуре површина на сливу из 1970. године (*Прилог 4.23.*), на основу техничке документације (ВО „Ерозија“ Ниш, 1972) после делимичног извођења радова на противерозионом уређењу слива (Институт за шумарство, 1957), издвојено је седам целина: шуме, пашњаци, оранице, воћњаци, пољопривредно земљиште, голети и насеља.

На сливу Габровачке реке 70-их година XX века доминирале су оранице на 41,07% од укупне површине слива (које су проширене на рачун пашњачких и ливадских површина), као и шумско земљиште са 28,08%. Значајно се повећао удео под насељима (7,44%) и воћњацима (5,60%), док је удео под голетима значајно смањен (0,39%), као и удео под пашњацима (10,15% од укупне површине слива). Као посебна површина, издвојено је пољопривредно земљиште, као комплексна структура са наизмеичном сменом воћњака, винограда, једногодишњих и вишегодишњих засада. Ове површине су формиране на рачун некадашњих пашњака и заузимале су 2,44% од укупне површине слива.

Анализом структуре површина на сливу из 2016. године, на основу јавно доступних сателитских снимака и теренских истраживања (*Прилог 4.24.*), утврђен је актуелан начин коришћења земљишта, и издвојено је шест различитих површина: шуме, деградиране шуме, пашњаци, деградирани пашњаци, оранице и насеља.

Данас, на сливу Габровачке реке доминирају шуме доброг склопа на 42,36% од укупне површине слива и оранице са 27,46%. Пољопривредно земљиште је местимично испресецано пашњацима који заузимају свега 4,83%, и воћњацима на

6,10% од укупне површине слива. У групу воћњака смештене су и површине под виноградима који представљају значајно виноградарско добро нишког краја. Деградирани пашњаци се простиру на 1,24% од укупне површине слива, на некадашњим ливадама и пашњацима, док се данас делимично користе као позајмишта и депоније, у контексту урбанизације подручја. Учешће површина под насељима је значајно увећано на 18,01% од укупне површине слива.

Табела 4.22.: Упоредни приказ начина коришћења простора у три временска пресека на сливу Габровачке реке

ГАБРОВАЧКА РЕКА							
НАЧИН КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА		1955.		1970.		2016.	
		Површина		Површина		Површина	
		km	%	km	%	km	%
1	Шума	10,79	32,58	9,43	28,08	14,02	42,36
2	Пашњак	8,28	25,00	3,41	10,15	1,60	4,83
3	Деградирани пашњак	/	/	/	/	0,41	1,24
4	Оранице	11,67	35,24	13,79	41,07	9,09	27,46
5	Воћњак	1,15	3,47	1,88	5,60	2,02	6,10
6	Пољопривредно	/	/	2,44	7,27	/	/
7	Голет	0,54	1,63	0,13	0,39	/	/
8	Насеља	0,69	2,08	2,50	7,44	5,96	18,01
CORINE Land Cover		Површина					
		km			%		
1	Градска насеља	0,45			1,36		
2	Рурална насеља	4,13			12,51		
3	Индус. и комерцијални елементи	0,22			0,37		
4	Експлоатационе области	0,37			1,12		
5	Виногради	0,279			0,84		
6	Комплекс аграрних простора	8,98			27,19		
7	Агрошумски простор	6,1			18,47		
8	Листопадне шуме	12,57			38,06		
9	Водене површине	0,0095			0,03		
10	Спортско-рекреативни објекти	0,016			0,05		

4.4.3. Начин коришћење простора на сливу Градашничке реке

Реконструкцијом структуре површина на сливу из 1955. године, на основу техничке документације (Управа за шумарство НОС, 1956), пре извођења радова

на противерозионом уређењу (Табела 4.23., Прилог 4.25.), издвојено је седам целина: шуме, деградиране шуме, пашњаци, деградирани пашњаци, оранице, пољопривредно земљиште и голети.

Пре извођења радова на противерозионом уређењу, на сливу Градашничке реке, доминирале су површине под шумама са 46,04% од укупне површине слива, од чега је под шумама доброг склопа било 35,24%, а под деградираним шумама 10,80%. Пашњаци су заузимали око 19,23% површине, од чега стабилни пашњаци 10,66% а деградирани пашњаци 8,57%. Пољопривредна активност одвијала се на простору од око 17,98% од укупне површине слива, док су чисте оранице заузимале 6,21%. Значајан удео у укупној површини слива заузимале су голети, са 10,54%

Реконструкцијом структуре површина на сливу из 1970. године (Прилог 4.26.), на основу техничке документације (ВО „Ерозија“ Ниш, 1972), после извођења обимних радова на противерозионом уређењу (Управа за шумарство НОС, 1956), издвојено је седам целина: шуме, пашњаци, оранице, воћњаци, пољопривредно земљиште, голети и насеља.

Седамдесетих година XX века, начин коришћења земљишта на сливу Градашничке реке у многоме је измењен. Површине под пољопривредним земљиштем (26,50%) и ораницама (24,38%) су значајно увећане, док је површина под шумама смањена скоро за половину и износила је свега 16,58% од укупне површине слива. Укупан удео пашњака је смањен на 11,90%, а очувани су само стабилни пашњаци. Значајно је повећан удео под воћњацима и виноградима, на 10,95% од укупне површине слива. Учешће голети је сведено на 8,07%, док су насеља заузимала 1,61% од укупне површине слива.

Анализом структуре површина на сливу из 2016. године (Прилог 4.27.), на основу јавно доступних сателитских снимака и теренских истраживања, утврђен је

актуелни начин коришћења земљишта, и издвојено је шест различитих површина: шуме, пашњаци, деградирани пашњаци, оранице, воћњаци, голети и насеља.

Данас, на територији слива доминирају шуме доброг склопа са 53,61% од укупне површине слива и стабилни пашњаци са 35,80%. Ратарска производња је сведена на минимум и заступљена је у виду ораница, на свега 3,22% површине слива. Деградирани пашњаци одржали су се само на местима некадашњих голети, на 2,39% од укупне површине слива. Чистих воћњака који се и данас одржавају као такви, има врло мало, свега 0,30%. Површине под голетима скоро да су нестале, осим на вертикалним одсецима који гравитирају клисури, а постоји само једна значајнија површина у близини насеља Нишор, која се користи као активни каменолом. Учешће површина под насељима је значајно увећано на 3,96% од укупне површине слива.

Табела 4.23.: Упоредни приказ начина коришћења простора у три временска пресека на сливу Градшничке реке

ГРАДАШНИЧКА РЕКА							
НАЧИН КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА		1955.		1970.		2016.	
		Површина		Површина		Површина	
		km	%	km	%	km	%
1	Шума	15,21	35,24	7,19	16,58	23,14	53,61
2	Деградирана шума	4,66	10,80	/	/	/	/
3	Пашњак	4,60	10,66	5,16	11,90	15,45	35,80
4	Деградирани пашњак	3,70	8,57	/	/	1,03	2,39
5	Оранице	2,68	6,21	10,57	24,38	1,39	3,22
6	Воћњак	/	/	4,75	10,95	0,13	0,30
7	Пољопривредно	7,76	17,98	11,49	26,50	/	/
8	Голет	4,55	10,54	3,50	8,07	0,31	0,72
9	Насеља	/	/	0,70	1,61	1,71	3,96
CORINE Land Cover		Површина					
		km ²			%		
1	Рурална насеља	1,59			3,60		
2	Комплекс агрошумских простора	4,42			10,01		
3	Агрошимски простор	8,26			18,71		
4	Листопадне шуме	10,83			24,54		
5	Мешовите шуме	0,669			1,52		
6	Ливаде	2,44			5,53		
7	Шибљаци	15,93			36,09		

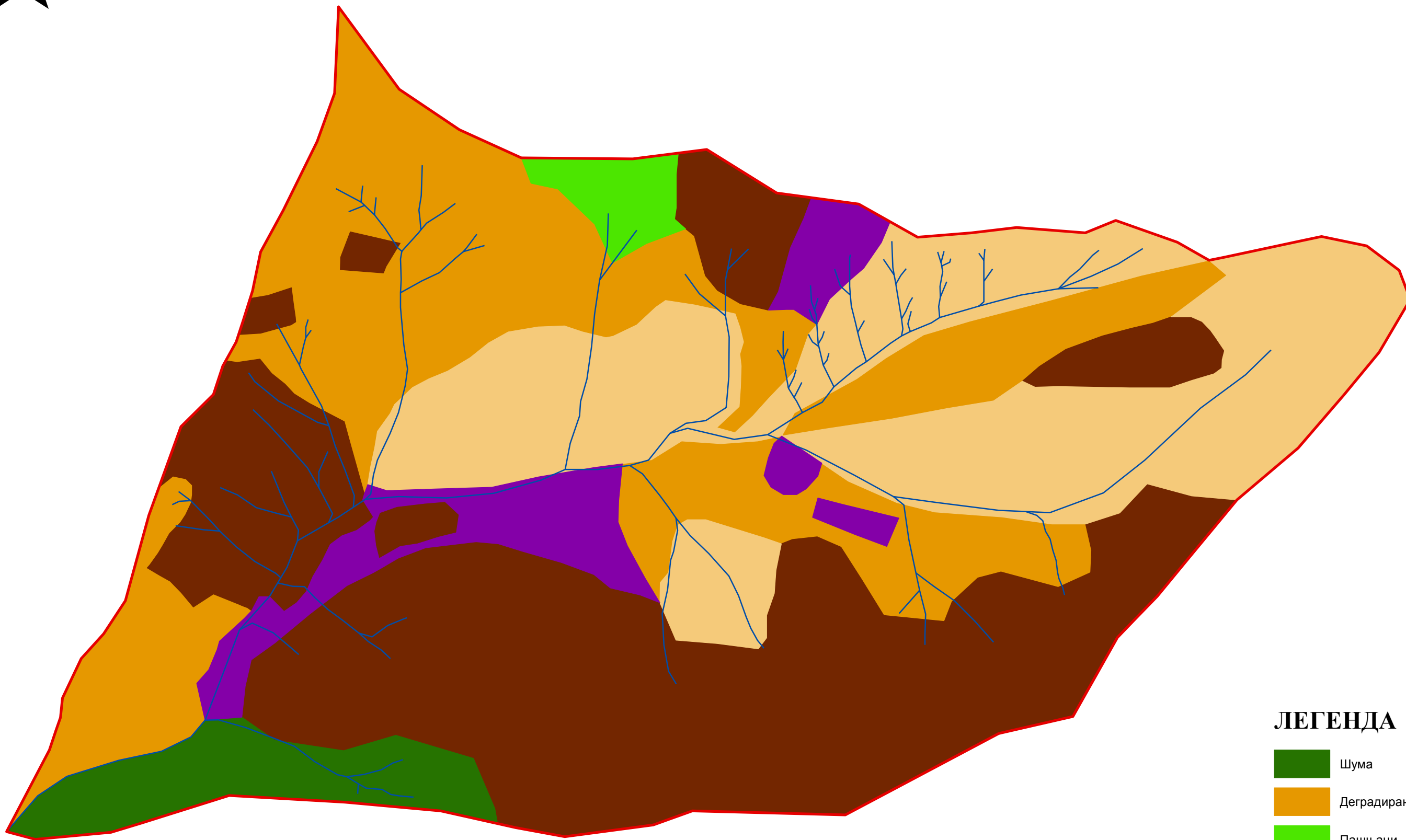
ПРИЛОГ 4.19.

Карта начина коришћења простора на сливу Лукачеве Долине

1955. године

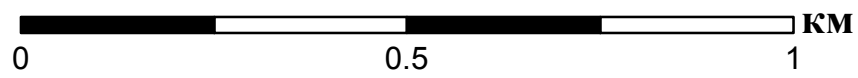


КАРТА НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ПРОСТОРА НА СЛИВУ ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ 1955. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

- Шума
- Деградирана шума
- Пашњаци
- Оранице
- Воћњаци
- Голет

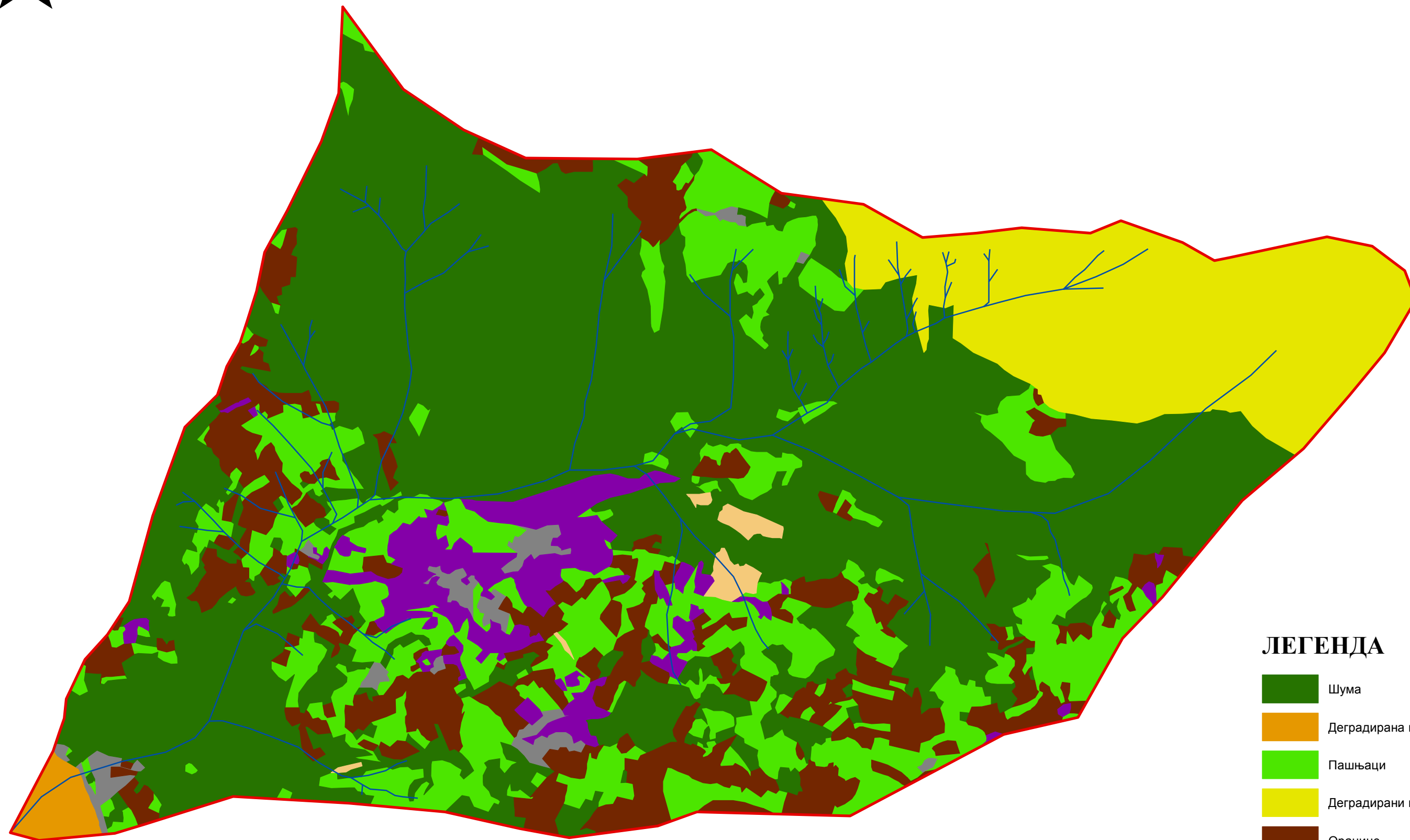


ПРИЛОГ 4.20.

Карта начина коришћења простора на сливу Лукачеве Долине
1970. године

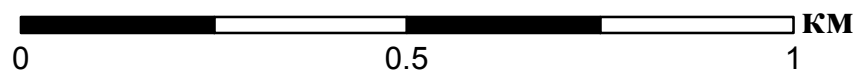


КАРТА НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ПРОСТОРА НА СЛИВУ ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ 1970. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

- Шума
- Деградирана шума
- Пашњаци
- Деградирани пашњаци
- Оранице
- Воћњаци
- Голет
- Насеља



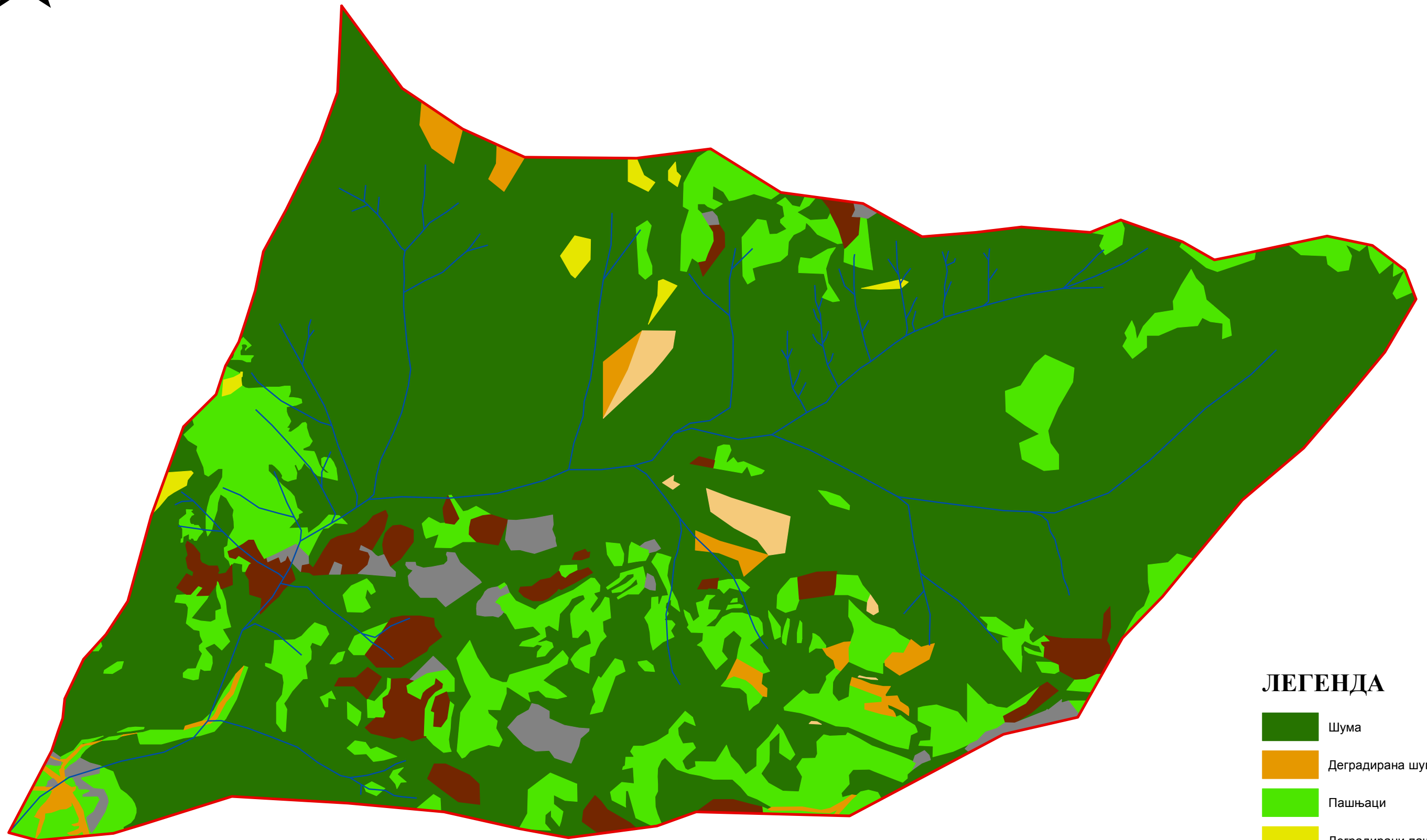
ПРИЛОГ 4.21.

Карта начина коришћења простора на сливу Лукачеве Долине

2016. године

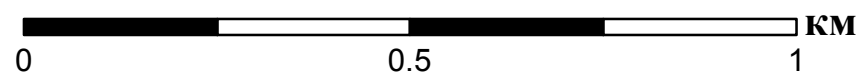


КАРТА НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ПРОСТОРА НА СЛИВУ ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ 2016. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

- Шума
- Деградирана шума
- Пашњаци
- Деградирани пашњаци
- Оранице
- Голет
- Насеља



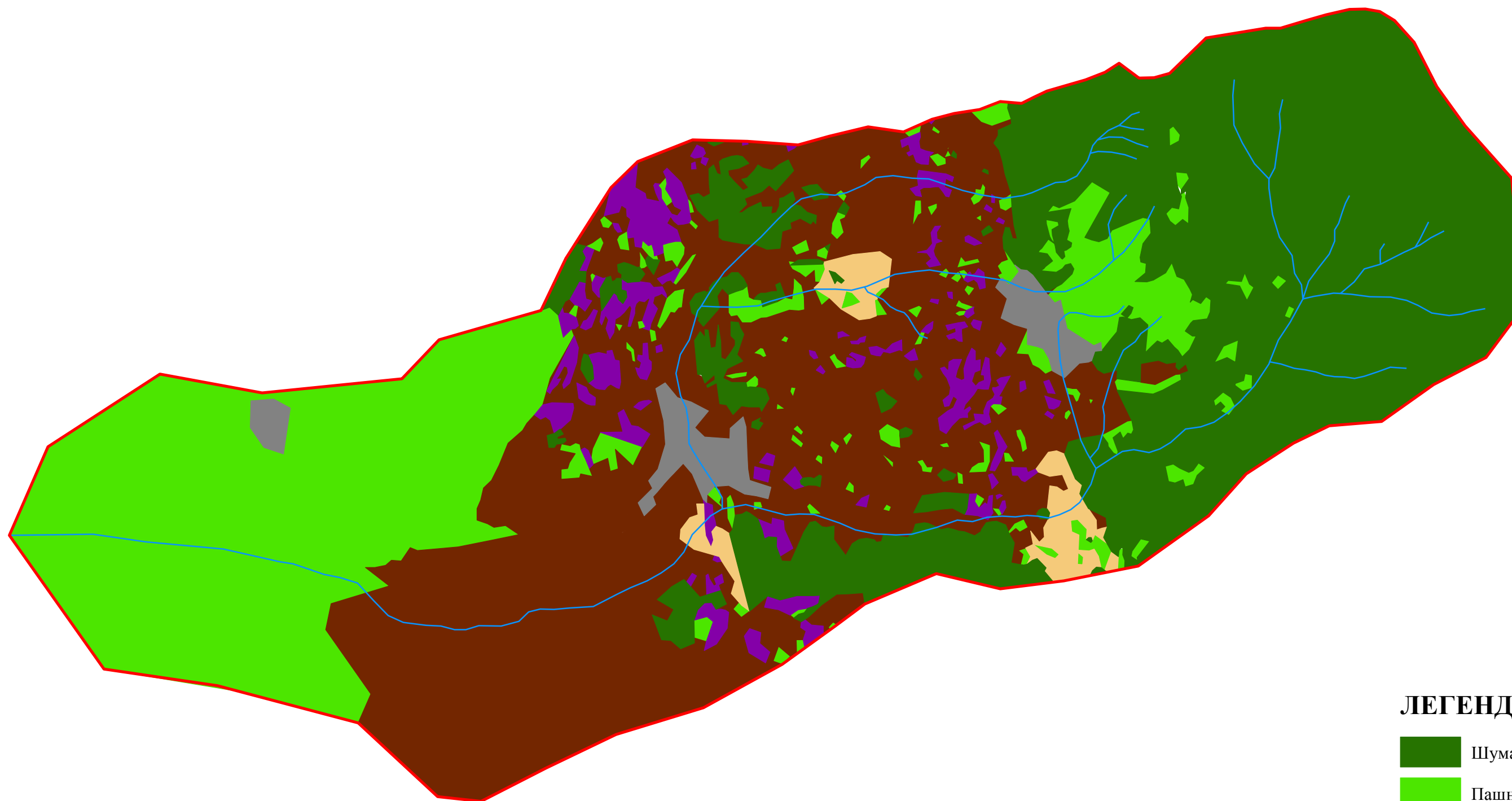
ПРИЛОГ 4.22.

Карта начина коришћења простора на сливу Габровачке реке

1955. године

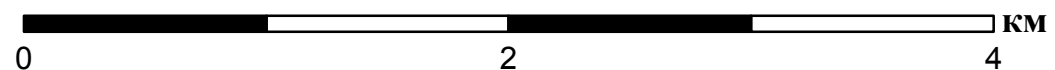


КАРТА НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ПРОСТОРА НА СЛИВУ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ 1955. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

- Шума
- Пашњаци
- Оранице
- Воћњаци
- Голет
- Насеља



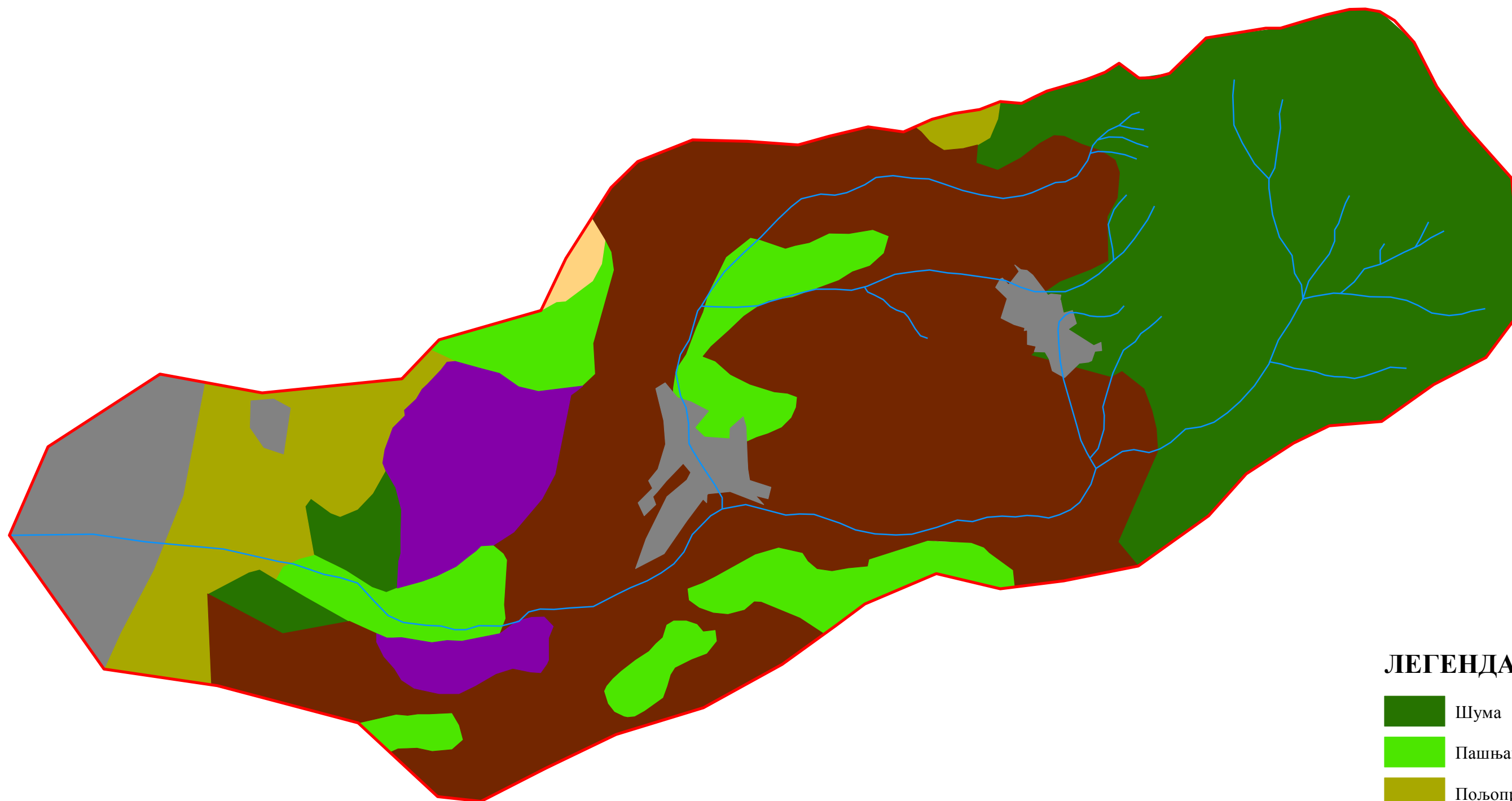
ПРИЛОГ 4.23.

Карта начина коришћења простора на сливу Габровачке реке

1970. године

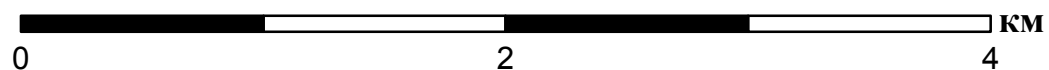


КАРТА НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ПРОСТОРА НА СЛИВУ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ 1970. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

- Шума
- Пашњаци
- Пољопривредно
- Оранице
- Воћњаци
- Голет
- Насеља



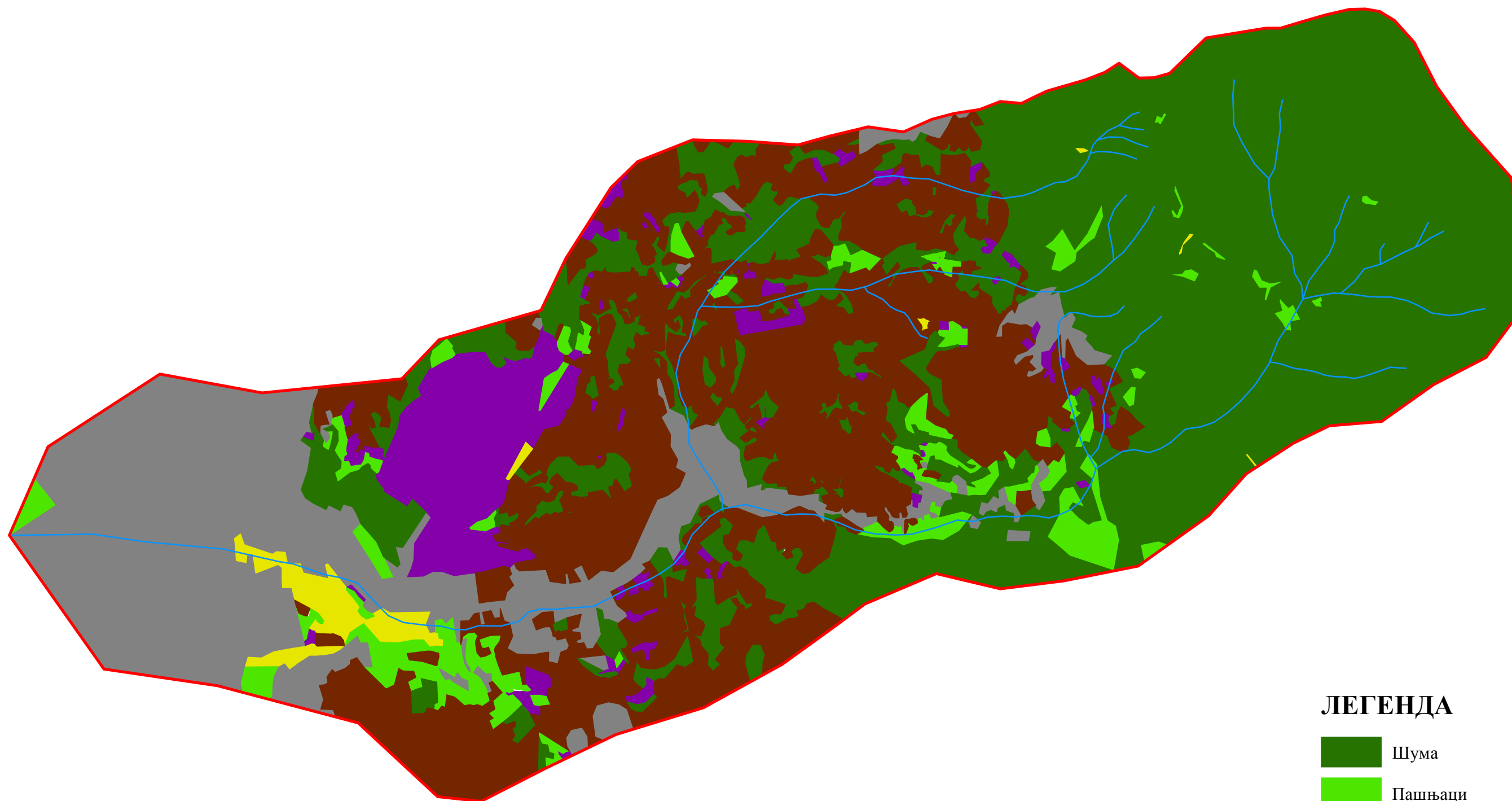
ПРИЛОГ 4.24.

Карта начина коришћења простора на сливу Габровачке реке

2016. године

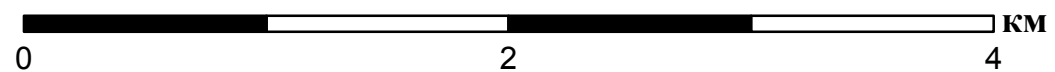


КАРТА НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ПРОСТОРА НА СЛИВУ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ 2016. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

- Шума
- Пашњаци
- Деградирани пашњаци
- Оранице
- Воћњаци
- Насеља

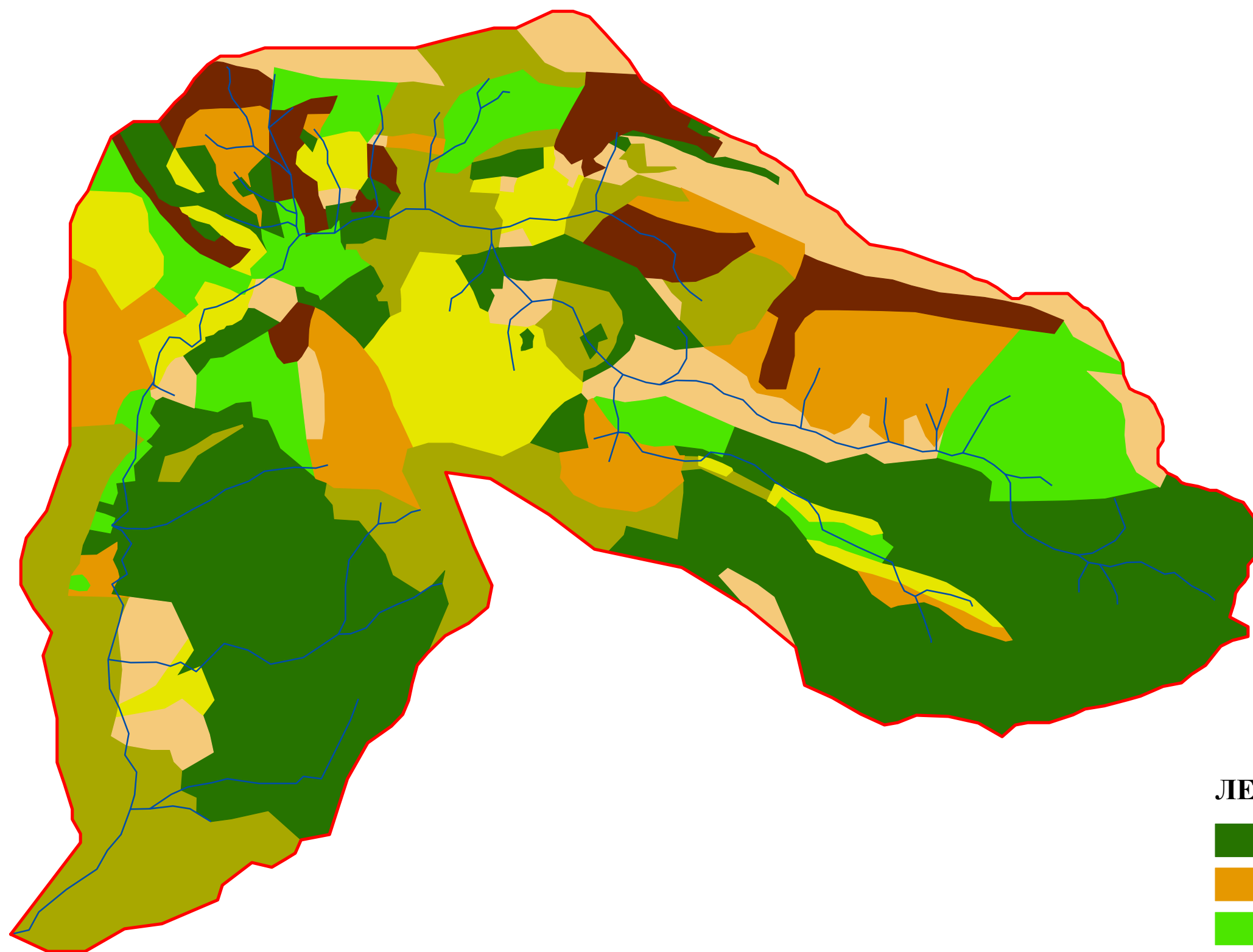


ПРИЛОГ 4.25.

Карта начина коришћења простора на сливу Градашничке реке

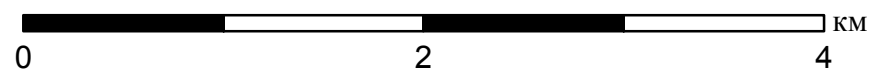
1955. године

КАРТА НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ПРОСТОРА НА СЛИВУ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ 1955. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

-  Шума
-  Деградирана шума
-  Пашњаци
-  Деградирани пашњаци
-  Оранице
-  Пољопривредно
-  Голет

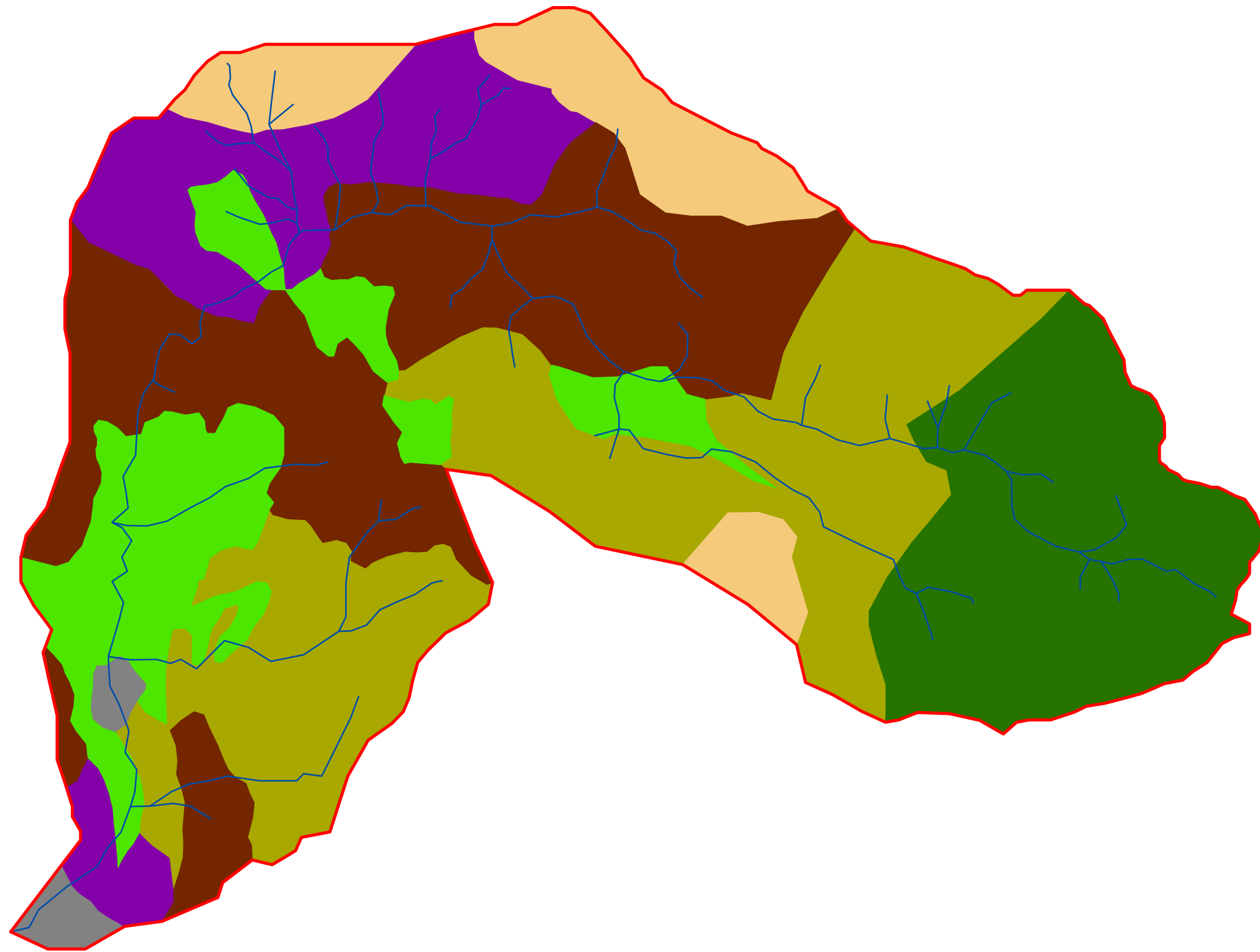


ПРИЛОГ 4.26.

Карта начина коришћења простора на сливу Градашничке реке

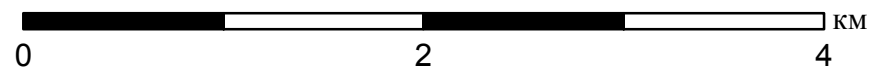
1970. године

КАРТА НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ПРОСТОРА НА СЛИВУ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ 1970. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

- Шума
- Пашњаци
- Оранице
- Воћњаци
- Пољопривредно
- Голет
- Насеља

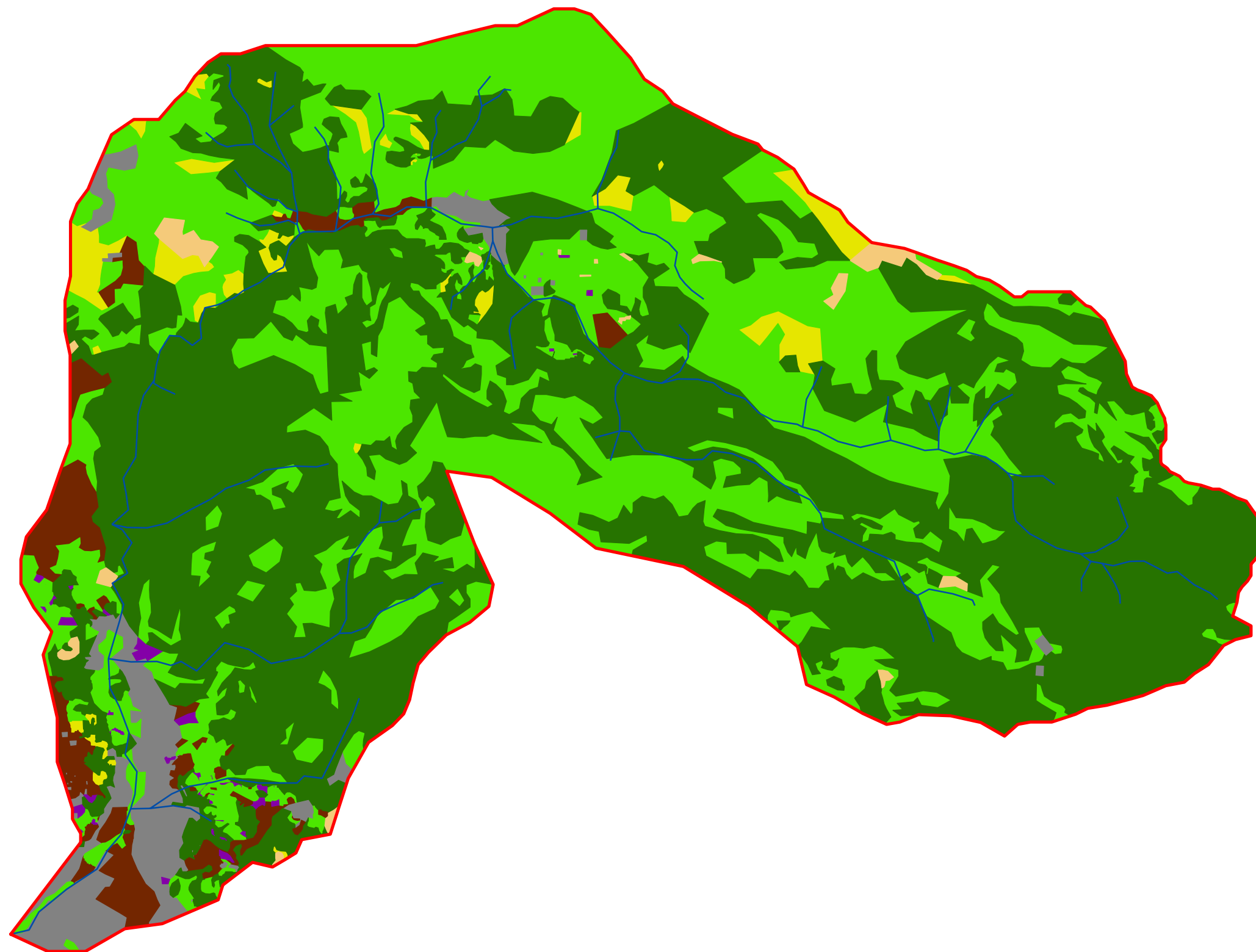


ПРИЛОГ 4.27.

Карта начина коришћења простора на сливу Градашничке реке

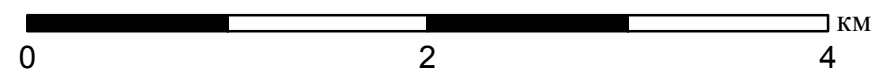
2016. године

КАРТА НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ПРОСТОРА НА СЛИВУ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ 2016. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

- Шума
- Деградирана шума
- Пашњаци
- Оранице
- Воћњаци
- Голет
- Насеља

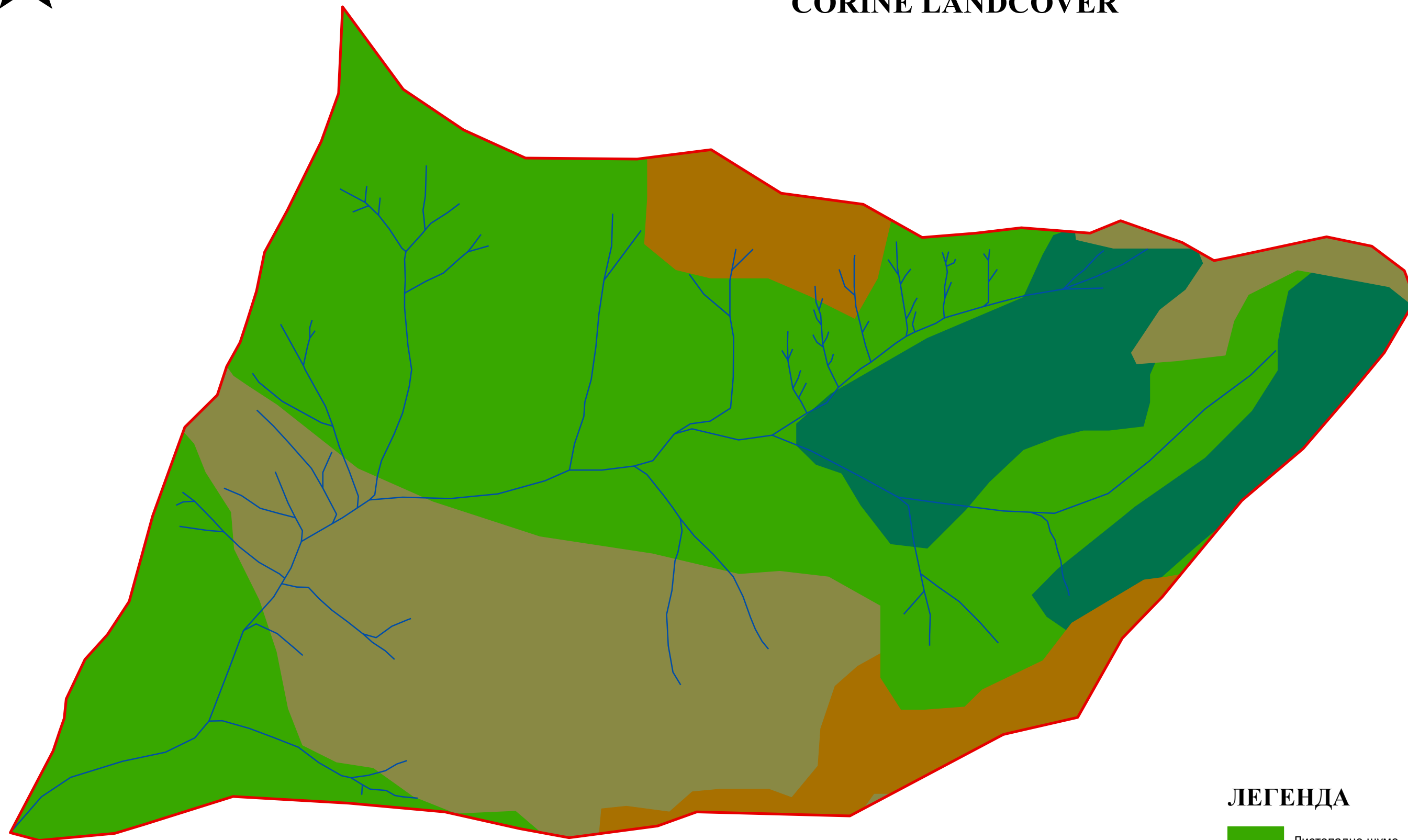


ПРИЛОГ 4.28.





Карта начина коришћења простора на сливу Лукачеве Долине
2016. године - CORINE LAND COVER

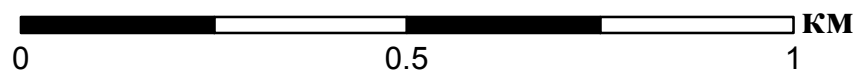


**КАРТА НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ПРОСТОРА НА СЛИВУ
ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ 2016. ГОДИНЕ
CORINE LANDCOVER**



ЛЕГЕНДА

-  Листопадне шуме
-  Мешовите шуме
-  Агрошумски простор
-  Комплекс аграрних простора

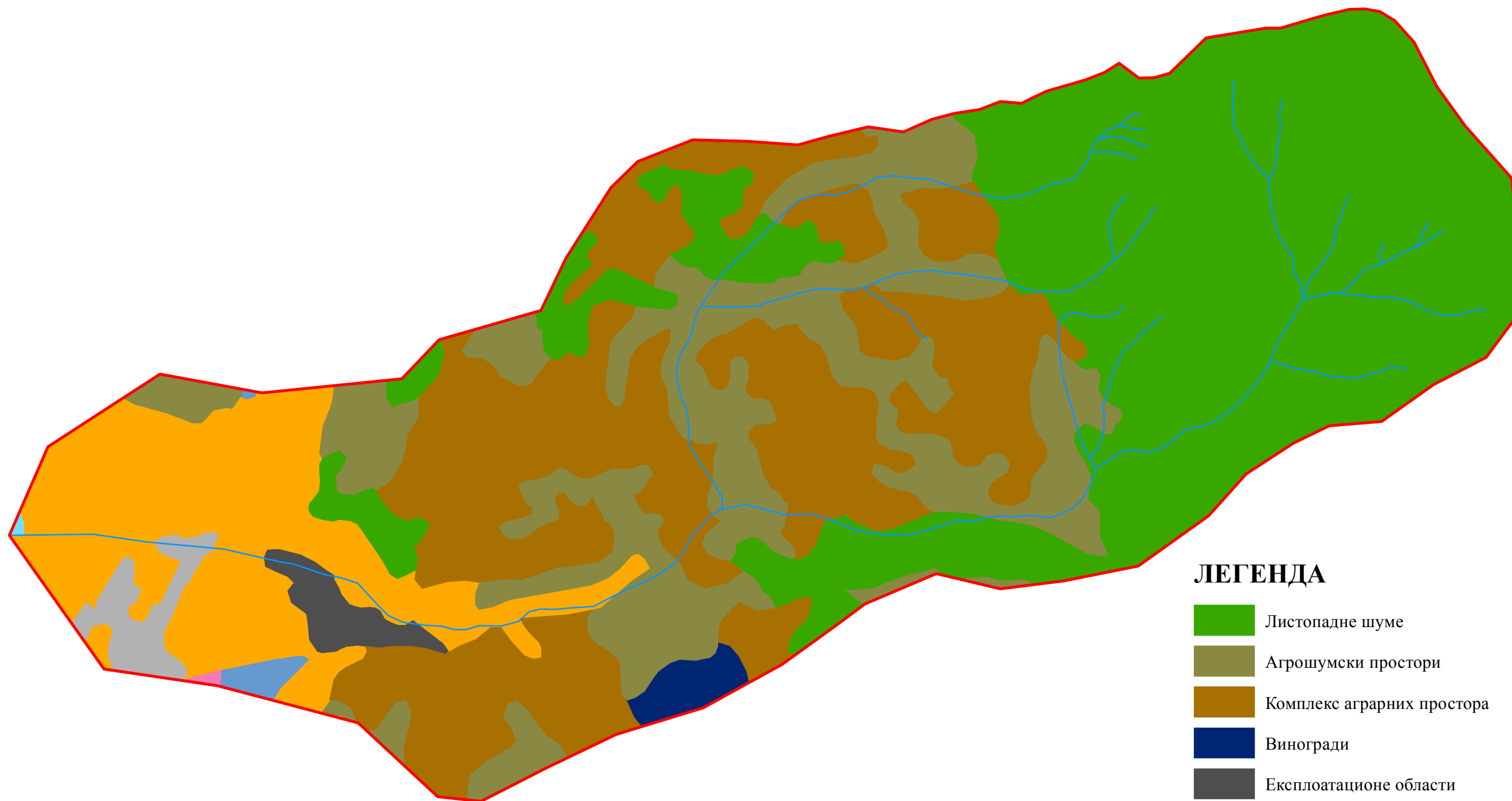


ПРИЛОГ 4.29.

Карта начина коришћења простора на сливу Габровачке реке
2016. године - CORINE LAND COVER

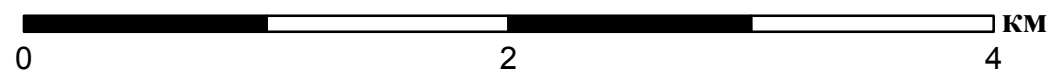


**КАРТА НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ПРОСТОРА НА СЛИВУ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ
2016. ГОДИНЕ
CORINE LANDCOVER**



ЛЕГЕНДА

-  Листопадне шуме
-  Агрошумски простори
-  Комплекс аграрних простора
-  Виногради
-  Експлоатационе области
-  Индустрijски и комерцијални елементи
-  Спортско рекреативни објекти
-  Рурална насеља
-  Урбана насеља
-  Водене површине

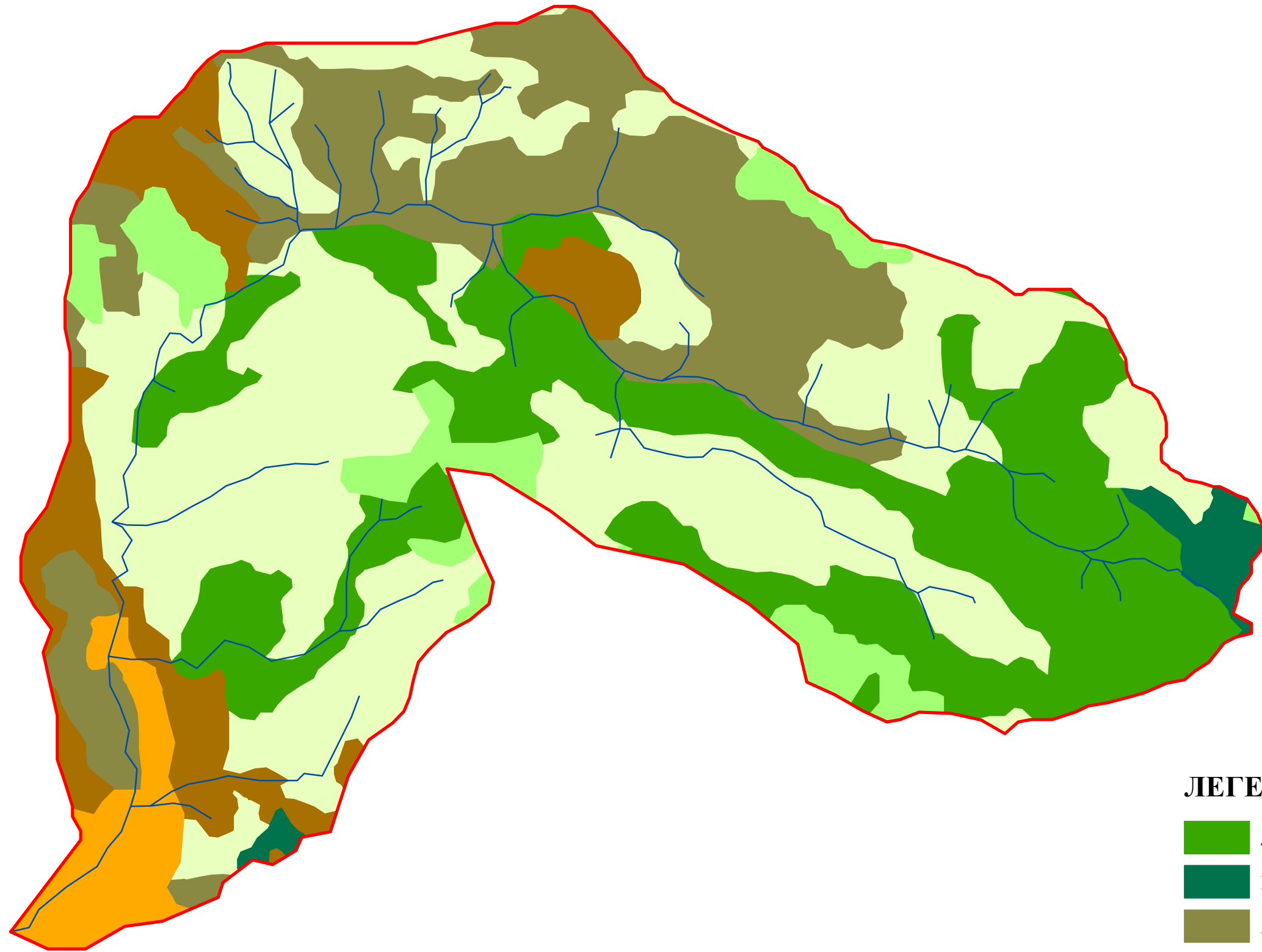


ПРИЛОГ 4.30.

Карта начина коришћења простора на сливу Градашничке реке
2016. године - CORINE LAND COVER

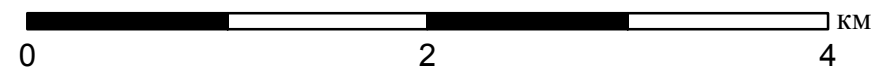


**КАРТА НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ПРОСТОРА НА СЛИВУ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ
2016. ГОДИНЕ
CORINE LANDCOVER**



ЛЕГЕНДА

-  Листопадне шуме
-  Мешовите шуме
-  Агрошумски простор
-  Комплекс аграрних простора
-  Ливаде
-  Шибљаци
-  Рурална насеља



4.5. Ерозиони процеси на истраживаном подручју

Јужноморавски регион се одликује наглашеним диверзитетом са аспекта заступљености различитих типова ерозионих процеса и режима наноса у хидрографској мрежи. Слив Јужне Мораве спада у најизразитија ерозиона подручја Србије, услед својих природних својстава и утицаја антропогеног фактора. У том погледу посебно се истичу поједини делови овог слива: Грделичка клисура, као и подсливови Нишаве и Власине. Ерозиона продукција и пронос наноса на сливу Јужне Мораве представљају врло значајну компоненту псамолошког биланса територије Србије. Нанос из овог слива транспортује се преко хидрографске мреже до токова Велике Мораве и Дунава. Другим речима, проблематика ерозије и наноса на сливу Јужне Мораве нема само локални значај, већ је од великог интереса за водопривреду Србије. Имајући у виду величину слива (преко 14.000 km² на територији Србије), разноликост и подложност геолошке подлоге ерозији, климатске карактеристике (које одговарају развоју водне ерозије) и начин искоришћавања земљишта на сливу, разноликост, распрострањеност и интензитет ерозионих процеса су разумљиви (Институт „Јарослав Черни“, 2009). Површинска ерозија заступљена је на целом сливу, са различитим интензитетом. Велики интензитет површинске ерозије уочава се на левој падини Врањске котлине, на изворишним деловима слива реке Топлице (на подсливу Блажевске реке, десном саставном краку), десној падини реке Височице (на деоници средњег тока), као и на сливу реке Власине. Од појавних форми процеса дубинске ерозије најзначајнија су клизишта, системи бразда и јаруга. Клизишта се јављају најчешће у Грделичкој клисури и на сливу Власине (геолошка подлога, у садејству са присуством воде, је узрочник њихове појаве). Јаружаста и браздаста ерозија јављају се у Грделичкој клисури, на сливу Топлице, Мурговице (изворишни део реке Власине), Височице и Јерме (Институт „Јарослав Черни“, 2009). Поред тога, на целом сливу Јужне Мораве јављају се процеси флувијалне ерозије, како на малим брдским, сталним и повременим водотоковима, тако и на већим рекама (Јужна Морава, Нишава, Власина, Јабланица и Топлица).

Природни услови на сливу погодују развоју ерозионих процеса. Једини фактор, који те процесе успорава или зауставља, јесте вегетациони покривач, пре свега високе, добро структуриране шуме. Негативни антропогени утицаји су највише били присутни на крају XIX века, и у првој половини XX века, када су уклањањем шума били створени услови за развој интензивних ерозионих процеса. Експесивна и јака ерозија углавном се јављају на јужним и источним деловима слива Јужне Мораве (Шумарски факултет, 2009). Западни делови слива (лева страна), низводно од Јабланице, затим све до састава са Западном Моравом, углавном су нападнути средњом, слабом и врло слабом ерозијом (осим неких површина на сливу Топлице, као и у близини Алексинца). Процеси врло јаке (експесивне) ерозије јављају се на следећим локалитетима: на десној падини Јужне Мораве, уз границу слива на потезу од Бујановца до Врањско-бањске реке; мање површине на сливу Власине, дуж реке Јерме (од границе са Бугарском до села Власи); мања површина на десној падини реке Нишаве између Беле Паланке и Ниша (Шумарски факултет, 2009). Као што се види, процеси експесивне ерозије заузимају релативно малу површину слива Јужне Мораве и то углавном на подсливовима десних притока. Процеси врло јаке ерозије углавном се јављају: на изворишним деловима слива Биначке Мораве; на сливу Ветернице (горњи део); на сливу Врањско-бањске реке; на малим бујичним подсливовима, са десне и леве стране тока Јужне Мораве, на потезу Врање-Грделица; Врањска котлина и Грделичка клисура; нешто мање на сливу Јабланице; на сливу Јерме (изворишни део пре уласка Јерме у Бугарску); на више локалитета слива Власине (пре свега на изворишним подсливовима Мурговице и Градске реке); на подсливовима десних притока и на падинама Јужне Мораве, на потезу Грделица–Ниш; на деловима слива Нишаве, на потезу Пирот–Ниш; на сливу Топлице узводно од будуће акумулације Селова; на сливу Моравице Алексиначке, као и на подсливовима левих притока Јужне Мораве, на сектору од ушћа Нишаве до Сталаћа.

4.5.1. Стање ерозионих процеса на сливу Лукачеве Долине

Стање ерозије на сливу Лукачеве Долине описано је 1955. године кроз техничку документацију (Секретаријат за шумарство и водопривреду НРС, 1955), чиме је указано на потребу противерозионог уређења. Купираност терена која је нарочито изражена на десној обали средњег дела тока, где на појединим местима пад прелази 90%, веома је погодовала развоју ерозионих процеса. Спирање земљишта и браздаста ерозија захватале су већи део сливне површине и то углавном јужне и југозападне експозиције, које су имале оскудан вегетациони покривач. Такође, веома заступљен вид ерозије била је и браздаста ерозија, која је на појединим деловима изазвала вертикално усецање, до геолошке подлоге. Услед велике количине наноса који је доспевао са виших делова слива, главно корито било је засуто ерозионим материјалом, готово свих фракција. Управо су велике количине наноса у кориту довеле до формирања плавине, тако да није било јачих форми подривања и продубљивања обала. Гранулометријска анализа плавинског материјала показала је следећа процентуална учешћа појединих фракција: до 0,03 m, 15%; 0,03-0,05 m, 15%; 0,05-0,1 m, 15%; 0,1-0,2 m, 20%; 0,2-0,3 m, 20%; 0,3-0,4 m, 15%. Нанос је задржао свој првобитни облик оштрих ивица, услед недостатка сталних вода које би утицале на покретање материјала, динамично сударање са другим комадима и заобљавање ивица. Пре почетка извођења противерозионих радова на сливу Лукачеве Долине доминирале су слаба (32,27%), јака (26,16%) и врло слаба ерозија (22,98%). Учешће ексцесивне ерозије било је значајно и простирала се на 14,43% површине слива, док је осредња ерозија била заступљена на 4,16% површине слива (*Прилог 4.31.*).

После извођења противерозионих радова (биолошких, биотехничких и техничких), у значајном обиму, 1970. године је утврђено да се ерозиони статус слива значајно изменио. Сливом је доминирала врло слаба ерозија, чије је учешће повећано на 50,98%. Смањено је учешће слабе ерозије на 19,36%, а редукована је и јака ерозија

на 24,02%. Учешће средње ерозије је остало скоро непромењено (5,15%), док је ексцесивна ерозија редукована на минимум од 0,49% (Прилог 4.32.).

Теренским истраживањем утврђено је стање ерозије на сливу у 2016. години. Данас, на сливу Лукачеве Долине, доминирају врло слаба ерозија на 93,87% површине и слаба ерозија на 3,43% површине. Под средњом ерозијом налази се свега 1,96% површине слива, док се јака ерозија простире на свега 0,74%. Процеси ексцесивне ерозије нису регистровани (Прилог 4.33.).

Табела 4.24.: Упоредни приказ стања ерозије кроз три временска пресека на сливу Лукачеве Долине

ЛУКАЧЕВА ДОЛИНА							
КАТЕГОРИЈА ЕРОЗИЈЕ		1955		1970		2016	
		Површина		Површина		Површина	
		km	%	km	%	km	%
I	Ексцесивна	0,59	14,43	0,02	0,49	/	/
II	Јака	1,07	26,16	0,98	24,02	0,03	0,74
III	Средња	0,17	4,16	0,21	5,15	0,08	1,96
IV	Слаба	1,32	32,27	0,79	19,36	0,14	3,43
V	Врло слаба	0,94	22,98	2,08	50,98	3,83	93,87

4.5.2. Стање ерозионих процеса на сливу Габровачке реке

Слив Габровачке реке третиран је противерозионим радовима и у периоду после II Светског рата. Реконструкција стања из 1955. године (Институт за шумарство, 1957) указала је на измењену, побољшану слику по питању ерозионих процеса. Бујични слив Габровачке реке, према многим показатељима, скоро да није био захваћен процесима ексцесивне ерозије, али су се на нагнутим ораничним површинама могле уочити последице спирања услед интензивног плувиометријског режима и неадекватних техника обраде земљишта. Велика површина под шумом на левој падини главног тока, затим знатне површине под пашњацима и ливадама на платоу Кусог Бреста и на ободу шумског комплекса,

као и интензивно обрађиване оранице (током вегетационог периода прекривене усевима), деловале су резистентно у односу на ерозионе процесе. Међутим, детаљнија анализа указала је на другачије стање ствари: плитко земљиште формирано на неотпорној геолошкој подлози од плиоценских творевина (углавном од пескова, различитих глина и конгломерата), на већем делу слива који се користио у пољопривредне сврхе, често је било изложено процесу „бомбардовања“ кишним капима, а затим интензивном површинском отицају, што је за резултат имало стварање мреже бразда и браздица, са појавом јаке ерозије. Ове појаве су биле изражене и на приступним путевима, углавном земљаним, ивицама парцела и појасевима поред стаза, где су се уочавали усеци различитих дубина, који су утицали на потпуну деструкцију трупца пута и транспорт великих количина материјала у хидрографску мрежу. У коритима повремених токова, на већим нагибима, после интензивних пљусковитих киша, формирао се двофазни бујични талас, изузетно велике кинетичке енергије, што је за последицу имало продубљивање корита и обрушавања обала, у експлицитној форми ексцесивне ерозије. „Слаба“ геолошка подлога, у присуству подземних вода, изазивала је покрете земљаних маса, који су потпуно дестабилизовали падине, са честим појавама ручева. После појаве спирања на падинама следило је формирање густе мреже бразда и стално продубљивање мреже каналића. Јако подривање било је често чак и у већ формираној хидрографској мрежи, са сталним низводним транспортом материјала, који је у корито доспео покретима земљаних маса са гравитирајућих падина. Целокупна површина слива Габровачке реке одликовала се доминатном, осредње развијеном ерозијом, док је ток представљао бујицу типа подриваче са појачаним спирањем, са тенденцијом интензивирања ерозионих процеса. Према техничкој документацији која је израђена 1957. године, на сливу је доминирала јака ерозија на 34,98% сливне површине, затим врло слаба ерозија на 32,92% површине и слаба ерозија на 27,30%. Средња ерозија захватала је 3,48% слива, док је ексцесивна била заступљена на свега 1,33% сливне површине (Прилог 4.34.).

После извођења противерозионих радова стање ерозије је промењено, тако да 70-их година XX века, доминира средња ерозија на 34,93% од укупне површине слива, док је процентуална заступљеност слабе ерозије остала скоро непромењена. У малом проценту смањено је учешће јаке ерозије на 31,90%, такође, смањење је и учешће слабе ерозије са 27,3% 1957. године на 0,88%, док процеси ексцесивне ерозије нису регистровани (*Прилог 4.35.*).

У 2016. години, поново долази до значајних промена стања ерозије на сливу Габровачке реке, када доминира врло слаба ерозија на 60,76%, средња ерозија је заступљена на 33,56%, слаба на 4,44%, јака на 1,24% површине слива, док процеси ексцесивне ерозије нису уочени (*Прилог 4.36.*).

Табела 4.25.: Упоредни приказ стања ерозије кроз три временска пресека на сливу Габровачке реке

ГАБРОВАЧКА РЕКА							
КАТЕГОРИЈА ЕРОЗИЈЕ		1955		1970		2016	
		Површина		Површина		Површина	
		km	%	km	%	km	%
I	Ексцесивна	0,44	1,33	/	/	/	/
II	Јака	11,57	34,98	10,55	31,90	0,41	1,24
III	Средња	1,15	3,48	11,55	34,93	11,10	33,56
IV	Слаба	9,03	27,30	0,29	0,88	1,47	4,44
V	Врло слаба	10,89	32,92	10,68	32,30	20,10	60,76

4.5.3. Стање ерозионих процеса на сливу Градашничке реке

Стање ерозије на сливу Градашничке реке 1955. године описано је кроз техничку документацију (Управа за шумарство НОС, 1956), на основу које су предвиђени и изведени противерозиони радови. На сливу је доминирала врло слаба ерозија на 51,60% од укупне површине слива. Карактеристике геолошке подлоге, рељеф, стање вегетационог покривача и фреквенција интензивних плувиометријских

епизода, утицали су на појаву различитих типова ерозионих процеса на сливу Градашничке реке. Као доминантан процес ерозије на падинама јавља се спирање, док је у коритима главног тока и притока, било изражено подужно продубљивање и бочно подривање терена. Површинска ерозија је била присутна на свим стрмијим површинама, што је утицало на појаву различитих форми јаке ерозије (21,18% од укупне површине слива), посебно на падинама са оскудним вегетационим покривачем. На површинама на којима је травни и шумски покривач очуван, нису уочени процеси спирања. На обрадивим површинама које су интензивно обрађиване нису биле видљиве појаве спирања, али је количина каменог скелета указивала на интензитет површинске ерозије. Слаба ерозија је идентификована на 15,06% од укупне површине слива, што је одговарало површинама са блажим нагибом терена где није уочена појава спирања. На њивама које су напуштене или су намерно необрађене, процеси ерозије достигли су висок ниво, тако да су уочене појаве браздања и јаружања терена. У главном току Градашничке реке, од ушћа у Нишаву до села Градашница, регистроване су значајне количине наноса, са учешћем следећих фракција: до 0,10 m, 50%; 0,10-0,20 m, 30%; преко 0,2 m, 20%, где су регистровани и камени блокови пречника $\varnothing > 0,60$ m, до $\varnothing = 1,0$ m. Узводно од села Градашница, ток се креће кроз истоимену клисуру, која се одликује стеновитим и каскадним дном и обалама, са просечним падом од око 7-8%, при чему представља проносну зону у којој нема задржавања наноса. Узводно од Градашничке клисуре наизменично се смењују шире зоне корита (20-50 m), са падом од око 2% и исталоженим наносом у виду сипара, са ужим клисурастим зонама нестабилних обала и већим падом. На овом делу слива, уз само корито Добродолске реке, заступљена је средња ерозија која се на сливу простире на 9,38% од укупне површине слива. На потезу узводно од Доброг Дола корито је усечено у кречњачку подлогу, природно каскадирано, а низводно од локалитета „Склапак“ у лапоровитој стени. Корито је испуњено крупним блоковима запремине 3-5 m³, који су изваљени са гравитирајућих обалних косина. Узводно од „Склапака“ корито је стабилно, без наноса, са широком долином и обалама обраслим травним покривачем.

Поток Скоковина, који је десна притока Градашничке реке, има местимично подривене обале, у горњем и средњем делу тока, док је у нижим деловима слива све до ушћа, корито природно каскадирано у подлози од лапоровитих шкриљаца. Нанос који се пронесе из виших делова таложи се на ушћу у Градашничку реку, а заступљеност према величини фракција износи: до 0,10 m, 50%; 0,10-0,60 m, 50%. Десни крак потока Скоковина је бујица Мастиште, која има продубљено корито усечено у лапоровите стене. На сливу ове бујице посебно су изражени процеси површинске, јаружасте и браздасте ерозије. Леви крак потока Скоковина је бујица Станци, која у доњем делу свог тока има стабилно корито усечено у лапоровитој стени, док су у средњем делу уочљиве ситније фракције наноса, димензија од 0,03-0,10 m. Горњи део тока има пад од 10-20%, са истакнутим процесима продубљивања и бочног подривања. Обе обале су нестабилне, са великим количинама покренутог наноса, док је на левој обали уочен процес клизања, потпомогнут водом једног извора. Процеси ексцесивне ерозије били су заступљени на сливовима свих притока, са учешћем од 2,78% од укупне површине слива.

Бујица Дол је десна притока Градашничке реке, са појавама подривања на деоници од средњег ка доњем делу тока, и уоченим процесима регресивне ерозије. Са десне стране прима бујичну притоку, у којој је процес подужног продубљивања и попречног подривања, кроз меке слојеве земље, веома изражен. Бујице Лалча и Никошеница су десне притоке Градашничке реке, са процесима подужног продубљивања и бочног подривања, израженим процесима јаружасте и браздасте ерозије, као и површинског спирања. Бујица Стопачеви Долови је десна притока Добродолске реке, а одликује се интензивним ерозионим процесима и великом површином еродираног земљишта. Посебно су угрожене напуштене оранице на већим нагибима, некада интензивно обрађиване. На десној обали, у зони села Градашница, на локалитету „Проваљеник“, Градашничка река прима низ мањих ровина које карактерише изражен процес спирања материјала. На сливу

Градашничког потока, који је лева притока Градашничке реке, развијен је процес спирања са формираних сипара, које површински отицај бразда и лако покреће материјал, услед недостатка вегетационог покривача (*Прилог 4.37.*).

После извођења обимних противерозионих радова на сливу, 1970. године, стање ерозије је значајно измењено: доминирале су средња (41,74% од укупне површине слива) и врло слаба ерозија (41,74%); следе јака и слаба ерозија са 8,90%, односно, 8,02% од укупне површине слива, док процеси ексцесивне ерозије нису уочени (*Прилог 4.38.*).

Теренским истраживањем 2016. године, на сливу Градашничке реке, утврђено је стање ерозионих процеса: доминирају врло слаба (57,54%) и слаба ерозија (36,09%); средња ерозија захвата 5,65%, јака ерозија 0,72%, док ексцесивна ерозија није уочена (*Прилог 4.39.*).

Табела 4.26.: Упоредни приказ стања ерозије кроз три временска пресека на сливу Градашничке реке

ГРАДАШНИЧКА РЕКА							
КАТЕГОРИЈА ЕРОЗИЈЕ		1955		1970		2016	
		Површина		Површина		Површина	
		km	%	km	%	km	%
I	Ексцесивна	1,20	2,78	/	/	/	/
II	Јака	9,14	21,18	3,84	8,90	0,31	0,72
III	Средња	4,05	9,38	18,01	41,74	2,44	5,65
IV	Слаба	6,50	15,06	3,46	8,02	15,58	36,09
V	Врло слаба	22,27	51,60	17,84	41,34	24,84	57,54

4.5.4. Стање ерозионих процеса 2016. године на основу ГИС анализе

На сливу Лукачеве Долине, 2016. године, уочено је следеће: доминирају врло слаба (46,99%) и слаба ерозија (49,13%); средња ерозија је заступљена са 2,46%,

док је учешће јаке и ексцесивне ерозије веома мало (Табела 4.27.). На сливу Габровачке реке, 2016. године, уочено је следеће: доминира врло слаба ерозија са 92,67%, следи слаба са 7,07%, незнатна је површина под средњом ерозијом, док јака и ексцесивна ерозија нису уочене. На сливу Градашничке реке, 2016. године, уочено је следеће: доминира врло слаба ерозија са 84,47%, следи средња ерозија са 12,03%, слаба са 3,30%, док су јака и ексцесивна присутне на веома малим површинама.

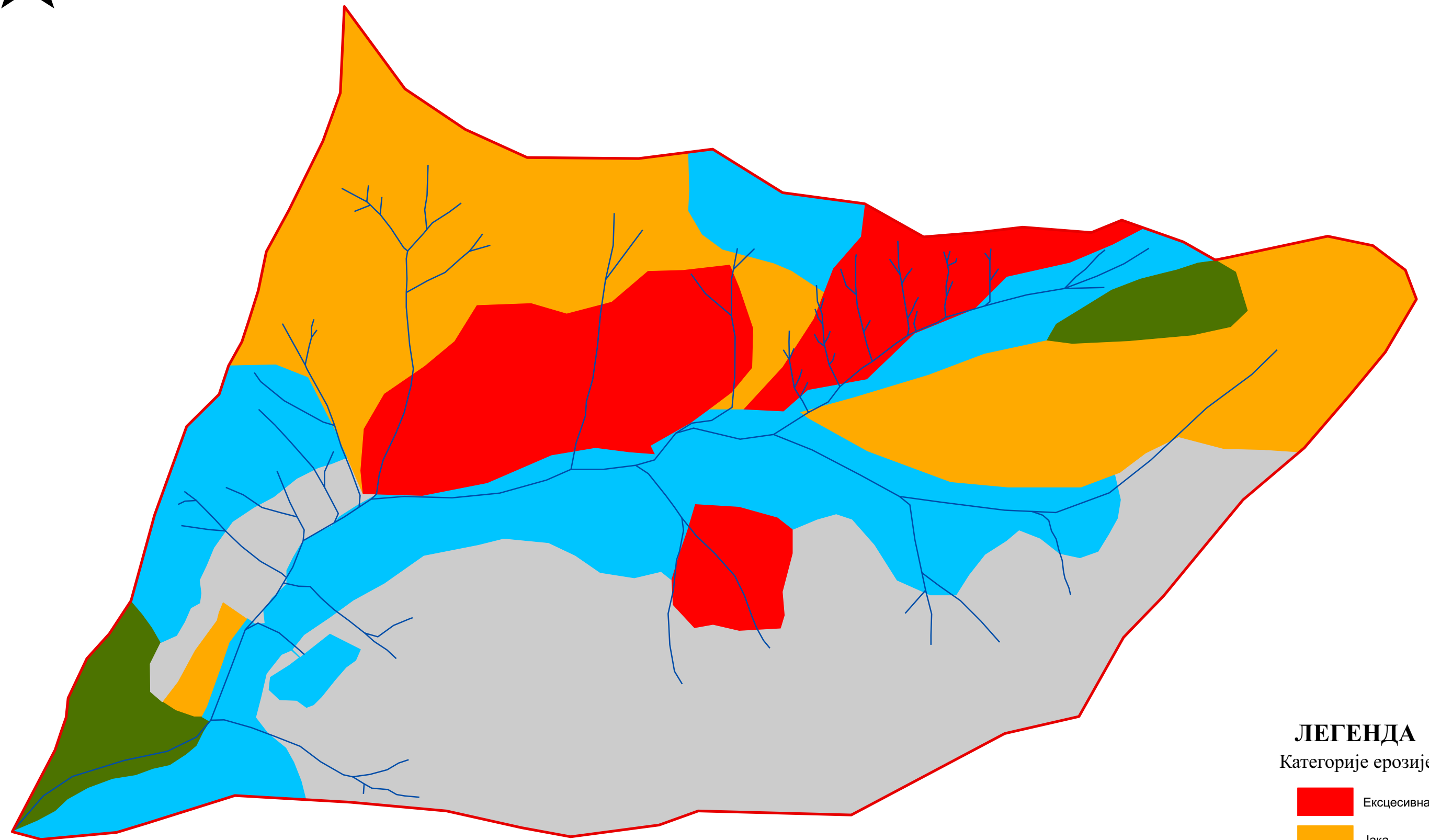
Табела 4.27.: Стање ерозије 2016. године применом ГИС-а

СЛИВ ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ			
Категорија ерозије		Површина km ²	Учешће у укупној површини %
I	Ексцесивна	0,02	0,37
II	Јака	0,04	1,04
III	Средња	0,10	2,46
IV	Слаба	2,00	49,13
V	Врло слаба	1,91	46,99
СЛИВ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ			
Категорија ерозије		Површина km ²	Учешће у укупној површини %
I	Ексцесивна	/	/
II	Јака	/	/
III	Средња	0,09	0,26
IV	Слаба	2,34	7,07
V	Врло слаба	30,61	92,67
СЛИВ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ			
Категорија ерозије		Површина km ²	Учешће у укупној површини %
I	Ексцесивна	0,01	0,02
II	Јака	0,08	0,18
III	Средња	5,19	12,03
IV	Слаба	1,42	3,30
V	Врло слаба	36,43	84,47

ПРИЛОГ 4.31.

Ерозиони процеси на сливу Лукачеве Долине 1955. године

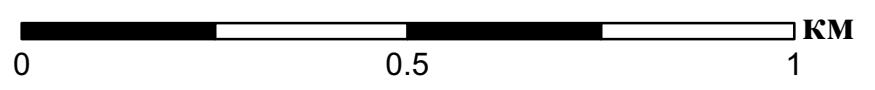
ЕРОЗИОНИ ПРОЦЕСИ НА СЛИВУ ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ 1955. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

Категорије ерозије

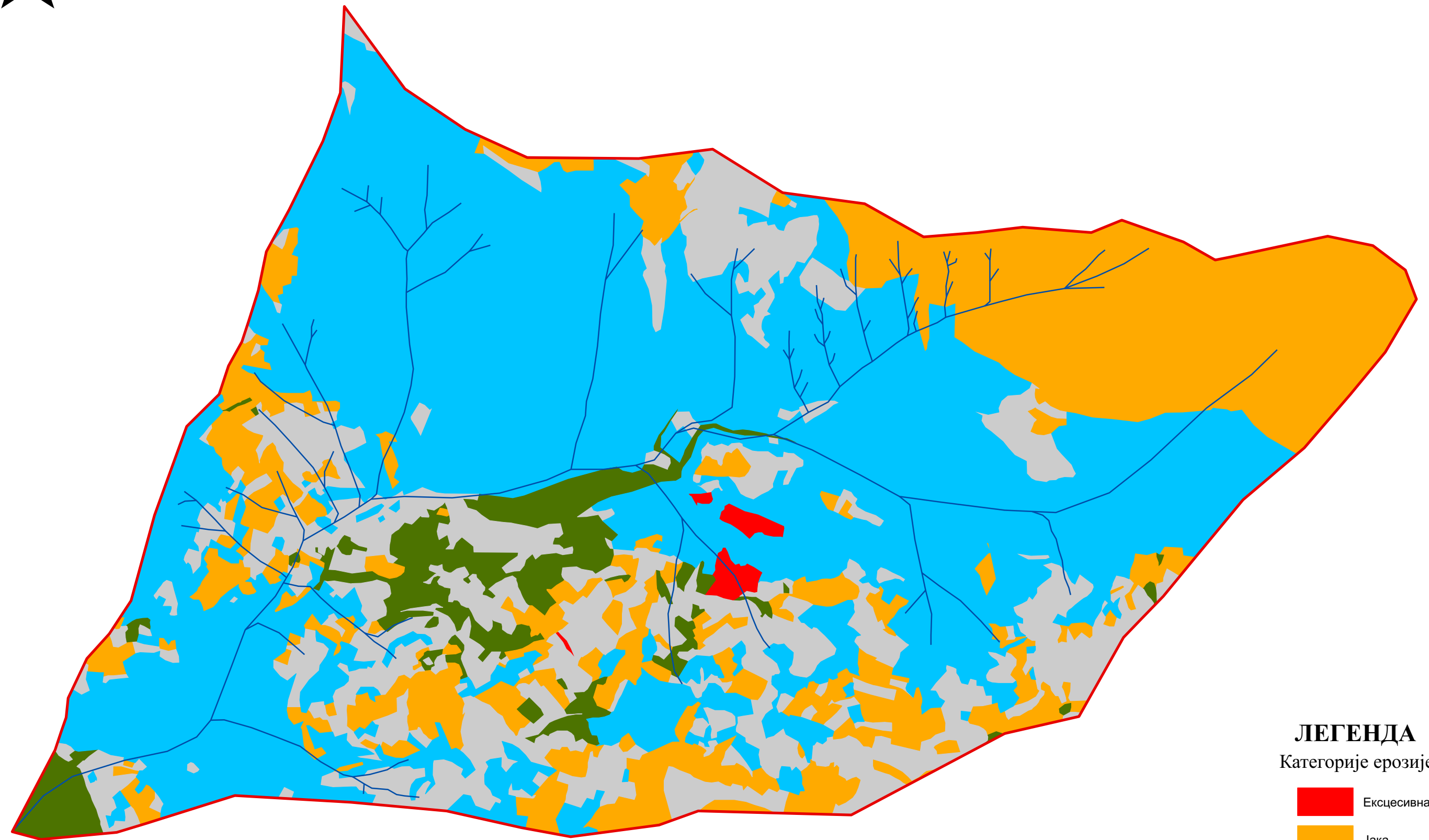
-  Екседивна
-  Јака
-  Средња
-  Слаба
-  Врло слаба



ПРИЛОГ 4.32.

Ерозиони процеси на сливу Лукачеве Долине 1970. године

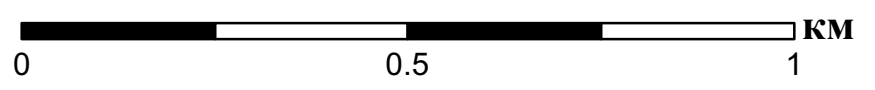
ЕРОЗИОНИ ПРОЦЕСИ НА СЛИВУ ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ 1970. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

Категорије ерозије

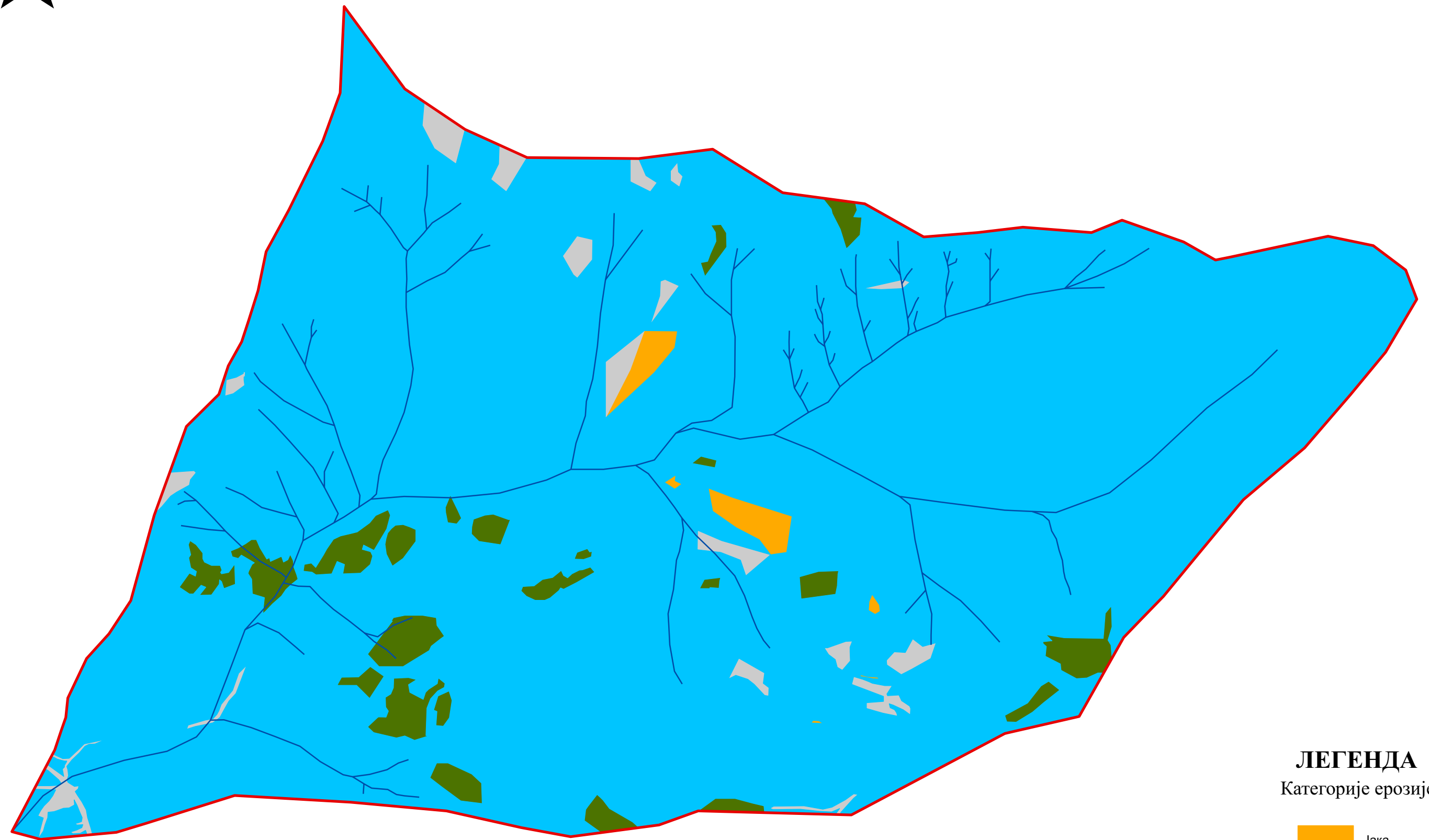
-  Екседивна
-  Јака
-  Средња
-  Слаба
-  Врло слаба






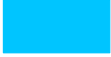
ПРИЛОГ 4.33.

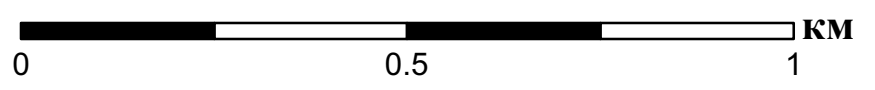
Ерозиони процеси на сливу Лукачеве Долине 2016. године

ЕРОЗИОНИ ПРОЦЕСИ НА СЛИВУ ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ 2016. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА Категорије ерозије

-  Јака
-  Средња
-  Слаба
-  Врло слаба

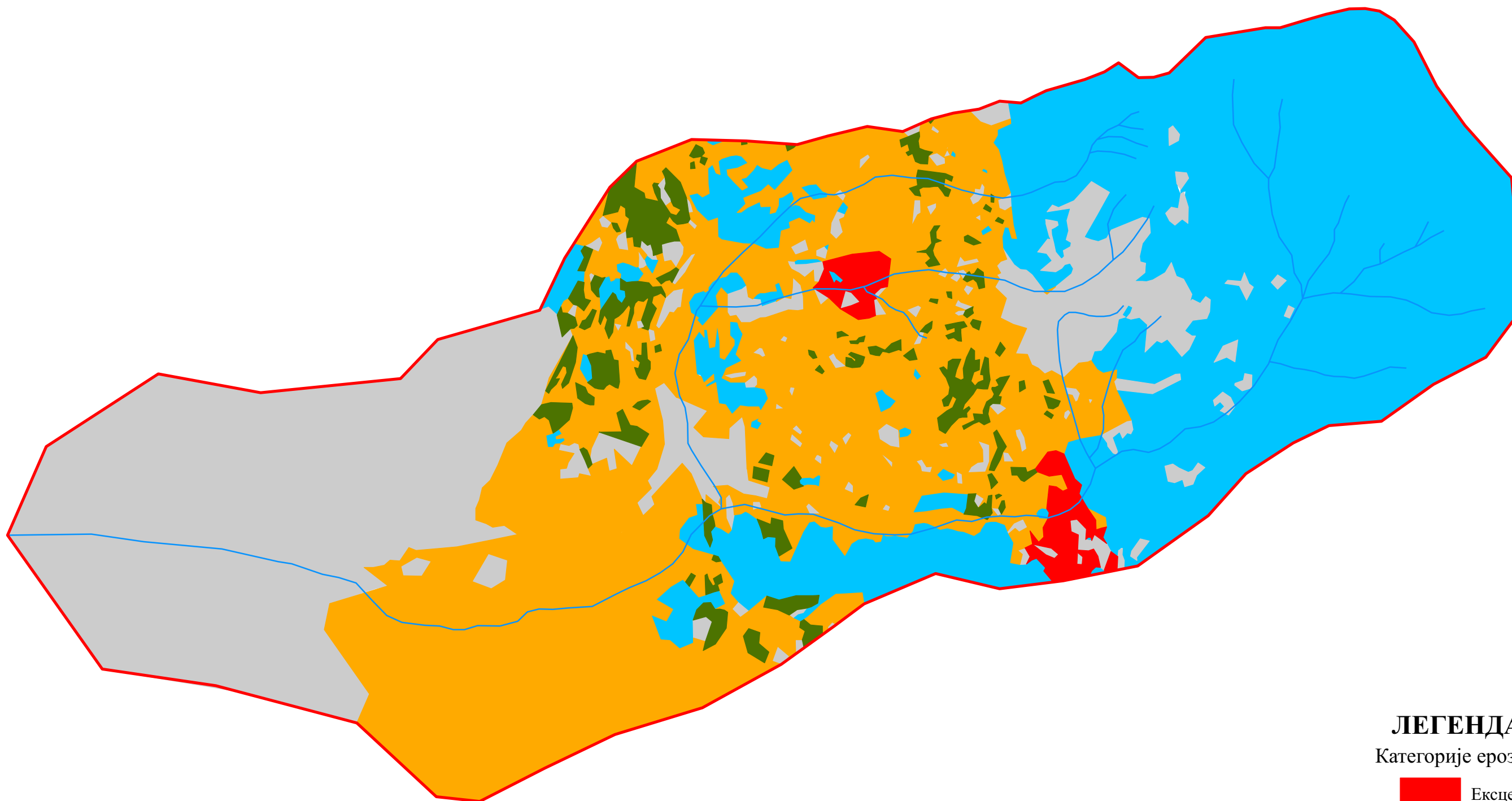


ПРИЛОГ 4.34.

Ерозиони процеси на сливу Габровачке реке 1955. године





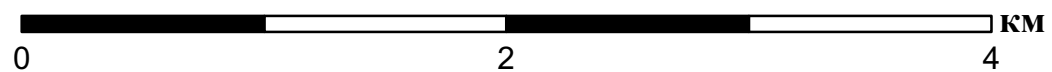
ЕРОЗИОНИ ПРОЦЕСИ НА СЛИВУ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ 1955. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

Категорије ерозије

-  Екседивна
-  Јака
-  Средња
-  Слаба
-  Врло слаба

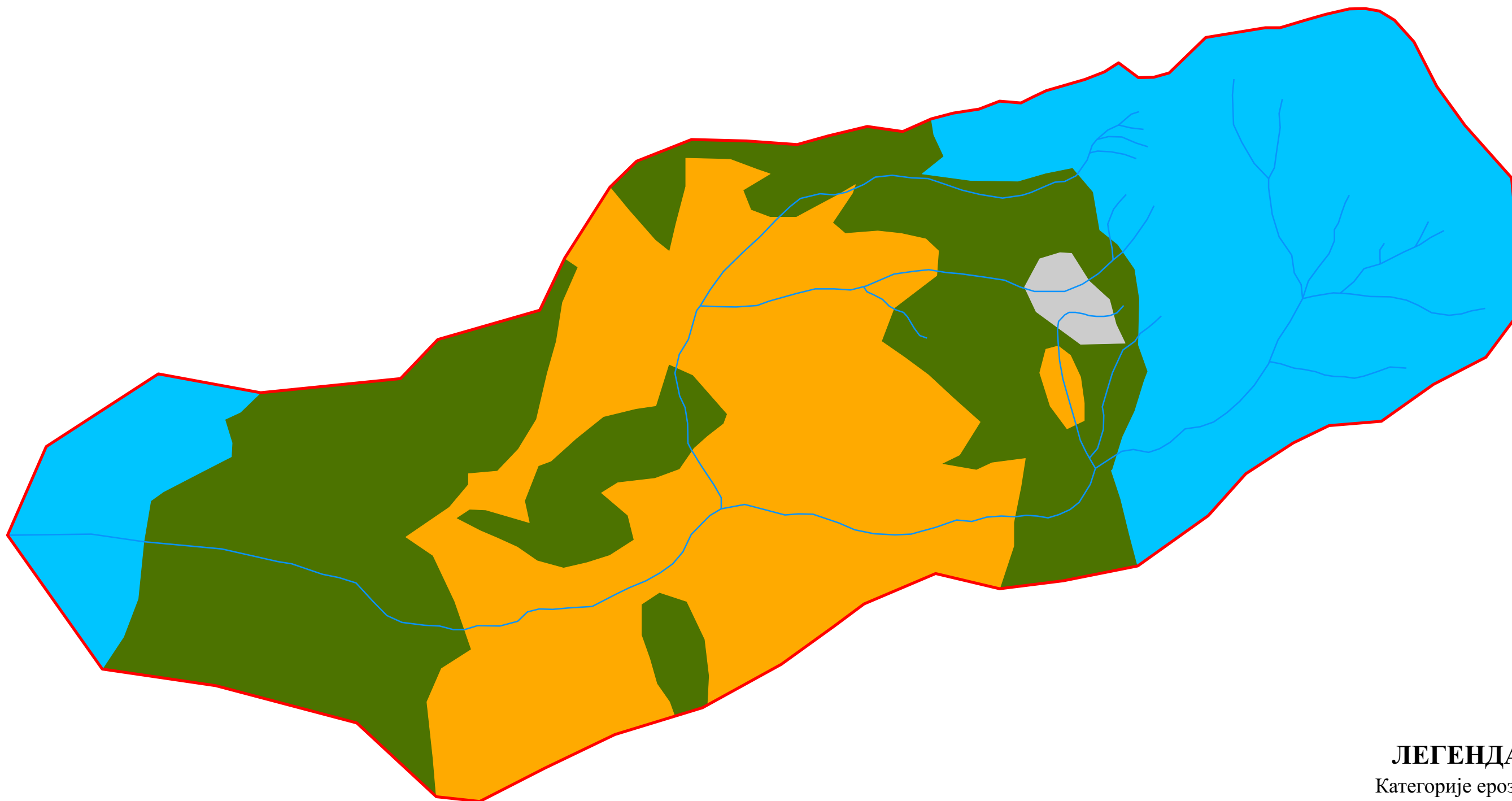


ПРИЛОГ 4.35.





Ерозиони процеси на сливу Габровачке реке 1970. године

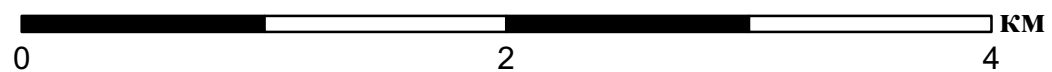


ЕРОЗИОНИ ПРОЦЕСИ НА СЛИВУ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ 1970. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА Категорије ерозије

-  Јака
-  Средња
-  Слаба
-  Врло слаба

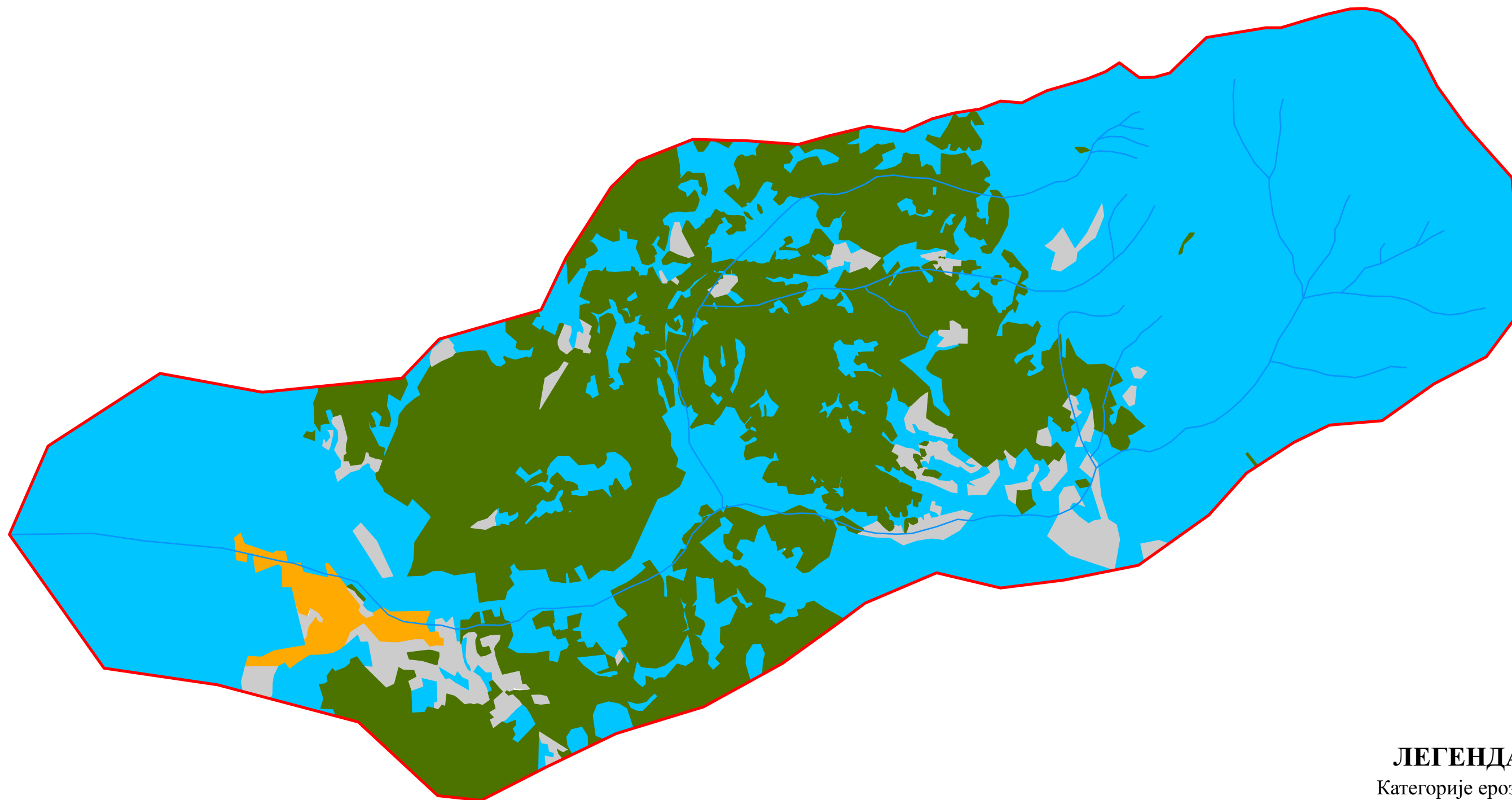


ПРИЛОГ 4.36.

Ерозиони процеси на сливу Габровачке реке 2016. године







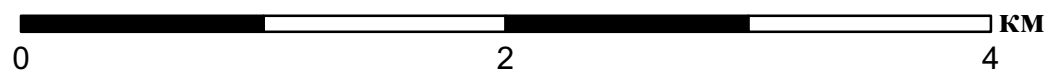
ЕРОЗИОНИ ПРОЦЕСИ НА СЛИВУ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ 2016. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

Категорије ерозије

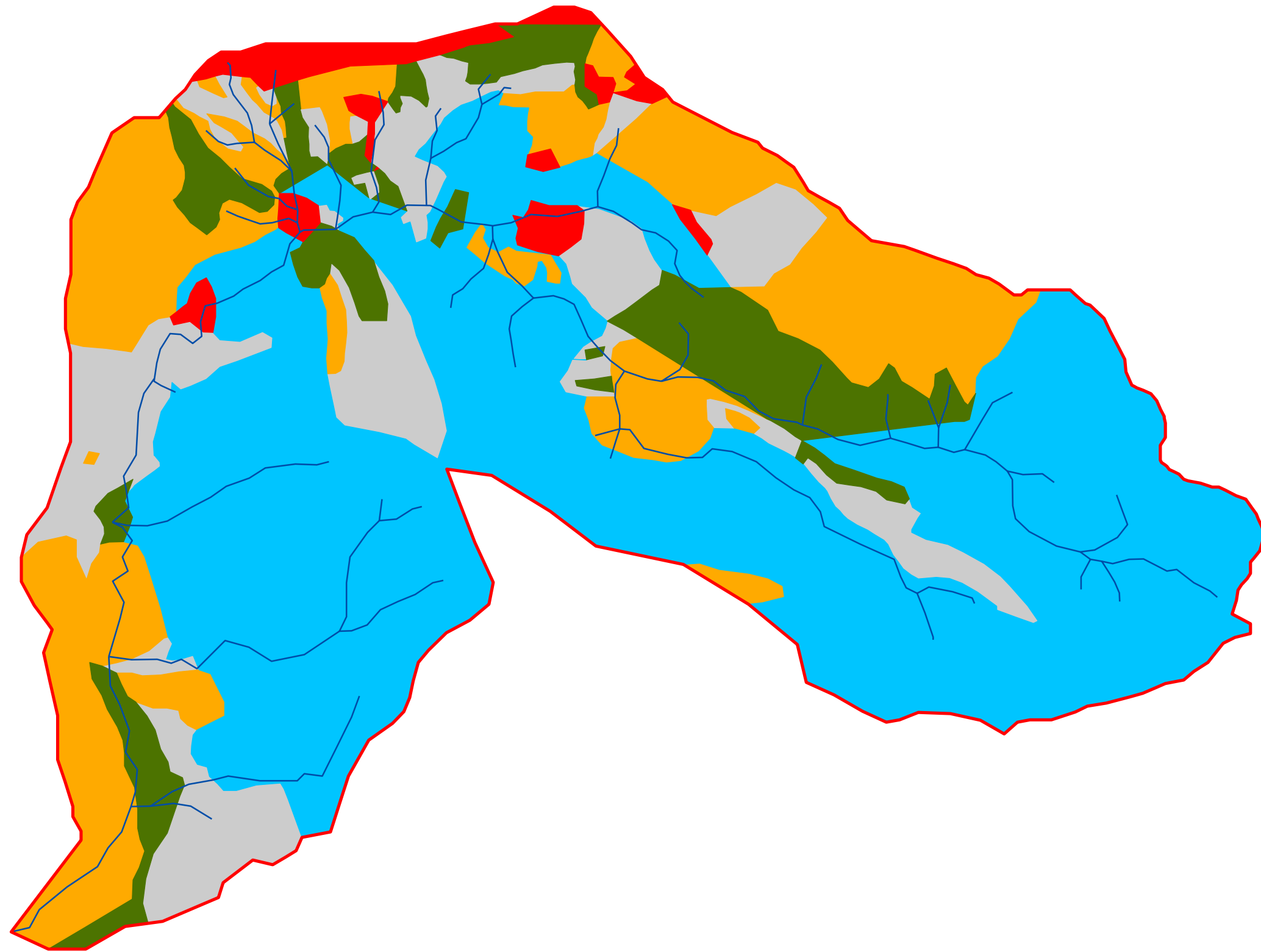
-  Јака
-  Средња
-  Слаба
-  Врло слаба



ПРИЛОГ 4.37.





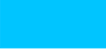
Ерозиони процеси на сливу Градашничке реке 1955. године

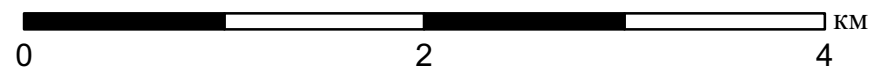
ЕРОЗИОНИ ПРОЦЕСИ НА СЛИВУ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ 1955. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

Категорије ерозије

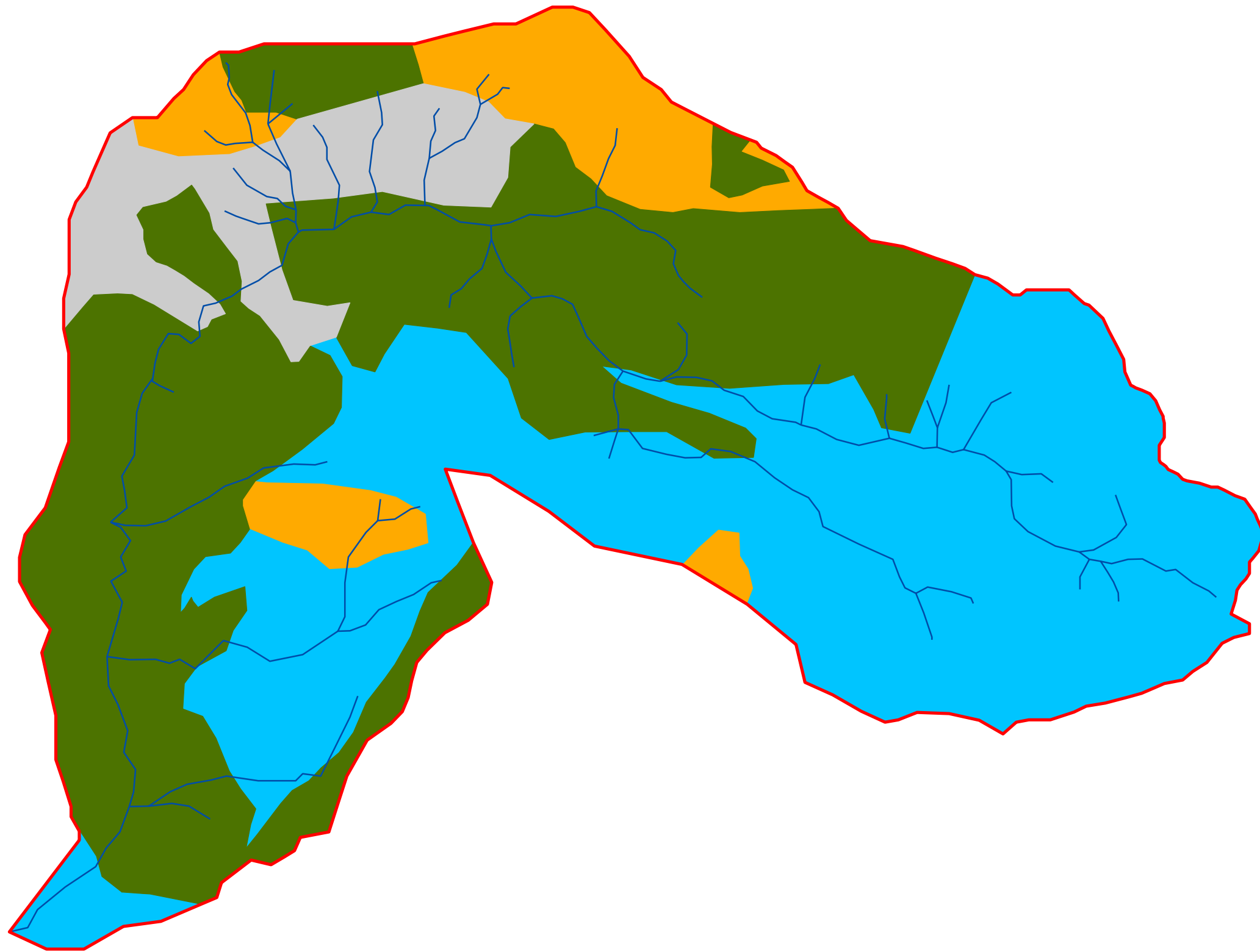
-  Екседсивна
-  Јака
-  Средња
-  Слаба
-  Врло слаба



ПРИЛОГ 4.38.





Ерозиони процеси на сливу Градашничке реке 1970. године

ЕРОЗИОНИ ПРОЦЕСИ НА СЛИВУ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ 1970. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

Категорије ерозије

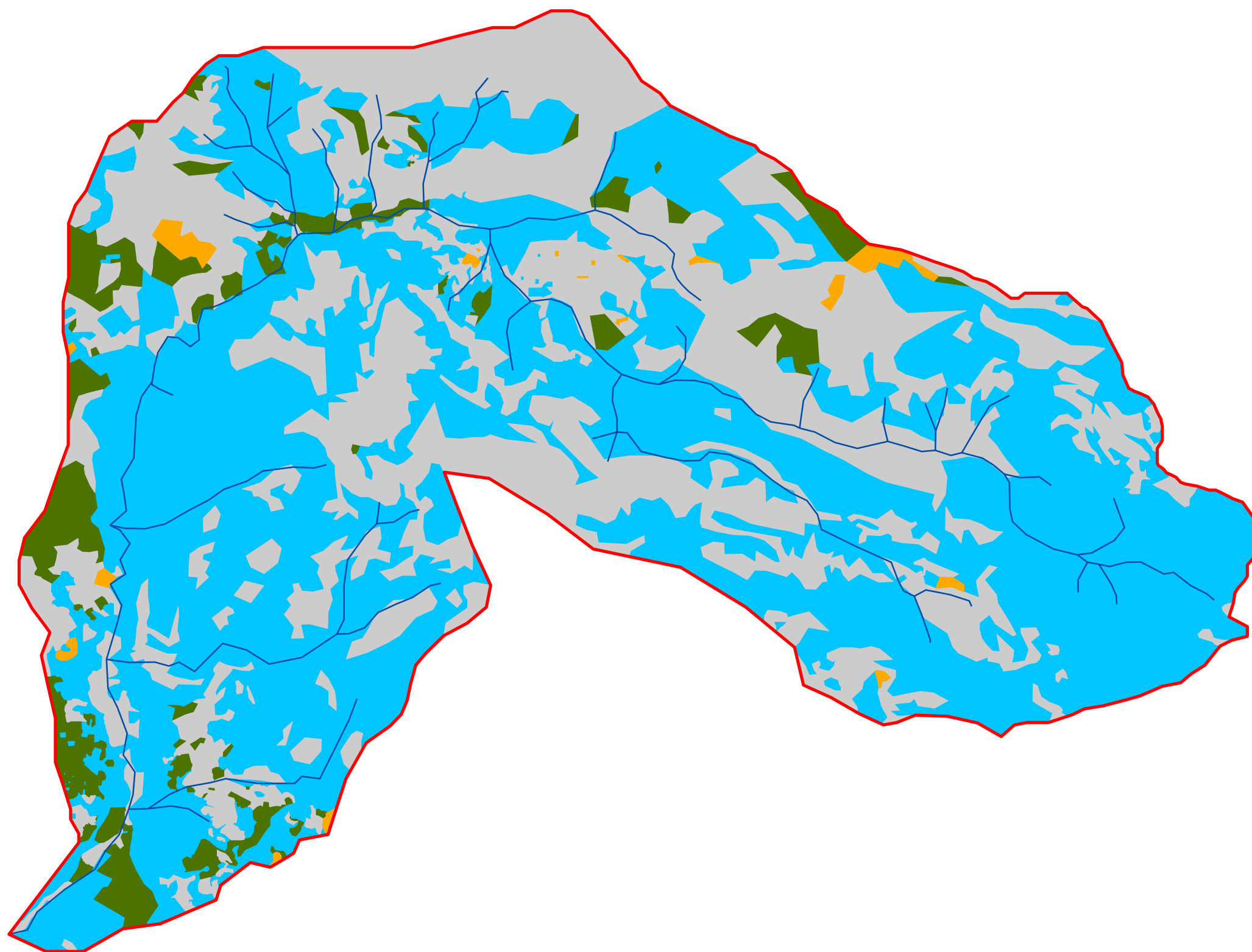
-  Јака
-  Средња
-  Слаба
-  Врло слаба

0 2 4 KM

ПРИЛОГ 4.39.





Ерозиони процеси на сливу Градашничке реке 2016. године

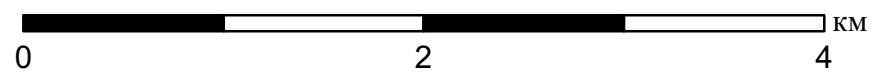
ЕРОЗИОНИ ПРОЦЕСИ НА СЛИВУ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ 2016. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

Категорије ерозије

-  Јака
-  Средња
-  Слаба
-  Врло слаба



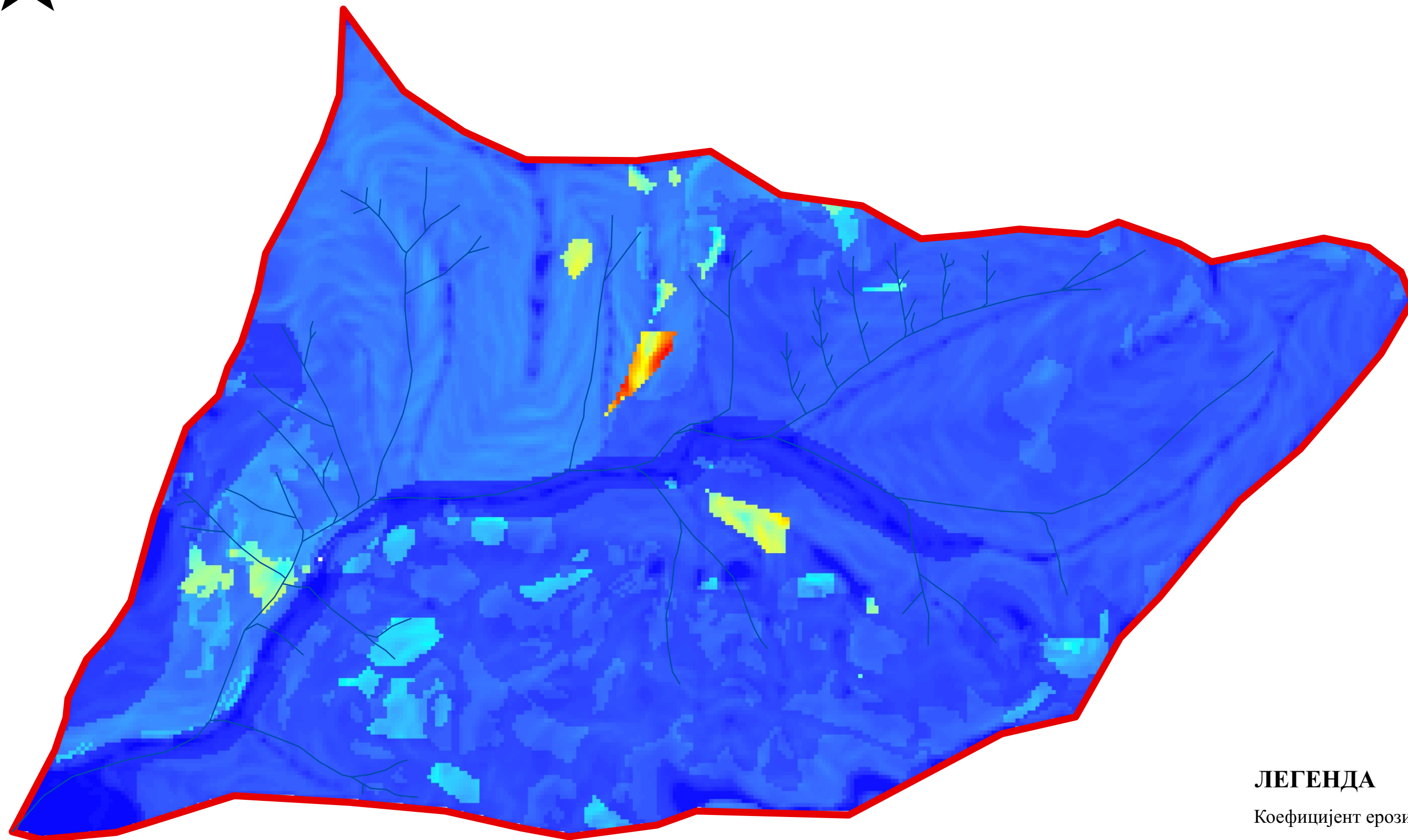
ПРИЛОГ 4.40.

Просторни распоред коефицијента ерозије Z на сливу Лукачеве

Долине 2016. године

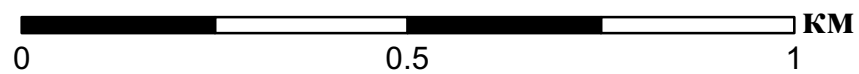
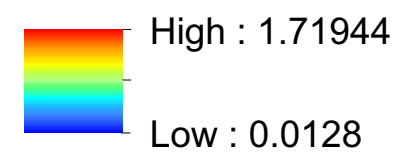


ПРОСТОРНИ РАСПОРЕД КОЕФИЦИЈЕНТА ЕРОЗИЈЕ Z НА СЛИВУ ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ 2016. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА

Коефицијент ерозије Z



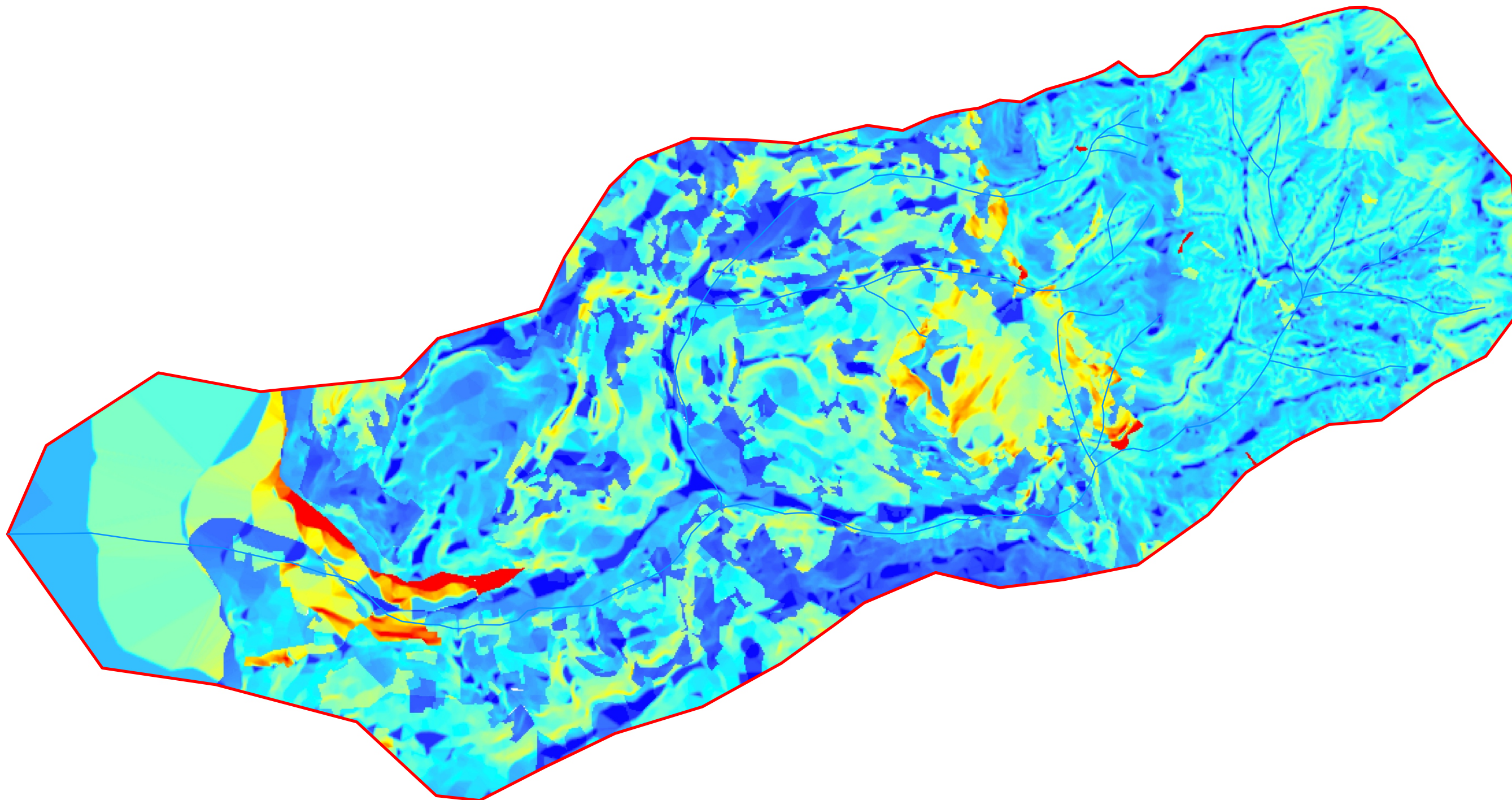
ПРИЛОГ 4.41.

Просторни распоред коефицијента ерозије Z на сливу

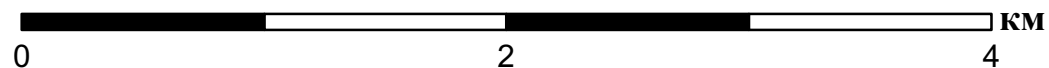
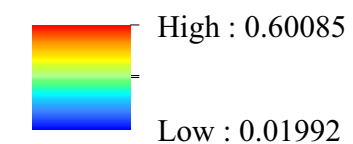
Габровачке реке 2016. године



ПРОСТОРНИ РАСПОРЕД КОЕФИЦИЈЕНТА ЕРОЗИЈЕ Z НА СЛИВУ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ 2016. ГОДИНЕ



ЛЕГЕНДА
Коефицијент ерозије Z



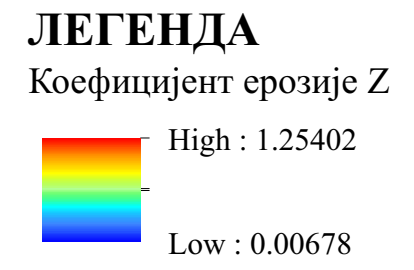
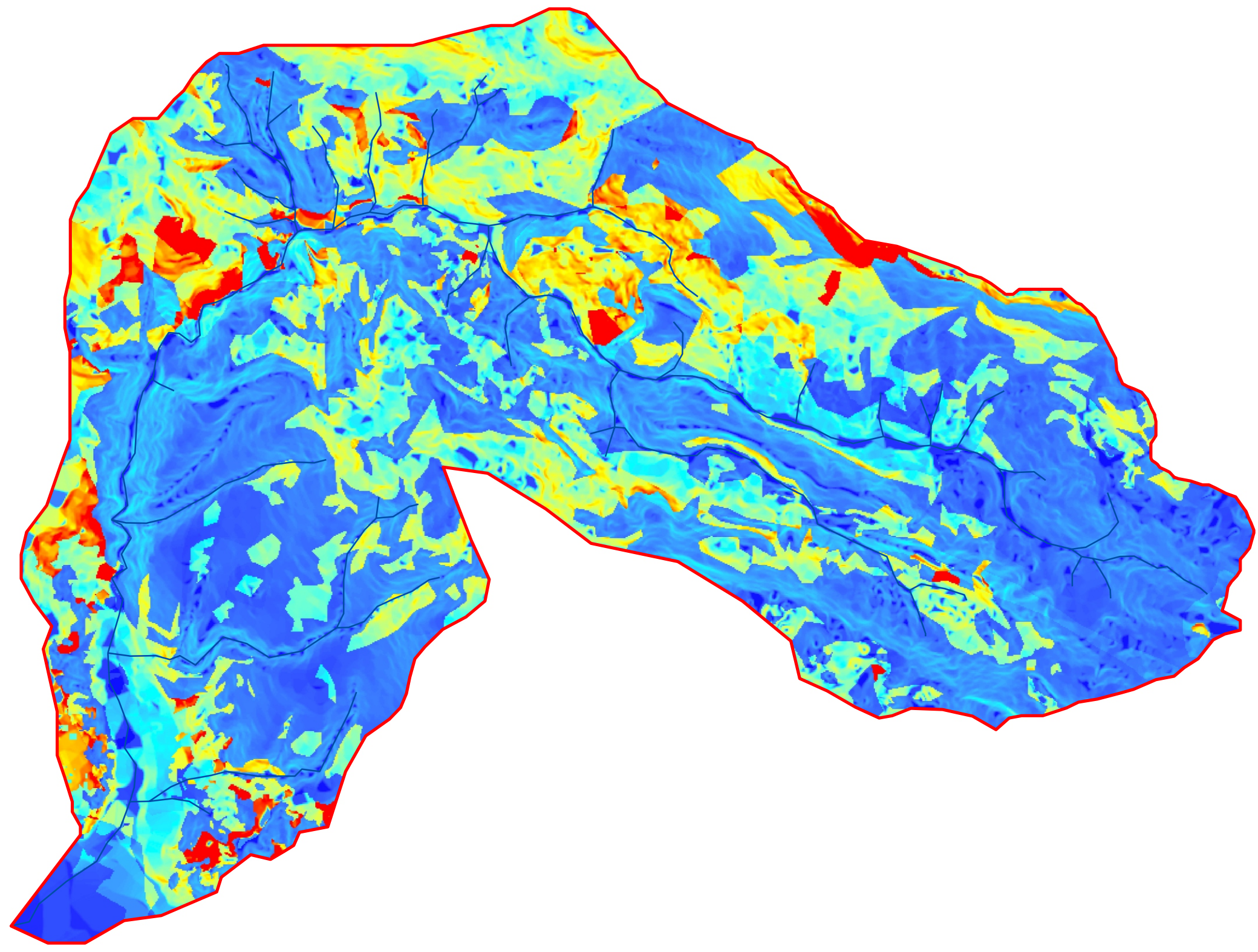
ПРИЛОГ 4.42.

Просторни распоред коефицијента ерозије Z на сливу

Градашничке реке 2016. године



ПРОСТОРНИ РАСПОРЕД КОЕФИЦИЈЕНТА ЕРОЗИЈЕ Z НА СЛИВУ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ 2016. ГОДИНЕ



4.5.5. WaTEM/SEDEM

Применом *WaTEM/SEDEM 2005* модела (Прилог 4.43.) добијене су просечне годишње вредности губитака земљишта услед деловања ерозионих процеса, као и количине акумулираног материјала на сливу Лукачеве Долине у 2016. години.

Карта ерозије и акумулације земљишта садржи негативне (ерозија) и позитивне (акумулација) вредности, а као излазне јединице изабране су $\text{t ha}^{-1} \cdot \text{god}^{-1}$ (Перовић, 2015).

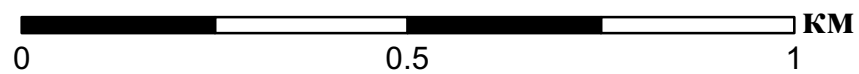
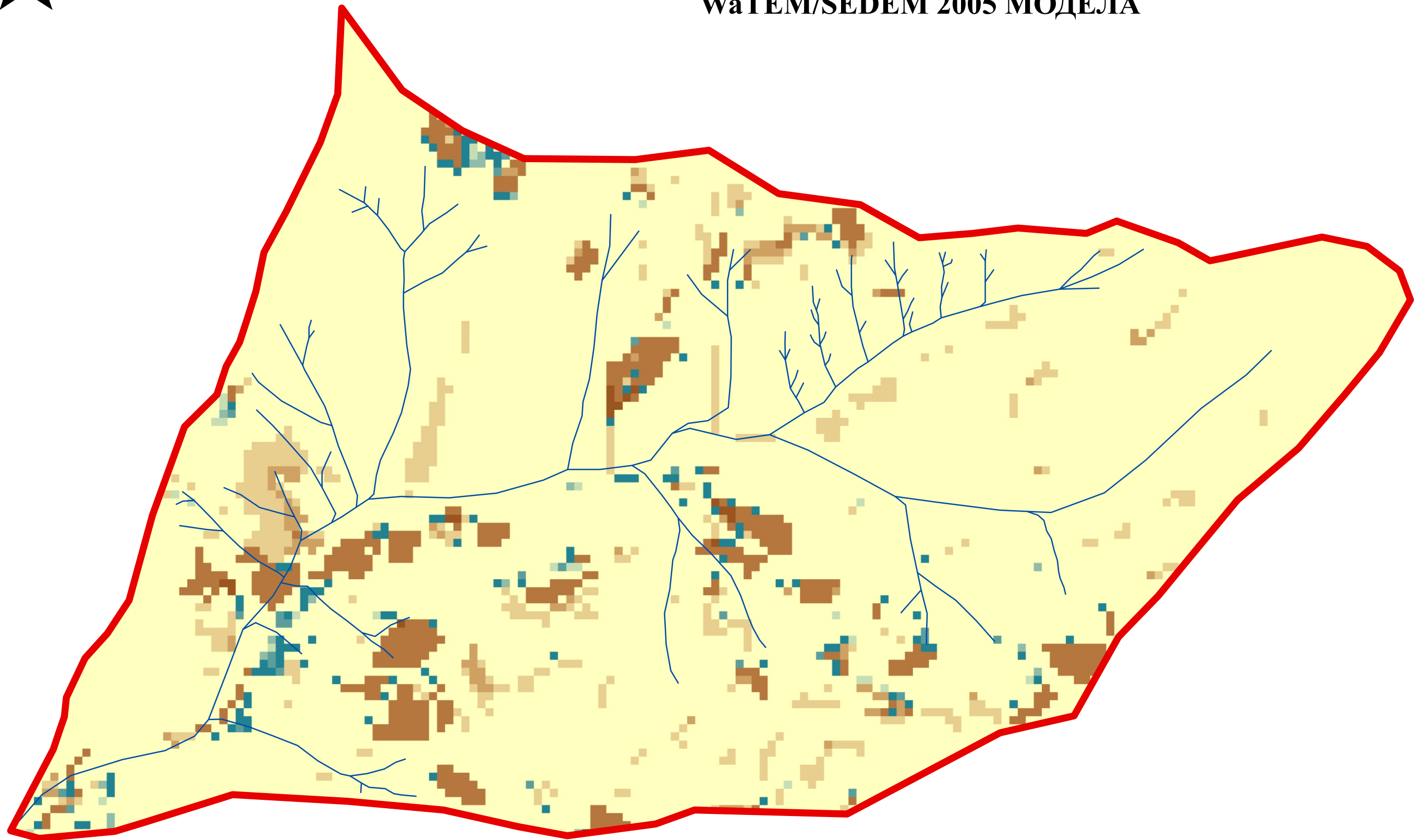
Максимална вредност губитка земљишта износи $3.500 \text{ t ha}^{-1} \cdot \text{god}^{-1}$, док максимална вредност акумулираног материјала износи $25.000 \text{ t ha}^{-1} \cdot \text{god}^{-1}$. Губици земљишта услед деловања ерозионих процеса крећу се у распону од $0-3.500 \text{ t ha}^{-1} \cdot \text{god}^{-1}$, при чему средња вредност губитака земљишта за слив Лукачеве Долине износи око $1,0 \text{ t ha}^{-1} \cdot \text{god}^{-1}$. Према интензитету, губици одговарају категорији врло слабе ерозије, чије се вредности крећу од $0-3 \text{ t ha}^{-1} \cdot \text{god}^{-1}$.

ПРИЛОГ 4.43.

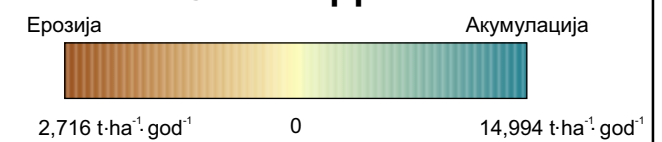
Просторни распоред губитака земљишта
на сливу Лукачеве Долине 2016. године применом
WaTEM/SEDEM 2005 модела



**ПРОСТОРНИ РАСПОРЕД ГУБИТАКА ЗЕМЉИШТА НА СЛИВУ
ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ 2016. ГОДИНЕ ПРИМЕНОМ
WaTEM/SEDEM 2005 МОДЕЛА**



ЛЕГЕНДА



4.5.6. RUSLE

Применом RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) модела добијене су просечне вредности губитака земљишта за сва три истраживана слива, у три временска пресека (*Табела 4.28.*), као и просторни распоред губитака (*Прилози: 4.44. – 4.52.*).

Средња вредност губитака земљишта, на сливу Лукачеве Долине 1955. године, пре примене противерозионих радова, износила је износила $47,43 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$. После извођења противерозионих радова ове вредности су драстично смањене, тако да је средња вредност губитака земљишта, 1970. године износила $1,97 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$, док је 2016. године средња вредност губитака земљишта смањена на $1,83 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$. Уочљиво је смањење вредности губитака земљишта кроз референтне временске пресеке, док се интензитет ерозионих процеса кретао од врло јаке до врло слабе ерозије.

Средња вредност губитака земљишта на сливу Габровачке реке 1955. године, износила је $2,88 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$. Губици земљишта 1970. године показују благи пораст, тако да је средња вредност износила $3,98 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$. У 2016. години средња вредност губитака је смањена на $1,14 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$. Уочљив је општи тренд смањења вредности губитака земљишта кроз референтне временске пресеке, и поред привременог раста 1970. године. Репрезентативни интензитет ерозионих процеса показао је променљиву динамику: од врло слабе ерозије 1957. године, преко слабе 1970. године, а затим поново врло слабе ерозије 2016. године.

Средња вредност губитака земљишта на сливу Градашничке реке 1955. године, пре примене противерозионих радова, износила је $5,96 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$. После извођења противерозионих радова, као и код слива Лукачеве Долине, ове вредности су драстично смањене, и то на средњу вредност од $3,04 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$. Средња вредност губитака земљишта, 2016. године, износила је $1,08 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$.

Репрезентативни интензитет ерозионих процеса, кроз три временска пресека, кретао се од слабе до врло слабе ерозије.

Табела 4.28.: Упоредни приказ губитака земљишта применом RUSLE модела

Период	Категорије интензитета ерозије (t·ha ⁻¹ ·god ⁻¹)	Квантитативни назив	Просечни интензитет ерозије (t·ha ⁻¹ ·god ⁻¹)
Лукачева Долина			
1955.	>40	Врло јака	47,43
1970.	0-3	Врло слаба	1,97
2016.	0-3	Врло слаба	1,83
Габровачка река			
1955.	0-3	Врло слаба	2,88
1970.	3-10	Слаба	3,98
2016.	0-3	Врло слаба	1,14
Градашничка река			
1955.	3-10	Слаба	5,96
1970.	3-10	Слаба	3,04
2016.	0-3	Врло слаба	1,08

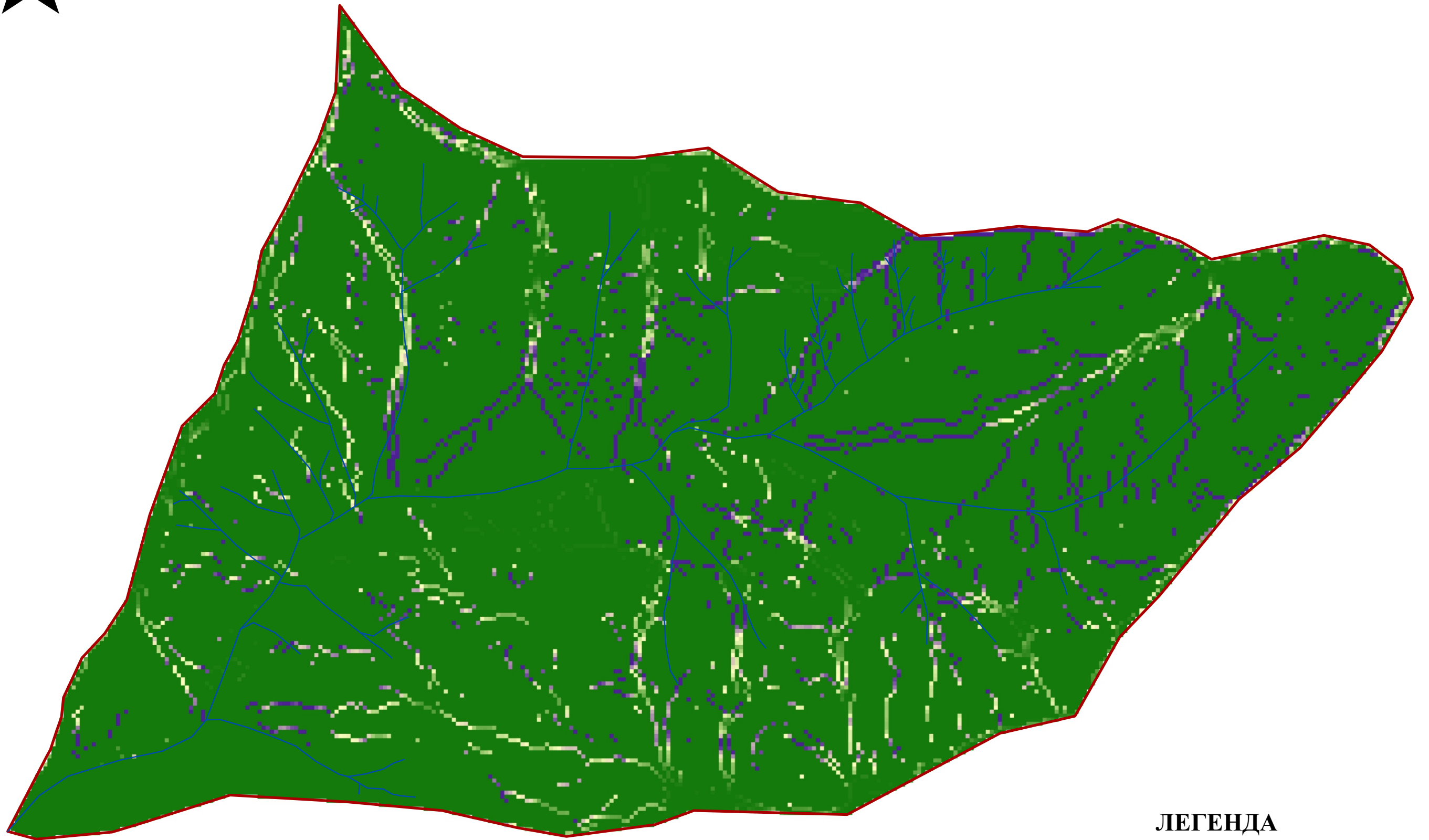
ПРИЛОГ 4.44.

Губици земљишта на сливу Лукачеве Долине 1955. године
применом методе RUSLE

N

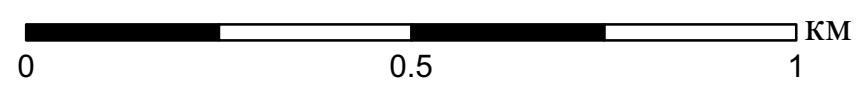
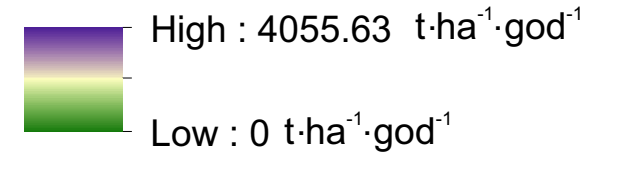


ГУБИЦИ ЗЕМЉИШТА НА СЛИВУ ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ 1955. ГОДИНЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ RUSLE



ЛЕГЕНДА

Губици земљишта



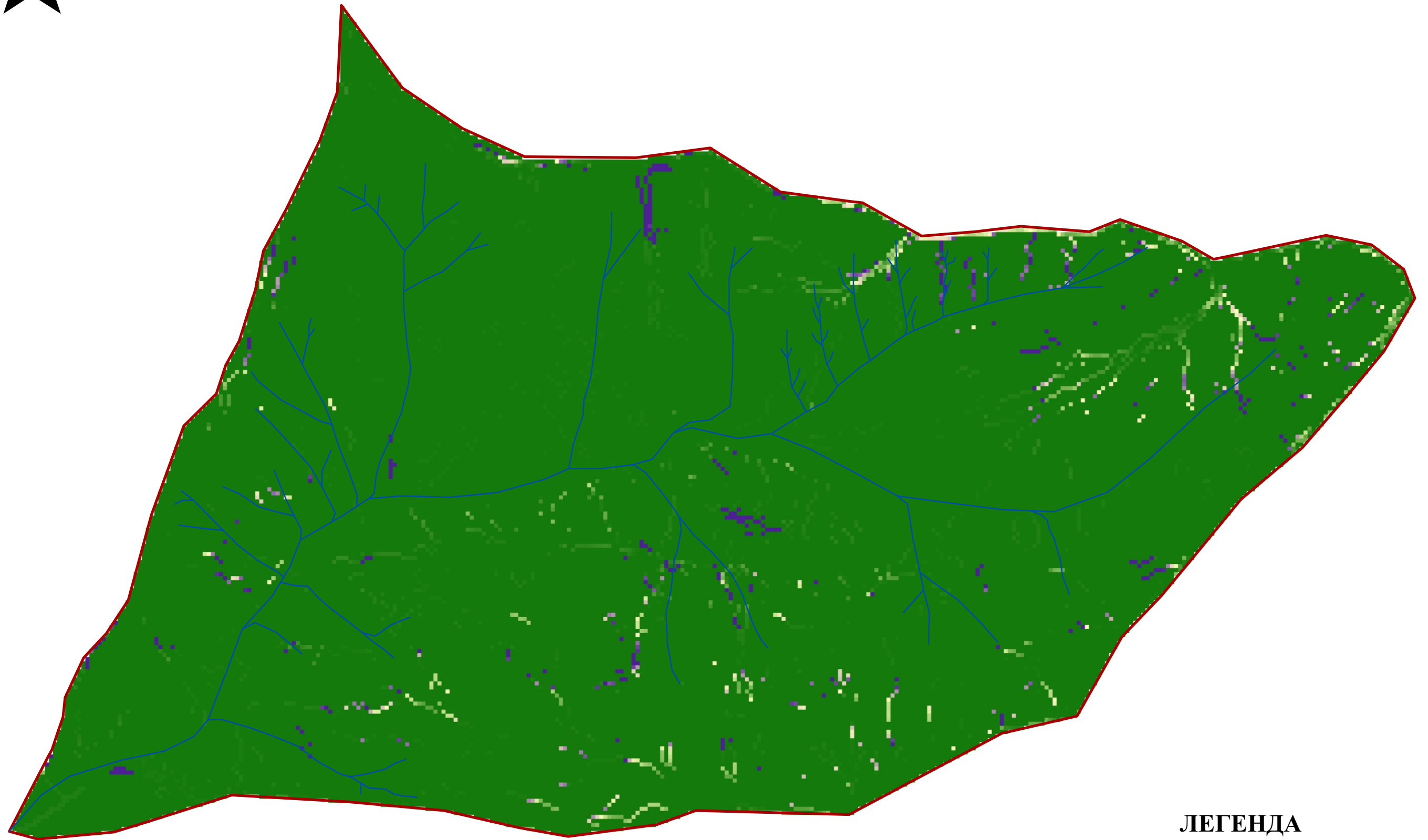
ПРИЛОГ 4.45.

Губици земљишта на сливу Лукачеве Долине 1970. године
применом методе RUSLE

N

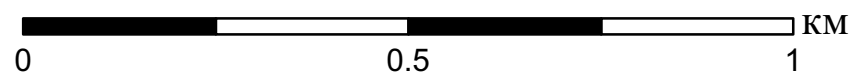
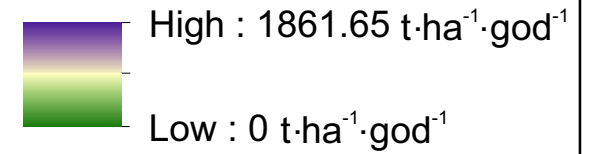


ГУБИЦИ ЗЕМЉИШТА НА СЛИВУ ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ 1970. ГОДИНЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ RUSLE



ЛЕГЕНДА

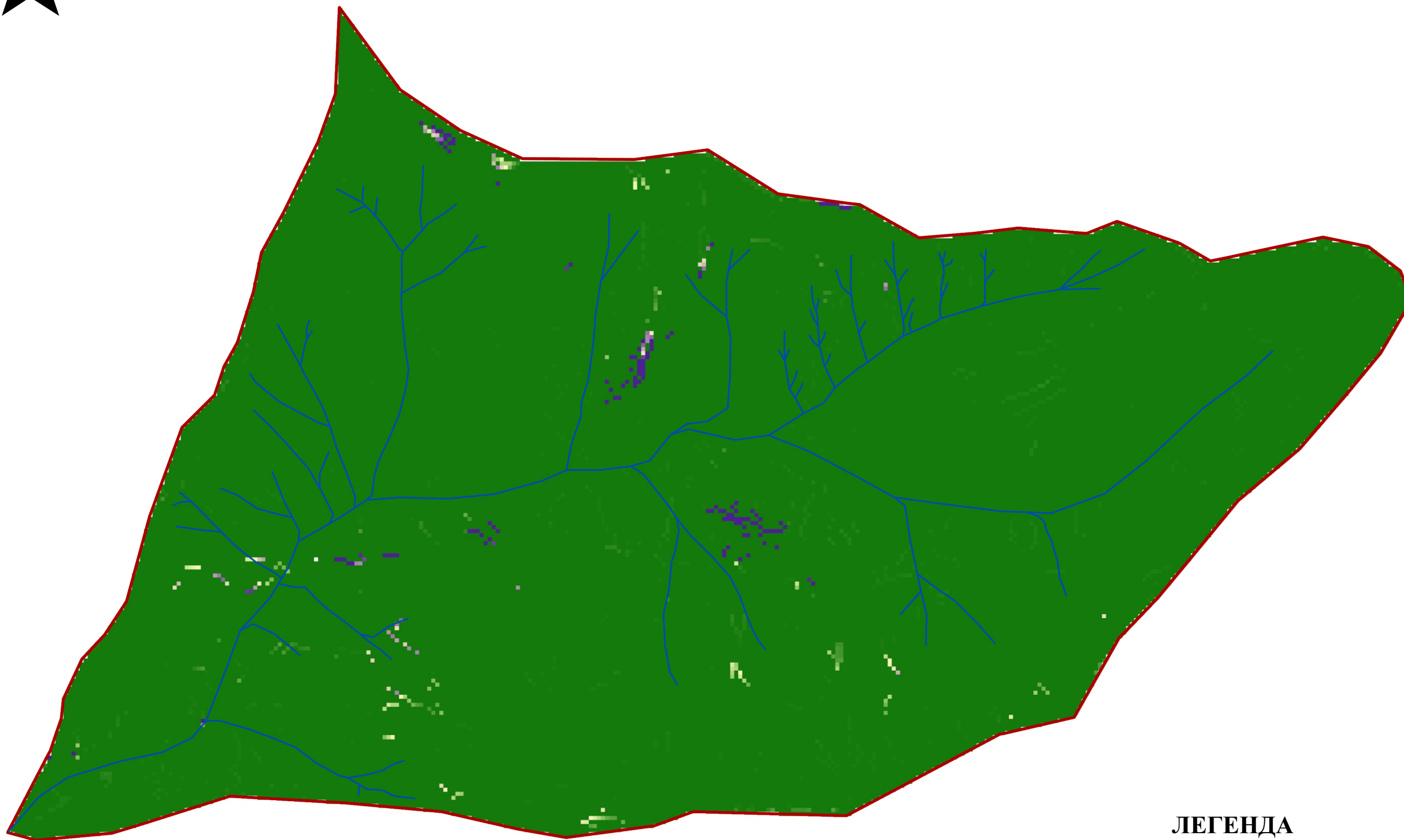
Губици земљишта



ПРИЛОГ 4.46.

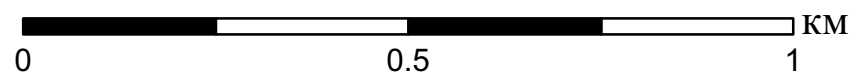
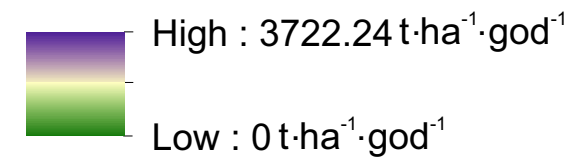
Губици земљишта на сливу Лукачеве Долине 2016. године
применом методе RUSLE

ГУБИЦИ ЗЕМЉИШТА НА СЛИВУ ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ 2016. ГОДИНЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ RUSLE



ЛЕГЕНДА

Губици земљишта

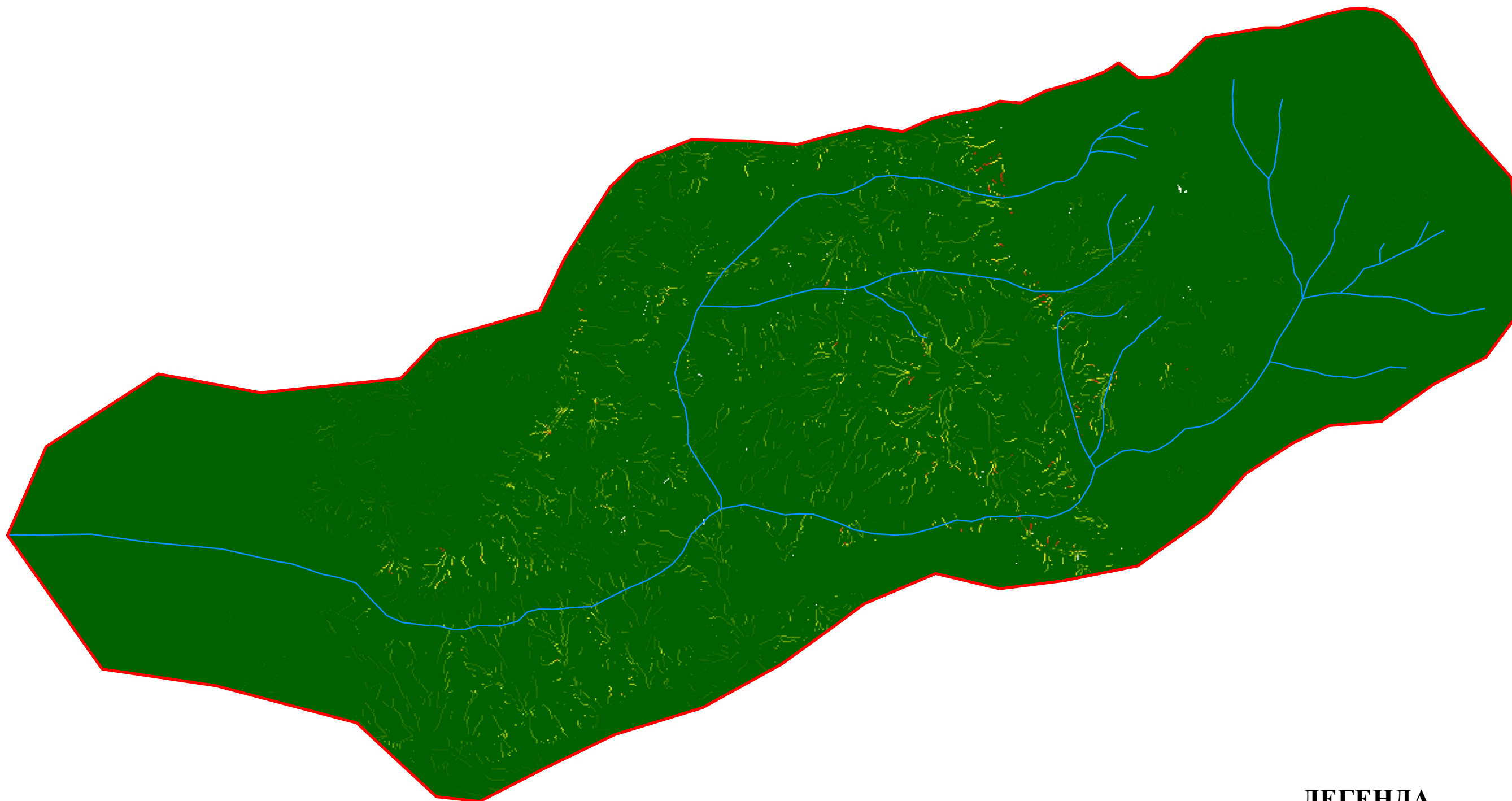


ПРИЛОГ 4.47.

Губици земљишта на сливу Габровачке реке 1955. године
применом методе RUSLE

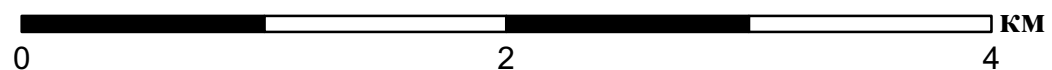
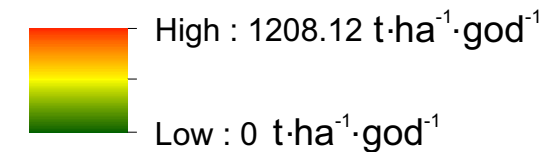


ГУБИЦИ ЗЕМЉИШТА НА СЛИВУ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ 1955. ГОДИНЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ RUSLE



ЛЕГЕНДА

Губици земљишта

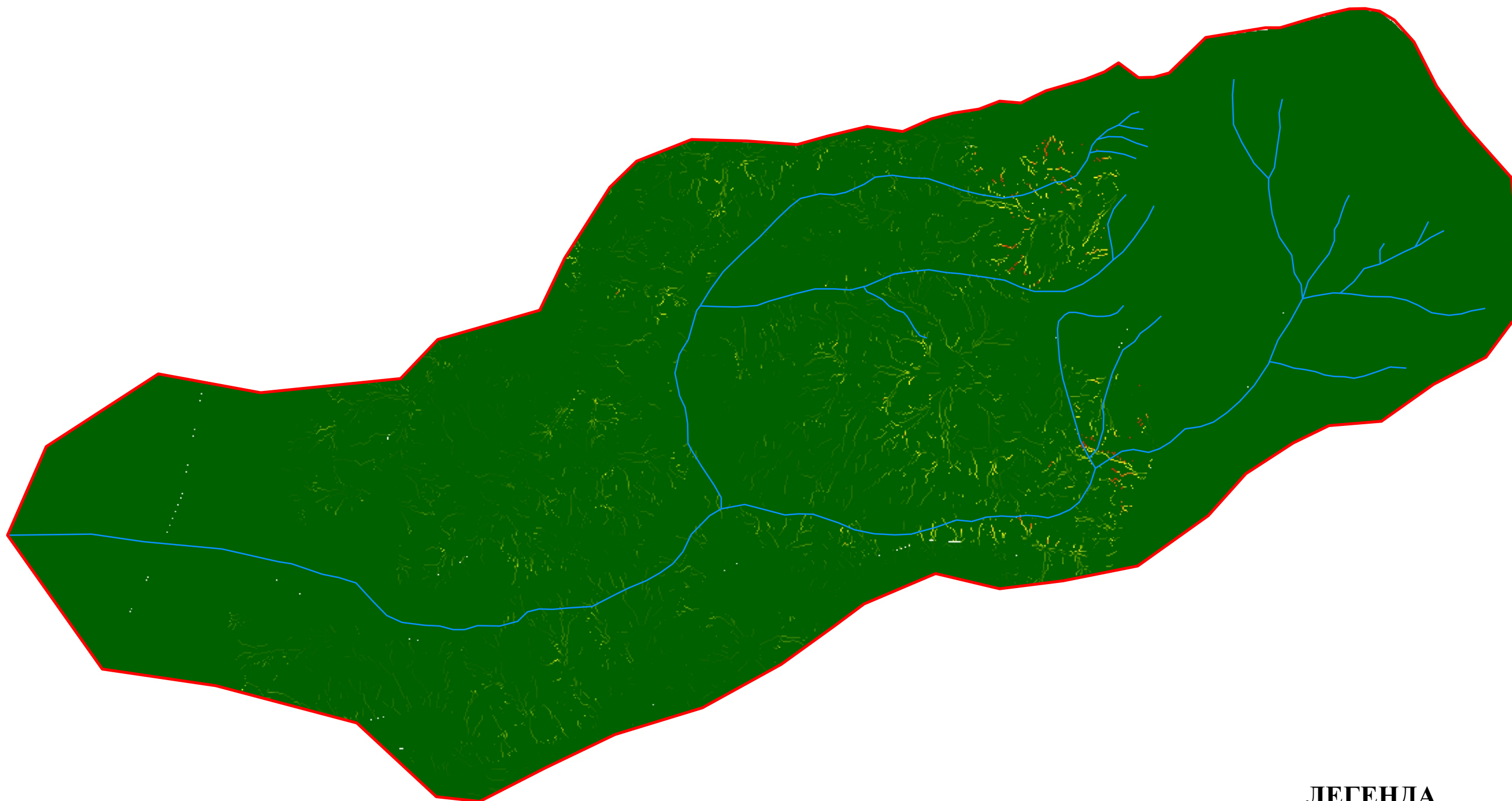


ПРИЛОГ 4.48.

Губици земљишта на сливу Габровачке реке 1970. године
применом методе RUSLE

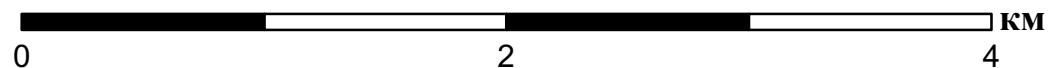
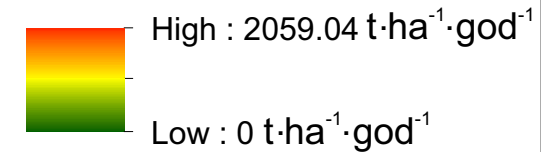


ГУБИЦИ ЗЕМЉИШТА НА СЛИВУ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ 1970. ГОДИНЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ RUSLE



ЛЕГЕНДА

Губици земљишта

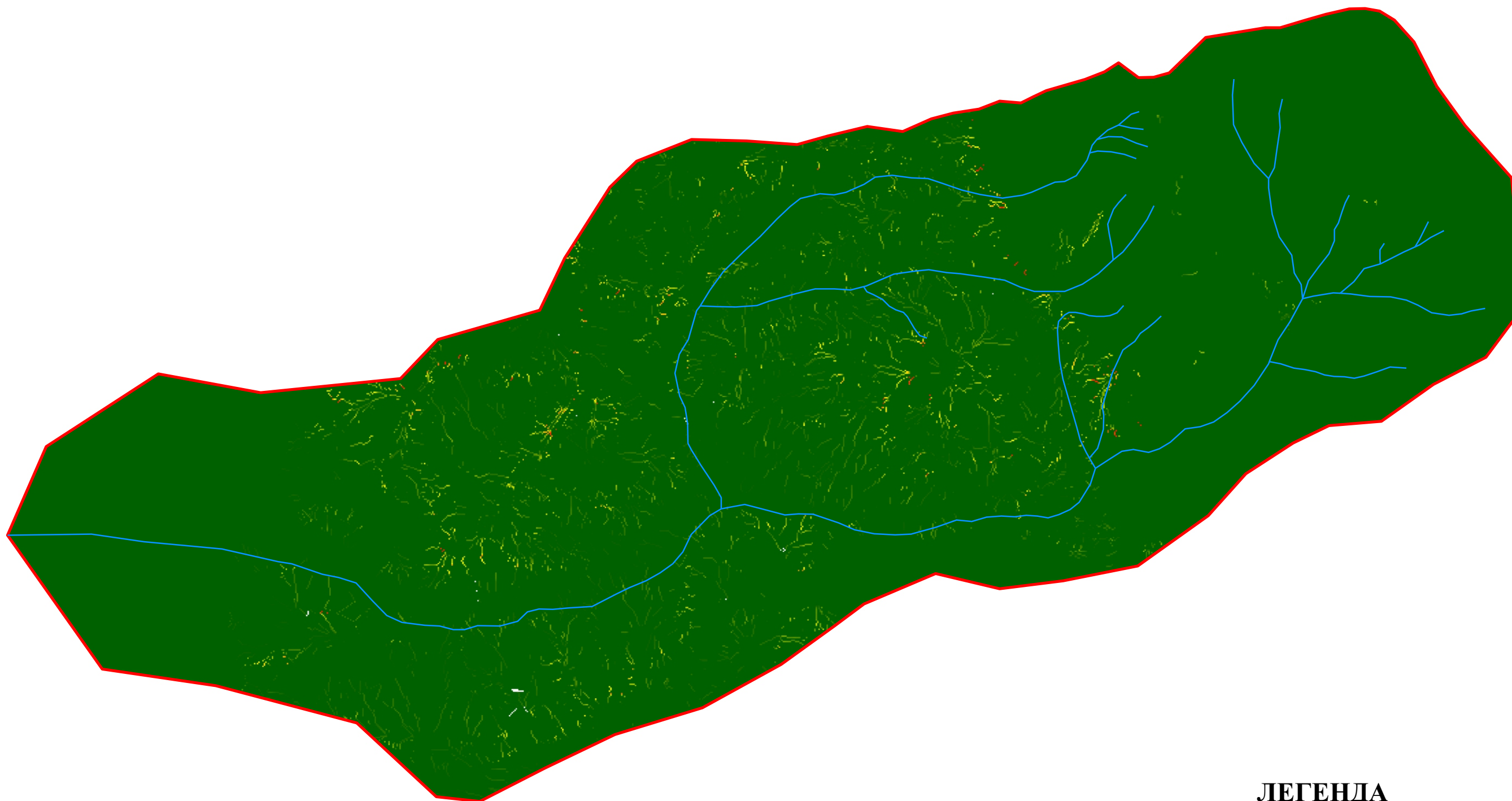


ПРИЛОГ 4.49.

Губици земљишта на сливу Габровачке реке 2016. године
применом методе RUSLE

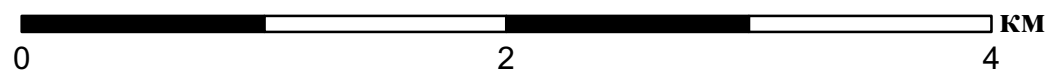
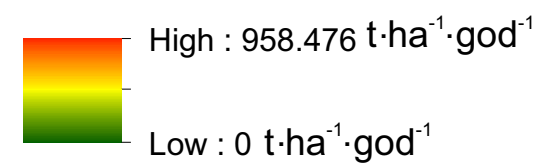


ГУБИЦИ ЗЕМЉИШТА НА СЛИВУ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ 2016. ГОДИНЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ RUSLE



ЛЕГЕНДА

Губици земљишта

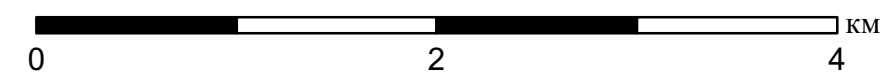
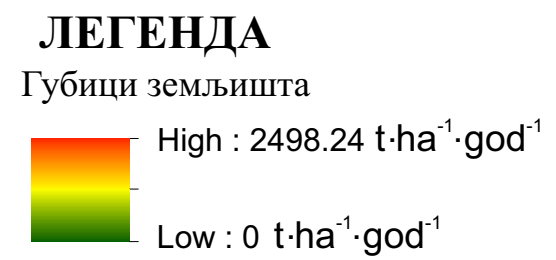
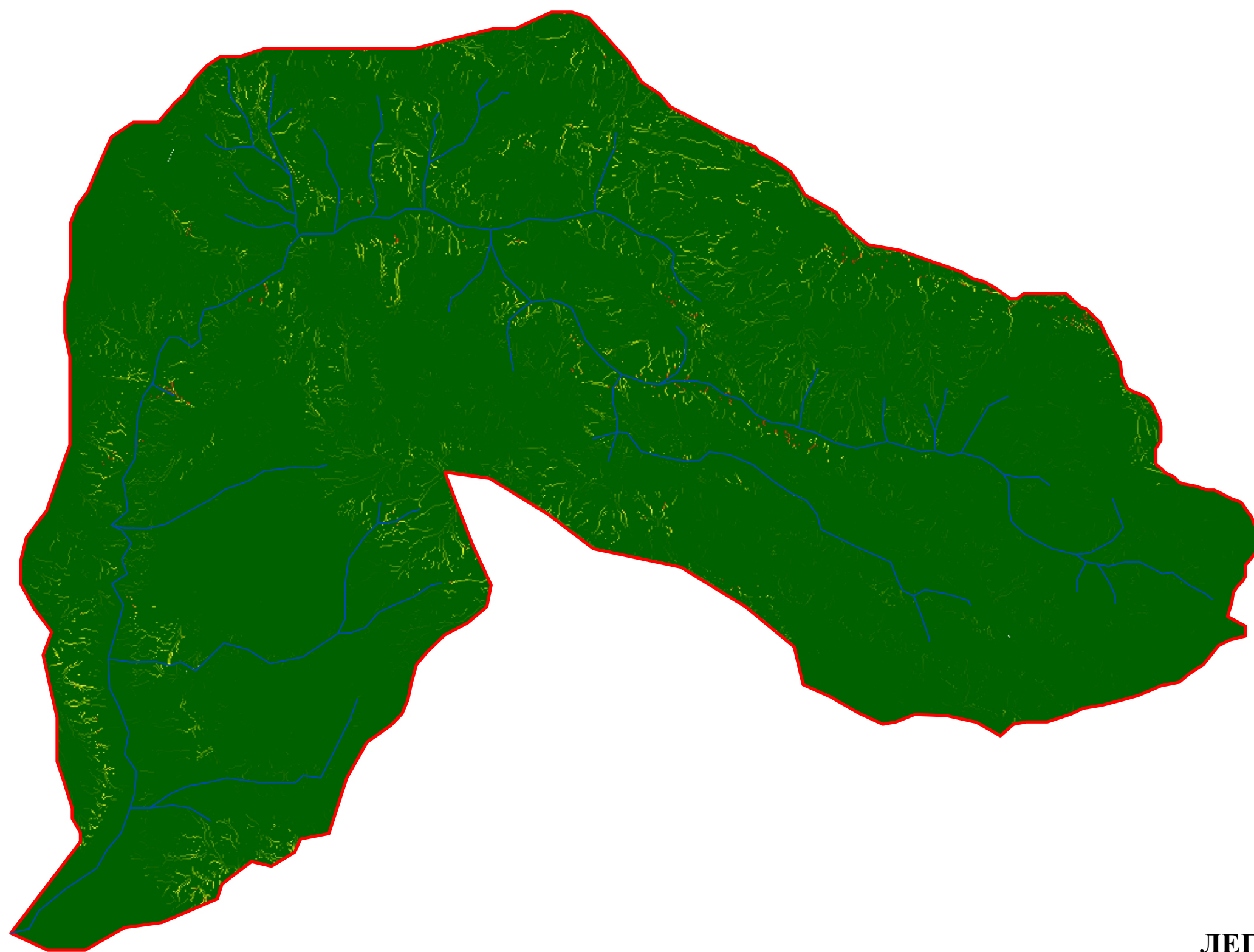


ПРИЛОГ 4.50.

Губици земљишта на сливу Градашничке реке 1955. године
применом методе RUSLE



ГУБИЦИ ЗЕМЉИШТА НА СЛИВУ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ 1955. ГОДИНЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ RUSLE



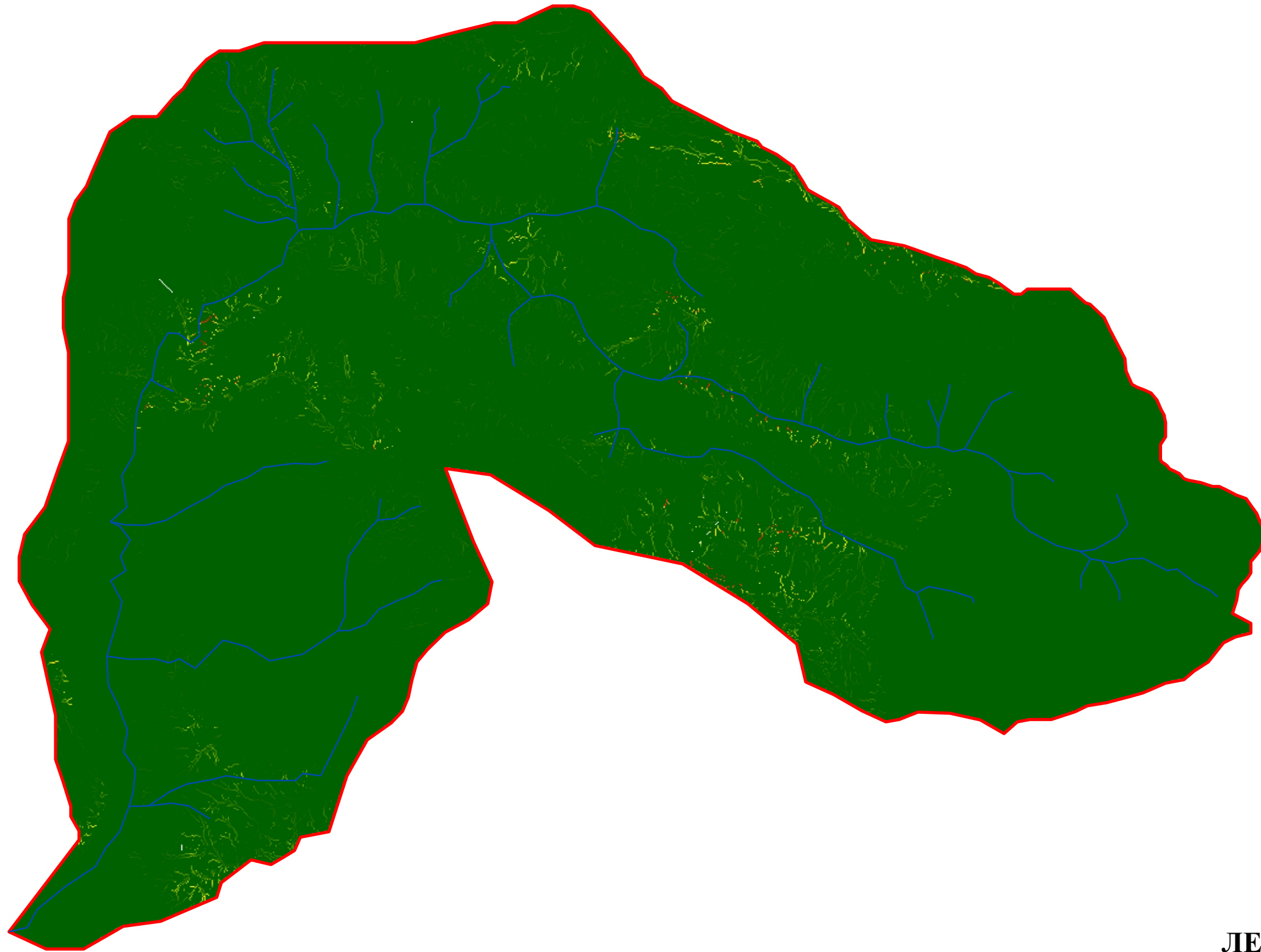
ПРИЛОГ 4.51.

Губици земљишта на сливу Градашничке реке 1970. године
применом методе RUSLE

N

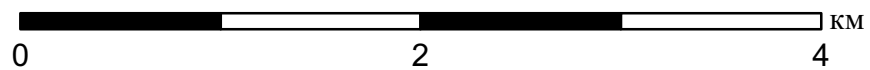
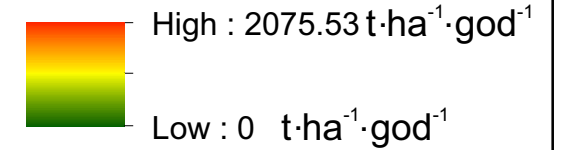


ГУБИЦИ ЗЕМЉИШТА НА СЛИВУ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ 1970. ГОДИНЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ RUSLE



ЛЕГЕНДА

Губици земљишта

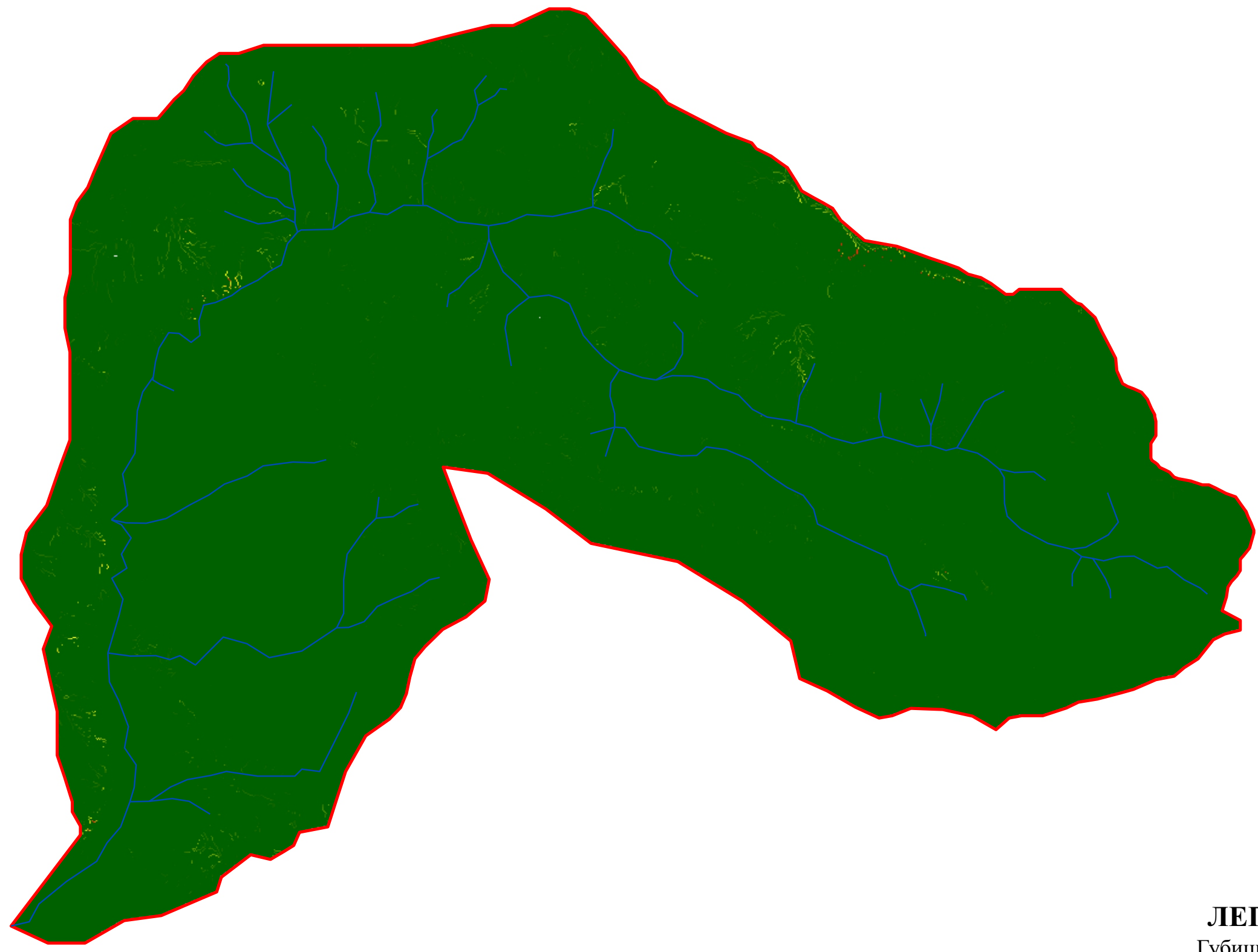


ПРИЛОГ 4.52.

Губици земљишта на сливу Градашничке реке 2016. године
применом методе RUSLE

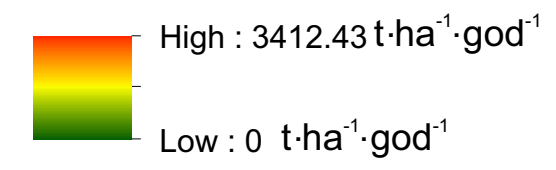


ГУБИЦИ ЗЕМЉИШТА НА СЛИВУ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ 2016. ГОДИНЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ RUSLE



ЛЕГЕНДА

Губици земљишта



4.5.7. Примена методе „Потенцијала ерозије“ за анализу ерозионе продукције

Применом „Методe потенцијала ерозије“, на подручју истраживања, добијене су аналитичке средње вредности коефицијента ерозије (Табела 4.29.) и вредности укупне и специфичне продукције наноса, као и вредности годишњег и специфичног проноса наноса (Табела 4.31.) за три сливна подручја, кроз три референтна временска пресека.

Табела 4.29.: Аналитичке вредности коефицијента ерозије

Период	Категорија ерозије	Квантитативни назив	Средња вредност коефицијента ерозије
Лукачева Долина			
1955.	I	Експесивна	1,124
1970.	IV	Слаба	0,332
2016.	IV	Слаба	0,238
Габровачка река			
1955.	III	Средња	0,410
1970.	IV	Слаба	0,249
2016.	V	Врло слаба	0,153
Градашничка река			
1955.	III	Средња	0,465
1970.	IV	Слаба	0,341
2016.	V	Врло слаба	0,151

Подаци о просечним годишњим количинама падавина за слив Лукачеве Долине, у периоду I, односе се на податке мерења у интервалу од 1923–1940. године. У периоду II односе се на податке мерења од 1946-1970. године, а у периоду III односе се на мерења од 1971-2015. године. Подаци о просечним годишњим количинама падавина за слив Габровачке реке, у периоду I, односе се на податке мерења у интервалу од 1923–1953. године. У периоду II односе се на податке мерења од 1960-1970. године и у периоду III односе се на мерења од 1971-2015. године.

Табела 4.30.: Улазни параметри за прорачун ерозионе продукције и проноса
наноса

Улазни подаци	Ознака	Слив								
		Лукачева Долина			Габровачка река			Градашничка река		
		Временски пресек			Временски пресек			Временски пресек		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
Прос. год. кол. падавина	P_{sr} (mm)	825	673,5	711	529	593,8	625	568	671	599,6
Коефицијент ерозије	Z	1,124	0,332	0,238	0,410	0,249	0,153	0,465	0,341	0,151
Средња висинска разлика	D (km)	0,26			0,23			0,41		
Средња над. висина	H_{sr} (m)	590			420			770		
Дужина главног тока	L (m)	4,19			12,77			17,10		
Обим слива	O (km)	9,27			27,15			34,05		
Кота ушћа	K_u (m)	330			195			365		
Површина слива	F (km ²)	4,08			33,06			43,15		
Прос. год. темп. ваздуха	t_{sr} (°C)	11,94			11,6			10,8		

Подаци о годишњим количинама падавина за слив Градашничке реке, у периоду I, односе се на податке мерења у периоду од 1923–1951. године. У периоду II односе се на податке мерења од 1946-1970. године, а у периоду III односе се на мерења од 1971-2015. године.

Коефицијент ерозије Z на сливу Лукачеве Долине, у референтним временским пресецима, кретао се од $Z_{1955}=1,124$ (експесивна ерозија), преко $Z_{1970}=0,322$, до $Z_{2016}=0,238$ (слаба ерозија). Овакво смањење коефицијента ерозије, после извођења противерозионих радова, пропорционално се одразило и на остале показатеље ерозионог статуса. Вредности репрезентативних параметара, у сва три временска пресека, износе: годишње ерозионе продукције $W_{god1955}=14.327 \text{ m}^3$, специфичне ерозионе продукције $W_{sp1955}=3.511 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, проноса наноса

$G_{god1955}=6.269,96 \text{ m}^3/\text{god}$ и специфичног проноса наноса $G_{sp1955}=1.536,75 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$; $W_{god1970}=1.877,59 \text{ m}^3$; $W_{sp1970}=460,19 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, $G_{god1970}=821,69 \text{ m}^3/\text{god}$, $G_{sp1970}=201,39 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, $W_{god2016}=1.203,07 \text{ m}^3$, $W_{sp2016}=294,87 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, $G_{god2016}=526,50 \text{ m}^3/\text{god}$, $G_{sp2016}=129,04 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

Коефицијент ерозије Z на сливу Габровачке реке, у референтним временским пресецима, кретао се од $Z_{1955}=0,410$ (средња ерозија), преко $Z_{1970}=0,249$ (слаба ерозија), до $Z_{2016}=0,153$ (врло слаба ерозија). Остали показатељи ерозионог статуса, пре и после извођења противерозионих радова, имали су следеће вредности: $W_{god1955}=16.182,63 \text{ m}^3$, $W_{sp1955}=489,49 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, $G_{god1955}=7.026,23 \text{ m}^3/\text{god}$, $G_{sp1955}=1.722,12 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$; $W_{god1970}=8.598,21 \text{ m}^3$, $W_{sp1970}=260,08 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, $G_{god1970}=3.733,20 \text{ m}^3/\text{god}$, $G_{sp}=915,0 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$; $W_{god2016}=4.353,48 \text{ m}^3$, $W_{sp2016}=131,84 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, $G_{god2016}=1.892,38 \text{ m}^3/\text{god}$, $G_{sp}=57,24 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

Коефицијент ерозије Z на сливу Градашничке реке, у референтним временским пресецима, кретао се од $Z_{1955}=0,465$ (средња ерозија), преко $Z_{1970}=0,341$ (слаба ерозија), до $Z_{2016}=0,151$ (врло слаба ерозија). Остали показатељи ерозионог статуса, пре и после извођења противерозионих радова, имали су следеће вредности: $W_{god1955}=25.508,14 \text{ m}^3$, $W_{sp1955}=614,33 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, $G_{god1955}=14.259,68 \text{ m}^3/\text{god}$, $G_{sp1955}=336,72 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$; $W_{god1970}=19.665,52 \text{ m}^3$; $W_{sp1970}=455,75 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, $G_{god1970}=10.779,10 \text{ m}^3/\text{god}$, $G_{sp}=49,81 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$; $W_{god2016}=5.178,71 \text{ m}^3$; $W_{sp2016}=120,02 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, $G_{god2016}=2.838,56 \text{ m}^3/\text{god}$, $G_{sp}=65,78 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

Табела 4.31.: Рекапитулација резултата прорачуна ерозионе продукције и проноса наноса

Период	Површина слива km ²	Коеф. ретензије Ru	W _{god} m ³	W _{sp} m ³ ·god ⁻¹ ·km ⁻²	G _{god} m ³ /god	G _{sp} m ³ ·god ⁻¹ ·km ⁻²
Лукачева Долина						
1955.	4,08	0,44	14.327,17	3.511,56	6.269,96	1.536,75
1970.			1.877,59	460,19	821,69	201,39
2016.			1.203,07	294,87	526,50	129,04
Габровачка река						
1955.	33,06	0,43	16.182,63	489,49	7.026,23	1.722,12
1970.			8.598,21	260,08	3.733,20	915,0
2016.			4.358,48	131,84	1.892,38	57,24
Градашничка река						
1955.	43,15	0,55	25.508,14	614,33	14.259,68	336,72
1970.			19.665,52	455,75	10.779,10	249,81
2016.			5.178,71	120,02	2.838,56	65,78

4.6. Изведени противерозиони радови

Ерозија је природни феномен који је присутан на целокупној површини земље. С обзиром да представља процес промена на површинском слоју Земљиног рељефа, које настају као последица деловања кише, снега, мраза, температурних разлика, ветра и текућих вода, или услед деловања антропогених чинилаца, као таква не може се у потпуности спречити (Костадинов, 2008). Сврха извођења противерозионих радова је да се на датом подручју процеси ерозије сведу на минимум, како би се у што је могуће већој мери, смањило одношење површинског, хранљивог слоја земљишта који је основа пољопривредне производње, затим да се смањи ерозиона продукција и пронос наноса на сливу, повећа површина под стабилним вегетационим покривачем и смањи ризик од појаве бујичних поплава.

Развој ерозионих процеса на истраживаном подручју зависи од климатских фактора (падавине, температура, инсолација, ветар), геолошких фактора (геолошки састав терена, врсте стена), рељефа (нагиб падина, дужина и облик падина; карактеристике хидрографске мреже), вегетационог покривача (врсте, квалитета и структуре), земљишта (типа, структуре, текстуре) и антропогених фактора (начина коришћења земљишта, квалитета управљања шумским и пољопривредним површинама, степена урбанизације).

Продукт ерозионих процеса на сливу и кориту водотока је ерозиони нанос који се након покретања са матичног локалитета, под утицајем текуће воде и гравитације, креће падинама и доспева у хидрографску мрежу. У којој мери ће транспорт наноса у хидрографској мрежи бити настављен зависи од величине фракција и транспортне способности тока. Једна од доминантних карактеристика бујичних токова јесте високо учешће чврсте фазе (наноса), у двофазном флуиду (вода+нанос). Присуство наноса у водотоку доводи до повећања запремине и протицаја двофазног флуида, и на овај начин се директно увећава ризик од изливања воде из корита.

Када је на датом подручју интензитет ерозије велики, долази до одношења земљишта, што је нарочито изражено на површинама са већим нагибом, а у екстремним случајевима процес напредује до матичне стене.

У табелама 4.31., 4.35. и 4.39. су приказане цене коштања изведених радова (техничких, биотехничких и биолошких), а према предрачунима трошкова који су преузети из техничке документације („Главни пројекат: Лукачева Долина, слив Власине“, 1955. године, „Главни пројекат уређења слива Габровачке реке“, 1957. године и „Слив реке Нишаве – бујица звана Градашничка река“, 1956. године) и цене коштања истих радова, према ценама из 2016. године (ценовник ЈВП „Србијаводе“ Београд и ЈП „Србијашуме“ Београд), а на основу количина из предмера претходно наведене техничке документације. Према подацима Народне

банке Југославије, у периоду од 01.01.1952. године, до јуна 1965. године, средњи курс долара био је 1 УСД=300 РСД. На дан 31.12.2016. године, по курсној лист бр. 253, Народне банке Србије, 1 УСД =117,1353 РСД.

4.6.1. Изведени противерозиони радови на сливу Лукачеве Долине

Слив Лукачеве Долине истражен је у целости, а између осталог, издвојено је 27 посебних целина унутар којих су изведени пројектовани противерозиони радови. Акцент је био на извођењу биолошких и биотехничких радова на сливу, после чега је следила примена техничких мера, у складу са одговарајућом пројектном документацијом.

На површини 1 (*Прилог 4.53.*) изведени су радови ресурекционе сече, путем ламела по изохипси, ширине 10 m. Ресурекциона сеча је мера обнове код багремових шума, и врши се „на пањ“, што ближе земљи, након чега се из пањева јављају изданци. Радове су изводили приватни власници парцела, под надзором шумарских инжењера. Унутар багремове културе, ретког склопа, формирана су три реда зидића против спирања, ради задржавања и успоравања површинског отицаја и заустављања органског материјала из земљишта.

На површини број 2 обављена је конверзија ратарске у воћарску производњу, подизањем засада шљиве, док су на површинама између редова стабала формиране контурне бразде, на којима је обављена сетва травно-легуминозне смеше: *Lotus corniculatus* (40%), *Dactylis glomerata* (25%), *Arrhenatherum elatius* (15%) и *Festuca rubra* (20%). Контурне бразде на падини великог нагиба повољно су утицале на задржавање влаге за засад шљива и развој бујне приземне вегетације.

На површини број 3 изведени су зидићи против спирања у зони вододерина, после чега је извршено пошумљавање багремом (50%), храстом (30%) и багремцем (20%).

Површина број 4 заштићена је пошумљавањем на градоне, уз затрављивање одговарајућом травно-легуминозном смешом. Прописана је забрана кресања лисника, које је било заступљено на стаблима у реткој храстовој шуми, обраста до 15%, са висином стабала од 8-10 m. Примена административних мера допринела је опоравку шумске вегетације и бржем развоју средњег спрата вегетације који је формиран од аутохтоног глога (род: *Crataegus*) и трна (црни трн или трњина – *Prunus spinosa*).

Површина број 5 третирана је „шкарпирањем“ вододерина (засецање косина) на подручју Ливађа, Рида и Колибишта, затрављивањем површина између редова засада шљиве, које су коришћене у циљу конверзије ратарских у воћарске културе.

На површини број 6 спроведена је административна мера забране кресања лисника у реткој и девастираној храстовој шуми, у којој је од вегетације преостала још једино ретка трава.

Површина број 7, једина је на целом сливу Лукачеве Долине која је коришћена за ратарску производњу, применом технике контурне обраде (орање по изохипси).

На површинама број 8 и 9, које су биле у потпуности избраздане услед уништавања и крчења шуме, извршено је пошумљавање (слика 4.10.) на градоне црним бором (50%) и багремом (50%).

Површина број 10 која захвата слив притоке Јовшин До (слика 4.11.-лево), третирана је пошумљавањем на градоне, засадом бора, леске и багрема, и формирањем 3 реда зидића против спирања.



Слика 4.10.: Површине 8 и 9 (фотографија: В. Милојевић)

Површина број 11 налази се на десној обали Лукачеве Долине, у средишњем делу. Овај део слива први је третиран противерозионим радовима, и то формирањем зидића против спирања и пошумљавањем (слика 4.11.-десно), при чему су коришћене пионирске врсте (багремац, дивља ружа, црни јасен и глог).



Слика 4.11.: Површине 10-лево и 11-десно (фотографија: В. Милојевић)

Површина број 12 била је њива, али је услед прекомерне обраде на великом нагибу и губитка плодности, преведена у пашњак који је врло брзо остао без вегетације. Ова површина је третирана пошумљавањем на градоне, садницама црног бора.

Површине број 13 и 14 нису третиране противерозионим радовима, јер су биле у задовољавајућем стању, односно, без изражених последица утицаја ерозије и површинског спирања. Местимично су биле под ораницама, које су испресецане стабилним ливадама, тако да је на овај начин одношење органског хоризонта земљишта сведено на минимум.



Слика 4.12.: Површина број 15 (фотографија: В. Милојевић)

Површина број 15 била је угрожена ексцесивном ерозијом, са преосталим, ретким стаблима храста (слика 4.12.). У целости је третирана противерозионим радовима а прво су изведени зидићи против спирања, висине 0,8 m, са међусобним размаком од 15 m, и укупном дужином од око 700 m/ha. Између зидића против спирања извршена је садња на градоне црним бором (67%) и багремом (33%).

Мање вододерине и јаруге третиране су зидићима са корисном висином од 0,8 m. Веће јаруге продубиле су своје корито до матичне стене и нису додатно третиране, како би послужиле као реципијенти наноса.

На површини број 16, спроведене су само административне мере: забрана испаше и кресање лисника. Површина је била под мешовитом шумом букве и храста, без средњег спрата, са већом количином шушња, без травног покривача, тако да је препуштена природној регенерацији.

Површина број 17 се користила за производњу житарица, на плитком, скелетном и сиромашном земљишту, тако да је третирана контурним рововима и затрављена травно-легуминозном смешом, у циљу превођења у ливаду.

Површина број 18 била је веома угрожена ерозијом (*слика 4.13.*), јер је као некадашња храстова шума, услед прекомерне сече и кресања лисника, остала без вегетационог покривача. У целости је третирана противерозионим радовима: формиран су зидићи против спирања, обављено је пошумљавање на градоне, уз затрављивање простора између тераса. Простор тераса је густо подсејан храстовим жиром, шарпе багремом, а постојеће травне површине пошумљене су црним бором.

Површина број 19 била је једна од ретких без видљивих трагова ерозије, са стабилном састојином букве, у којој је око 30% стабала имало изданачко порекло, висине преко 1 m. Као мера очувања извршена је оплодна сеча.

Површина број 20 била је стабилан и добро очуван пашњак, без видљивих трагова деловања ерозионих процеса.

На површини број 21 нису забележени видљиви трагови ерозије, која је једним делом била под садницама шљиве, а други се користио за производњу кромпира, са заштитном шумом букве доброг склопа на ободима појединачних парцела.



Слика 4.13.: Површина број 18. (фотографија: В. Милојевић)

Површина број 22, као и површине број 11 и број 15, представљала је извор ерозионог материјала (слика 4.14.), као падина без вегетације, целом површином избраздана и испресецана јаругама, са матичном стеном на површини терена. То је захтевало примену комплексних противерозионих радова, са изградом зидића против спирања преко целе површине, пошумљавање на градоне са интензивним затрављивањем тераса и подсејавањем шкарпи.



Слика 4.14.: Површина број 22 (фотографија: В. Милојевић)

Површине број 23-27, нису третиране посебним противерозионим радовима, јер представљају ниже делове слива под ливадама, шљивицима и местимично ораницама за производњу житарица.

Технички радови на сливу Лукачеве Долине, изведени су у мањем обиму од планираног (пројектованог). У раду су наведени само они објекти који су регистровани на терену, тј. у поточном кориту (Табела 4.30.).

Табела 4.32.: Локације објеката на сливу Лукачеве Долине

Редни број	Објекат	Координате објеката	
		X	Y
1.	Преграда 1 са појасом	7607067	4758985
2.	Преграда 2 са појасом	7608514	4759719

У кориту Лукачеве Долине, у главном току (Зимовачка река), изведена је преграда од камена у цементном малтеру (слика 4.15.), корисне висине 4,5 m, са распонем крила од по 14 m, ширином прелива 5,5 m и косином нагиба 1:1,5 на устима прелива. Зуб преграде, плочник и обални зидови израђени су такође од камена у цементном малтеру.



Слика 4.15.: Преграда бр. 1-Лукачева Долина (фотографија: В. Милојевић)

Низводно од преграде пројектован је и изграђен појас од камена у цементном малтеру. Узводно од улива Дренске Долине у Зимовачку реку изведена је

преграда од камена у цементном малтеру, корисне висине 4,0 m, распонем крила на десној обали 9,5 m а на левој обали 9,0 m. Ширина прелива је 4,0 m са косином нагиба 1:1 на устима прелива. Низводно од преграде урађен је стабилизациони појас од габиона, као низводна заштита преграде од урушавања нестабилних обала.



Слика 4.16.: Преграда 2-лево, и појас од габиона-десно (фотографија: Ј. Радоњић)

Табела 4.33: Упоредни приказ предрачуна трошкова за противерозионо уређење слива Лукачеве Долине 1960. и 2016. године										
ПРЕДМЕР РАДОВА			1960. година				2016. година			
ВРСТА РАДОВА	Ј. мере	Кол.	Ј. цена (дин)	Укупно (дин)	Ј. цена (USD)	Укупно (USD)	Ј. цена (дин)	Укупно (дин)	Ј. цена (USD)	Укупно (USD)
А) ТЕХНИЧКИ РАДОВИ										
Ручни ископ-III кат. -тело објекта	m ³	376,3	375,00	141.112,50	1,25	470,38	1.235,28	464.835,86	10,55	3.968,37
Ручни ископ-IV кат. - за темеље	m ³	1.263,0	742,00	937.146,00	2,47	3.123,82	1.583,24	1.999.632,1	13,52	17.071,13
Ручни ископ-V кат. - за темеље	m ³	419,36	1.915,00	803.074,40	6,38	2.676,91	1.800,00	754.848,00	15,37	6.444,24
Пребацивање земље I-III кат.	m ³	76,0	138,00	10.488,00	0,46	34,96	130,82	9.942,32	1,12	84,88
Пребацивање земље IV-VII кат.	m ³	128,5	407,00	52.299,50	1,36	174,33	158,07	20.312,00	1,35	173,41
Израда канала за регулацију	m ³	575,68	300,00	172.704,00	1,00	575,68	126,45	72.794,74	1,08	621,46
Набијање земље у слојевима	m ³	575,68	138,00	79.443,84	0,46	264,81	399,15	229.782,67	3,41	1.961,69
Зид од габиона	m ³	835,01	6.378,00	5.325.693,8	21,26	17.752,31	10.265,98	8.572.195,9	87,64	73.182,00
Зид од КЦМ	m ³	2.716,45	9.758,00	26.507.119,1	32,53	88.357,06	12.500,00	33.955.625,0	106,71	289.883,79
Камени набачај	m ³	652,0	1.170,00	762.840,0	3,90	2.542,80	8.460,00	5.515.920,0	72,22	47.090,16
Шкарпирање вододерина	m ³	750,0	276,00	207.000,00	0,92	690,00	275,62	206.715,0	2,35	1.764,75
Укупно				34.998.921,1		116.663,06		51.802.603,59		442.245,88
Б) БИОТЕХНИЧКИ РАДОВИ										
Пошумљавање - градони	ha	56,10	220.770,0	12.385.197	735,90	41.283,99	224.820,0	12.612.402,0	1.919,32	107.673,79
Израда контурних бразди	ha	9,30	66.140,0	615.102	220,47	2.050,34	90.400,0	840.720,0	771,76	7.177,34
Зид од камена у суво	m ³	466,84	5.994,00	2.798.238,96	19,98	9.327,46	8.460,00	3.949.466,4	72,22	33.717,13
Израда зидића против спирања	m ³	4.800,0	1.673,00	8.030.400	5,58	26.768,00	8.460,00	40.608.000,0	72,22	346.676,02
Рустикални зид	m ³	132,24	2.574,00	340.385,76	8,58	1.134,62	8.460,00	1.118.750,4	72,22	9.550,92
Укупно				24.169.323,7		80.564,41		59.129.338,8		504.795,2
В) БИОЛОШКИ РАДОВИ										
Пошумљавање - роваци	ha	21,60	188.600,0	4.073.760,0	628,67	13.579,20	125.000,0	2.700.000,0	1.067,14	23.050,27
Пошумљавање тополлом	ha	1,00	78.150,0	78.150,0	260,50	260,50	140.000,0	140.000,0	1.195,2	1.195,20
Одржавање пош. површина	m ²	78,70	49,50	3.895,65	0,17	12,99	30,00	2.361,0	0,26	20,16
Затрављивање са одржавањем	m ²	16,14	39,39	635,75	0,13	2,12	34,50	556,83	0,29	4,75
Укупно				4.156.441,4		13.854,8		2.842.917,8		24.270,38
СУМА: А+Б+В				63.324.686,2		211.082,29		113.774.860,3		971.311,47

Табела 4.34.: Изведени противерозиони радови на сливу и у кориту Лукачеве

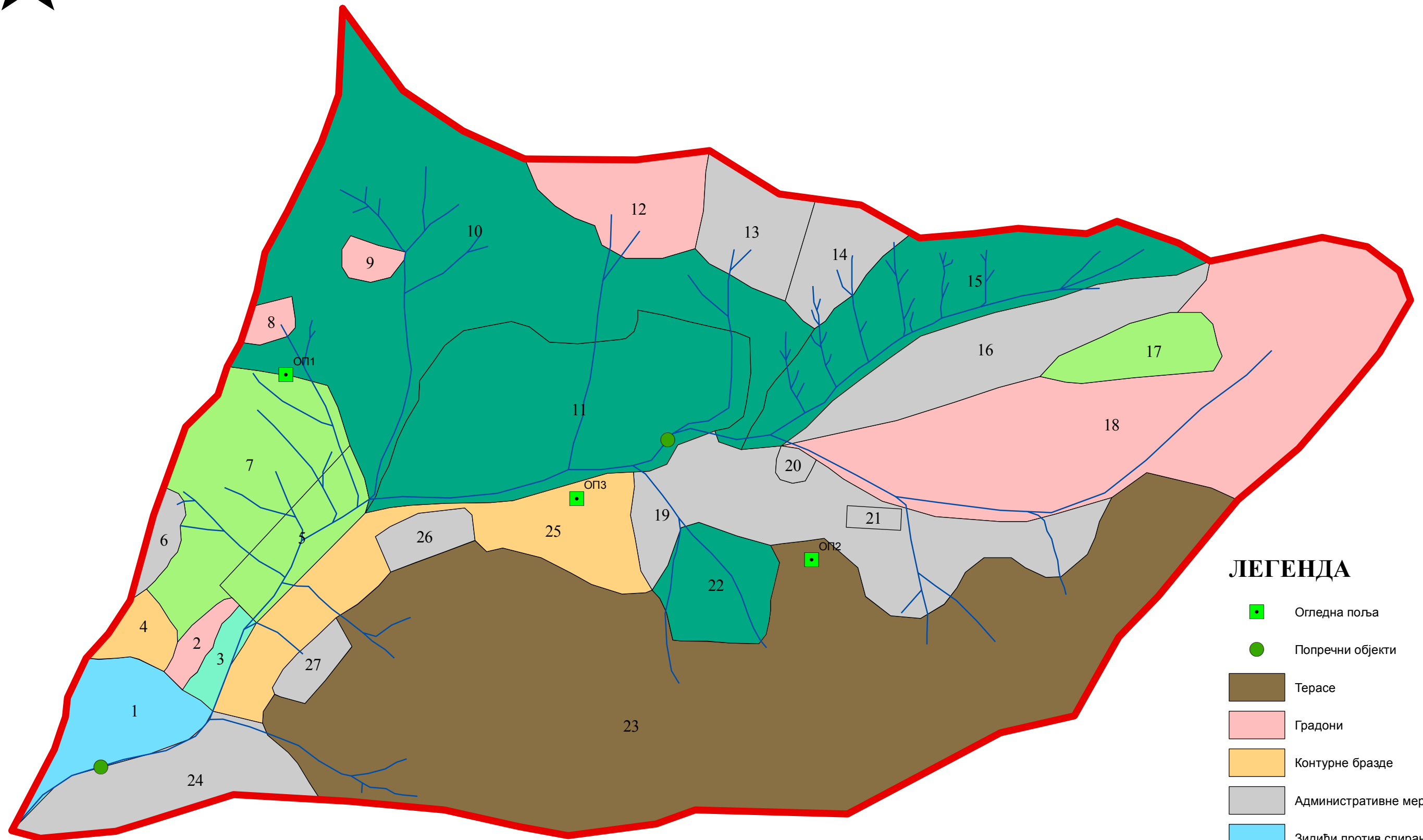
Долине

Редни број	Врста радова	Јединица мере	Количина
1.	Пошумљавање садњом у ровацима	ha	21,60
2.	Пошумљавање брзорастућом тополом	ha	1,00
3.	Пошумљавање на градоне	ha	56,10
4.	Одржавање пошумљених површина	ha	78,70
5.	Израда контурних бразди	ha	9,30
6.	Затрављивање	ha	15,90
7.	Израда зидића против спирања	m ³	4.800,00
8.	Израда преграде од КЦМ	ком	2
9.	Израда појасева од КЦМ	ком	1
10.	Израда појасева од габиона	ком	1

ПРИЛОГ 4.53.

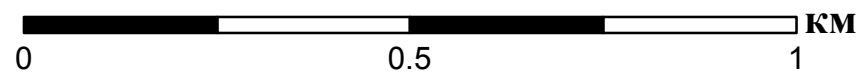
Изведени противерозииони радови на сливу Лукачеве Долине

ИЗВЕДЕНИ ПРОТИВЕРОЗИОНИ РАДОВИ НА СЛИВУ ЛУКАЧЕВЕ ДОЛИНЕ



ЛЕГЕНДА

-  Огледна поља
-  Попречни објекти
-  Терасе
-  Градони
-  Контурне бразде
-  Административне мере
-  Зидићи против спирања
-  Зидићи и пошумљавање
-  Терасе са травом
-  Зидићи са пошумљавањем



4.6.2. Изведени противерозиони радови на сливу Габровачке реке

Потреба за уређењем слива Габровачке реке уочена је још давне 1926. године, после катастрофалне поплаве од 01.07.1926. године. Радови на уређењу слива Габровачке реке извођени су у више наврата. Први радови вршени су после Другог Светског рата, према документацији из 1942. и 1943. године, која је третирала доње делове слива Габровачке реке.

После тога, 1948. године, израђена је пројектна документација за уређење средњег дела тока Габровачке реке, за потребе заштите индустријских завода, који су планирани за изградњу на десној обали ове бујице. Како је корито реке било засуто наносом, плитко, са честом појавом велике воде, у периоду од 1956-1960. године израђен је пројекат који је третирао целокупно сливно подручје Габровачке реке. Највећи обим противерозионих радова изведен је управо према овој документацији, на 15 просторних целина, које су биле угрожене интензивним ерозионим процесима.

Површина број 1 представљала је напуштен путни правац од Марковог Калеа према селу Габровац, претворен у јаругу, кроз коју се проносила знатна количина шљунка и песка. Извршено је шкарпирање стрмих обала и каскадирање корита, на три деонице на међусобном растојању од по 100 m. У зони изнад насеља и кућа извршено је терасирање падине са пошумљавањем на површини од 1,5 ha и израда рустикалних зидића на дужини од 180 m.

На површини број 2, која је обрасла шумом, спроведене су административне мере (забрана кресања лисника и крчења шуме), пошумљавање на површини од 1,5 ha, као и мелиорације девастираних пашњака.

Површина број 3 била је видно угрожена процесима ерозије, са дубоким вододеринама које су настале од запуштених земљаних путева према оближњој

воденици. Обављени су мелиоративни радови на деградираном пашњаку, површине 2,0 ha. Пошумљавање је изведено на претходно формираним терасама, на површини од 1,5 ha. На заплавима рустикалних зидића, који су изграђени на дужини од 100 m, косине су шарпирани, а дно је каскадирано. Такође, спроведена је и забрана коришћења старих путева, како би се спречило формирање јаруга услед површинског отицања.

Површина број 4 није имала видљиве трагове деловања ерозионих процеса, али је спроведена превентивна забрана крчења шуме и ширења постојећег, стабилног пашњака, као и његова мелиорација на површини од 0,6 ha.

На површини број 5, на којој су се учавали само остаци девастиране шуме између два водотока, извршено је контурно пошумљавање на површини од 1,5 ha. Горњи делови ове површине, на мањим нагибима и под стабилним ливадама, нису даље третирани заштитним противерозионим радовима.

Површина број 6 представљала је чистину испресецану путевима и стазама. Извршено је контурно пошумљавање на површини од 0,5 ha и спроведена је забрана коришћења напуштених путева.

Површина број 7 имала је видљиве трагове деловања ерозионих процеса, са спорадичном појавом остатака шумске вегетације и папрати. Обављено је контурно пошумљавање на 90% површине, тј. око 6,5 ha.

Површина број 8 представљала је сплет напуштених путева и стаза. Извршено је контурно пошумљавање на површини од 1,5 ha, а за пролаз је остављен само један главни правац, као шумски пут.

Површина број 9 коришћена је као пољопривредно земљиште, у приватном поседу. Спроведена је само забрана даљег ширења пољопривредног земљишта на рачун шумског земљишта.

Површина број 10 имала је јасно изражене роваче, који су формиран на деградираном и напуштеном пољопривредном земљишту. Формиране су терасе на дужини од 6.400 m, рустикални зидићи на дужини од 400 m, као и затрављивање ради успостављања пашњака, на површини од око 4 ha.

Површина број 11 је мелиорисани пашњак звани „Куси Брест“, са површином од око 5,5 ha.

Површина број 12, која је вршни део слива потока „Каменолом“, имала је јасно изражене роваче, формиране на деградираном и напуштеном пољопривредном земљишту. Изграђене су терасе на дужини од 4.800 m, рустикални зидићи на дужини од 300 m, а обављено је и затрављивање ради успостављања пашњака на површини од око 3 ha.

Површина број 13 представљала је проређену багремову шуму, која је попуњена садницама на површини од око 2,5 ha, са израдом рустикалних зидића против спирања, у ровацима, на дужини од око 250 m.

Површина број 14 била је под шумском заштитом више од 15 година. О формалности забране сведоче закржљала, превршена, букова стабла жбунасте форме. Тек 1957. године је званично спроведена забрана кресања лисника и испаше, пошумљавање на површини од око 6 ha, ресурекциона сеча на 2 ha, израда контурних зидића на дужини од око 400 m, као и израда плетера на дужини од 200 m.

Површина број 15 представљала је најугроженији део слива Габровачке реке, са многобројним путевима, који су услед интензивне ерозије и површинског отицања претворени у вододерине. Спроведена је забрана коришћења локалих путева, примењена контурна обрада земљишта, као и каскадирање вододерина, са шарпирањем косина. Пошумљавање је извршено на површини од око 8,5 ха, терасирање на дужини од око 6.000 m, а зидићи против спирања формирани су на дужини од 1.200 m.

Попречни објекти изведени су у коритима оба изворишна крака Габровачке реке: депонијско-консолидационе преграде, појасеви и каскаде.

У десном изворишном краку, Вукмановској реци, изведено је 9 попречних објеката. Објекти су изведени узводно од састава са Габровачком реком, у Габровцу, тј. у правцу Габровац-Вукманово (Табела 4.33.).

Табела 4.35.: Координате попречних објеката на сливу Вукмановске реке

Редни број	Објекат	Координате објекта	
		X	Y
1.	Праг бр. 1	7576839	4793893
2.	Праг бр. 2	7576843	4793896
3.	Праг бр. 3	7576856	4793898
4.	Праг бр. 4	7576866	4793898
5.	Преграда бр. 1	7576872	4793901
6.	Праг бр. 5	7576887	4793905
7.	Праг бр. 6	7576923	4793914
8.	Праг бр. 7	7576944	4793920
9.	Праг бр. 8	7576947	4793922

Праг број 1 има корисну висину $h_k=1,0$ m, и представља први објекат узводно од кинете, који поред депонијско-консолидационе функције, служи и за усмеравање тока ка регулисаној деоници. Дужина заплава узводно од објекта је 40 m, са просечном ширином заплава од 7,0 m. Објекат је испуњен наносом целом својом

висином до прелива. Низводна страна тела преграде је оштећена (слика 4.17.), као и плочник низводно од преграде.

Праг број 2 има корисну висину $h_k=1,5$ m, изграђен је на уском профилу, на чијој се левој обали налазио активни руч. Објекат је у потпуности засут наносом (слика 4.18.), а једино је остало видљиво крило на десној обали, до прелива преграде. Узводно од преграде формиран је заплав на дужини од 130 m, са просечном ширином од 7,0 m.



Слика 4.17.: Праг бр. 1 у кориту Вукмановске реке (фотографија: Ј. Радоњић)



Слика 4.18.: Праг бр. 2 – Вукмановска река (фотографија: Ј. Радоњић)

Прагови бр. 3 и 4 пројектовани су са корисним висинама $h_k=1,0$ m и $h_k=1,5$ m од камена у суво, са преливима од бетона. Објекти су у потпуности засути наносом, а

још су једино видљива крила објеката. Заплав изнад прага број 3 је дужине око 100 m, просечне ширине 4,0 m, док је праг број 4 формирао заплав дужине око 50 m, просечне ширине 4,0 m.

Преграда број 1 изведена је од камена у цементном малтеру, са корисном висином $h_k=2,5$ m. Објекат је у потпуности очуван, без видљивих оштећења, запуњен наносом до прелива (слика 4.19.). Дужина заплава је око 155 m, просечне ширине 3 m.



Слика 4.19.: Преграда бр. 1 - Вукмановска река (фотографија: Ј. Радоњић)

Праг број 5 је изграђен од камена у суво, са преливом од бетона, корисне висине $h_k=1,0$ m, и у потпуности је засут наносом. Дужина заплава је око 100 m, просечне ширине 3 m.

Праг број 6 је изграђен од камена у суво, корисне висине $h_k=1,0$ m, добро очуван, са мањим оштећењима на низводном делу тела прага, и запуњен наносом до прелива. Дужина заплава коју формира овај објекат износи 87 m, просечне ширине 2 m.

Праг број 7, корисне висине $h_k=0,5$ m, израђен је од бетона, запуњен наносом до прелива, док је у непосредном приобаљу формирана дивља депонија. Дужина заплава је око 20 m, просечне ширине 2,0 m.

Праг број 8 је објекат од габиона, корисне висине $h_k=2,0$ m, добро очуван, са мањим оштећењима жице габионских сандука на левој обали. Дужина заплава је око 50 m, просечне ширине 3,0 m.

У левом изворишном краку Габровачке реке изведено је 13 попречних објеката. Објекти су изведени узводно од састава са Габровачком реком у Габровцу, тј. у правцу Габровац-Бербатово (Табела 4.36.).

Табела 4.36: Локације објеката у кориту Габровачке реке

Редни број	Објекат	Координате	
		X	Y
1.	Каскада 1	7575874	4791065
2.	Каскада 2	7575960	4791092
3.	Каскада 3	7575963	4791094
4.	Каскада 4	7575967	4791095
5.	Каскада 5	7575970	4791097
6.	Појас 1	7575976	4791099
7.	Каскада 6	7575979	4791101
8.	Каскада 7	7575985	4791104
9.	Каскада 8	7575988	4791105
10.	Каскада 9	7575993	4791107
11.	Праг 1	7575997	4791110
12.	Праг 2	7576001	4791113
13.	Преграда 1	7576017	4791119

Корито левог изворишног крака Габровачке реке је регулисано каскадним објектима, од камена у цементном малтеру. Објекти 1, 2, 3, 4, 9 и 10 имају корисну висину $h_k=1,0$ m, са дужином слапишта од 1,2-1,5 m. Изграђени су обални зидови, са обложеним дном, од камена у цементном малтеру.

Објекти 5, 7, 11 и 12 изграђени су од камена у цементном малтеру, корисне висине $h_k=1,5$ m, дужине слапишта од 2-4 m, са зубом каскаде. Каскада 8 има корисну висину $h_k=1,3$ m. Објекат 6 је појас од бетона. Објекат 13 је габионска преграда,

корисне висине $h_k=3,0$ m. Сви објекти су запуњени наносом до прелива и у веома добром стању, без видљивих оштећења.

Корито Габровачке реке регулисано је у центру села Габровац (слика 4.20.), на ушћу Вукмановске реке. Регулација је изведена од бетона, као једногуби трапезни профил.



Слика 4.20.: Регулисано ушће Вукмановске и Габровачке реке у Габровцу
(фотографија: Ј. Радоњић)

Обзиром да је израђена техничка документација, „Главни пројекат уређења Габровачке реке од $km\ 0+000$ до $km\ 3+017$, фаза уређење водотока“, „Јужна Морава“, ООУР „Водопривреда“ – Ниш из 1987. године, због усклађивања са важећим законским прописима, урађен је „Главни пројекат регулације Габровачке реке од $km\ 0+000$ до $km\ 1+660$ “, „Нишинвест“ д.о.о. Ниш, 2009. године. Карактеристика корита предметне деонице (од $km\ 0+000$ до $km\ 1+660$) јесте сужен трапезни пресек на већем делу, што доприноси смањењу пропусне моћи корита.

Регулација корита је изведена на следећим деоницама: ушће Габровачке реке у реку Нишаву, на дужини од 50 m; корито реке од km 1+000 до km 1+100 и од km 1+490 до km 1+660.

Регулација главног тока Габровачке реке (слика 4.21.) изведена је од камена у цементном малтеру, као трапезни профил, на дужини од km 0+000 до km 1+660. Изграђен је одбрамбени насип на Габровачкој реци у дужини од 1,66 km.



Слика 4.21.: Регулисано корито Габровачке реке кроз Ниш
(фотографија: Ј. Радоњић)

Табела 4.37: Упоредни приказ предрачуна радова за противерозионо уређење слива Габровачке реке 1960. и 2016. године

ПРЕДМЕР РАДОВА			1960. година				2016. година			
ВРСТА РАДОВА	Ј. мере	Кол.	Ј. цена (дин)	Укупно (дин)	Ј. цена (USD)	Укупно (USD)	Ј. цена (дин)	Укупно (дин)	Ј. цена (USD)	Укупно (USD)
А) ТЕХНИЧКИ РАДОВИ										
Ручни ископ-III кат.-тело објекта	m³	14.526	375	5.447.250	1,25	18.157,5	1.235,28	17.943.677,3	10,55	153.187,6
Ручни ископ-IV кат.- за темеље	m³	967,0	742	717.514	2,7	2.391,7	1.583,24	1.530.993,1	13,52	13.070,3
Ручни ископ-V кат. - за темеље	m³	94,0	1.915,0	180.010	6,38	600,0	1.800	169.200	15,37	1.444,48
Зид од габиона	m³	319,0	6.378,0	2.034.582,0	21,26	6.781,9	10.265,98	3.274.847,6	87,64	27.957,82
Зид од КЦМ	m³	2.753,8	9.758,0	26.872.458,6	32,53	89.574,8	12.500	34.423.625	106,71	293.879,17
Камени набачај	m³	698,0	1.170,0	816.660	3,90	2.722,2	8.460	5.905.080	72,22	50.412,47
Укупно				36.068.474,6		120.228,1		63.247.423		539.951,84
Б) БИОТЕХНИЧКИ РАДОВИ										
Пошумљавање - градони	ha	12,0	220.770,0	2.649.240,0	735,90	8.830,8	224.820	2.697.840	1.919,32	23.031,83
Израда контурних бразди	ha	9,3	66.140,0	615.102	220,4	2.050,3	90.400	840.720	771,76	7.177,34
Плетери - двоструки	m`	411	2.201,0	904.611	7,34	3.015,3	6.500	2.671.500	55,49	22.806,96
Плетери - једноструки	m`	358	1.087,0	389.146	3,62	1.297,1	3.160	1.131.280	26,98	9.657,89
Зид од камена у суво	m³	3.730,4	5.994,0	22.360.017,6	19,98	74.533,3	8.460	31.559.184	72,22	269.425,05
Рустикални зид	m`	3.886,3	2.574,0	10.003.336,2	8,58	33.344,4	8.460	32.878.098	72,22	280.684,80
Укупно				36.921.452,8		123.071,2		71.778.622		612.783,87
В) БИОЛОШКИ РАДОВИ										
Пошумљавање - роваци	ha	17,0	188.600,0	3.206.200	628,67	10.687,33	125.000	2.125.000	1.067,14	18.141,41
Одржавање пош. површина	ha	90,0	49,5	4.455	0,17	14,85	30,00	2.700	0,26	23,05
Затрављивање одржавањем	са m²	2,6	39,39	102,4	0,13	0,34	34,50	89,7	0,29	0,77
Укупно				3.210.757,41		10.702,52		2.127.789,7		18.165,23
СУМА: А+Б+В				76.200.684,8		254.002,2		137.153.834,6		1.170.900,96

Табела 4.38: Изведени противерозиони и регулациони радови на сливу и у кориту

Габровачке реке

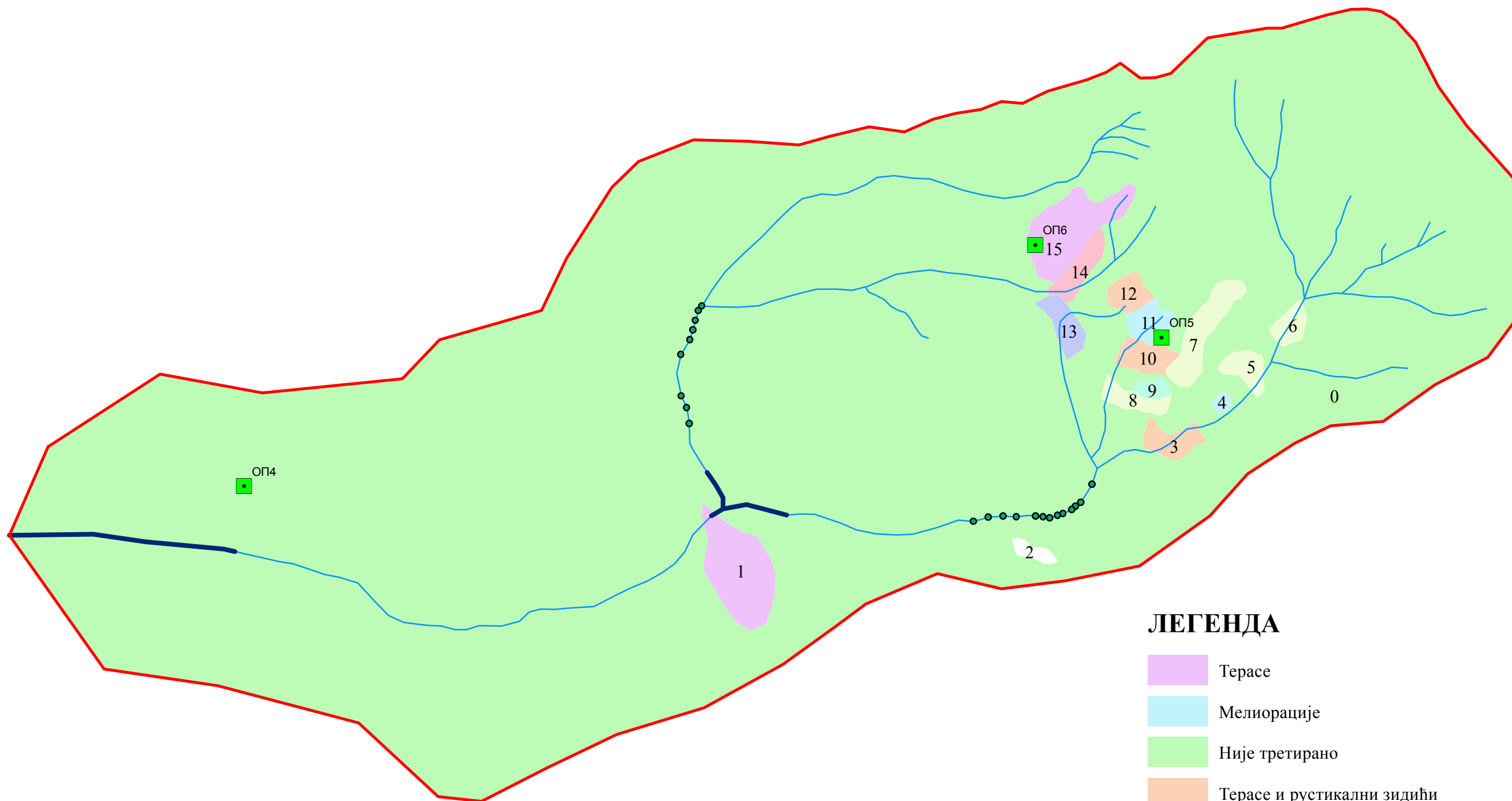
Редни број	Врста радова	Јединица мере	Количина
1.	Пошумљавање у јамама	ha	17,00
2.	Пошумљавање на градоне	ha	12,00
3.	Мелиорација пашњака	ha	26,00
4.	Подизање нових пашњака	ha	12,50
5.	Рустикални зидића висине 0.5-0.8 m	m	2680,0
6.	Ресурекциона сеча са чишћењем	ha	90
7.	Израда плетера	m	200
8.	Преграде од камена у суво	ком	8
9.	Преграде од габиона	ком	2
10.	Каскада од камена у цементном малтеру	ком	12
11.	Појас од бетона	ком	1
12.	Регулација у кориту главног тока	km	1,66
13.	Одбрамбени насип уз главни ток	km	1,66
14.	Регулација Вукмановске реке	m	230,00

ПРИЛОГ 4.54.

Изведени противерозии и регулациони радови на сливу
Габровачке реке



ИЗВЕДЕНИ ПРОТИВЕРОЗИОНИ И РЕГУЛАЦИОНИ РАДОВИ НА СЛИВУ ГАБРОВАЧКЕ РЕКЕ



ЛЕГЕНДА

- Терасе
- Мелиорације
- Није третирано
- Терасе и рустикални зидићи
- Пошумљавање са административним мерама
- Пошумљавање и рустикални зидићи
- Административне мере
- Пошумљавање и контурне бразде

0 2 4 КМ

4.6.3. Изведени противерозиони радови на сливу Градашничке реке

Радови на уређењу слива Градашничке реке пројектовани су и изведени на основу одговарајуће техничке документације: Идејни пројекат: „Слив реке Нишаве – бујица звана Градашничка река“, 1956. године, израђен од стране Управе за шумарство НОС. Пројектом су издвојене 143 просторне целине, на којима су предвиђени одређени противерозиони радови.

Површина број 1 била је намењена виноградарској производњи, а заштићена је од ерозионих процеса и површинског отицаја подизањем ивичног засада, у виду живе оgrade, од жбунастих врста, као што су леска и гледичија.

На површини број 2, односно стрмој падини изнад десне обале реке, прекривеној дрвећем граба и цера, са склопом од 0,7 спроведена је мера забране кресања лисника, обављена ресурекциона сеча на 20%, као и уклањање и замена оболелих стабала на 5% површине. У вододеринама је подигнуто 8 рустикалних преграда. На исти начин третирана је и површина 34.

Површина број 3, која је била шума са дубоким педолошким хоризонтом, и мањих нагиба, је услед потпуног крчења шумског прекривача третирана садњом на градоне, након израде банкета алжирског типа. На исти начин третиране су и површине 27 и 55.

Површина број 4 била је обрадива површина, на веома благом нагибу (осим дела према реци), на којој су уочени само трагови благог спирања земљишта. Као мера заштите уведено је контурно орање, а на деловима према литици извршена је заштита изградњом тераса са засадима жбунастих врста на дужини од 500 m, које су служиле као микроретензиони појасеви. На исти начин третиране су и површине број 35, 53, 58, 89, 99, 120, 121 и 122.

Површине број 5, 45, 66, 68, 71, 77, 90, 98, 105, 116, 117, 118, 123 и 124 биле су шумске површине које су служиле за кресање лисника. Процеси површинског спирања били су јасно уочљиви на површини терена, тако да је спроведена мера забране кресања лисника, ресурекциона сеча на 1/3 површине, а затим пошумљавање.

Површина број 6 представљала је енклаву обрадивог земљишта на шумском подручју. На ораницама које су формиране на нагибу од 25-35% дошло је до појаве површинског спирања и браздања земљишта. Обављено је терасирање терена, са формирањем микроретензионих појасева од жбунастих врсти, на дужини од 700 m. На исти начин третиране су и површине број 26, 78, 88, 97, 106, 110, 112, 113, 114, 115 и 132, уз подизање засада микроретензионих појасева на дужини од 1.500 m.

На површинама број 7, 91, 92 и 100, које се налазе на падини према водотоку, формиран су сипари са којих су се велике количине наноса транспортовале у речно корито. Поред ситног наноса, са површина 91 и 92, које се налазе непосредно уз локалитет Склапак, у речном кориту су уочени и стенски блокови, одваљени са падина. На местима на којима се задржала оскудна вегетација граба, извршена је ресурекциона сеча на 1/3 површине, после чега је уследило пошумљавање. На падинама са очуваним земљиштем формиран су зидићи против спирања.

Површине број 8 и 9 биле су потпуно огољене, са матичном стеном на површини терена. Оскудни травни покривач и понеки граб преостали су у увалама где се задржало нешто земљишта. Спроведене су мере забране брста и кресања лисника, извршено је и пошумљавање, на местима где је било земљишта. На исти начин третиране су и површине број 28, 33 и 36.

Површине број 10, 20, 29, 85, 111 и 128 делимично су биле активан, стабилан пашњак, а једним делом су коришћене као оранице. Ливаде и оранице биле су мозаично распоређене, без видљивих трагова деловања ерозионих процеса. Спроведена је заштитна мера садње жбунастих врста на ободима поједначних парцела.

Површине број 11, 18, 21, 31, 32, 103, 125 и 126 имале су еродирано, испрано земљиште на кречњачкој подлози, која је спорадично избијала на површину терена. Равнији делови површина, са остацима травног покривача и жбунастих формација граба, терасирани су и пошумљени, док су стрмије падине пошумљаване на јаме.

Површине број 12, 42 и 56, на нагибу до 40%, биле су деградиране интензивним процесом браздасте ерозије, тако да је обављена израда контурних ровова, пошумљавање и ресурекциона сеча на 10% површине. Такође, обављена је израда система од 10 и 20 рустикалних преграда, у циљу санације мреже бразда.

Површине број 13, 24, 38, 42, 46, 52, 65, 75, 76, 79, 81, 87, 119 и 133 су делови слива који су одржавани од стране житеља, које су те површине користили у пољопривредне сврхе. Уочене су терасе неправилног облика, са линијским засадима жбунастих врста на ободима парцела. Мере противерозионе заштите су поновљене, тако да је обављено терасирање (*слика 4.22.*), садња микроретензионих појасева од жбунастих врста, на дужини од 500 m. На најнижим деловима су формиране терасе са засадима воћа.



Слика 4.22.: Стопачеви долови (Фотографија: В. Милојевић)

Површине број 47 и 54 су 5 година раније (1950. године) третиране пошумљавањем багремом (преживело је 50% садница), односно, багремом, храстом, црним бором, црним орахом и јасеном (најбоље резултате су дали храст и црни бор). Као додатна мера противерозионе заштите извршено је пошумљавање црним бором.

Површине број 14, 22, 23, 40, 51, 82, 83, 86, 101, 108, 109, 127, 129, 134, 135, 136 и 137 биле су стабилне, са шумским покривачем од букве, граба и храста са склопом 0.9, 0.6 и 0.8, тако да на овим деловима нису извођени противерозиони радови.

Површине број 15, 17, 25, 130, 142 и 143 била су стабилне ливаде, са падинама под шумском вегетацијом, без видљивих трагова ерозије, тако да нису извођени противерозиони радови.

Површине број 16 и 104 чиниле су напуштено пољопривредно земљиште, без вегетације, са белом бојом испраног хумусног хоризонта. Изведени су контурни ровови, уз формирање засада малине.

Површине број 19 и 30, које се налазе одмах испод локалитета Правац, на нагибу до 40%, имале су испрано, скелетно и избраздано земљиште, што је условило примену пошумљавања и израду тераса са воћним засадима. На исти начин третиране су и површине број 39 (обављена је садња стабала крушке и ораха), 41, 48, 49, 50, 57 (засад малина), са пошумљавањем на саставу ових површина. На површини број 139 обављено је пошумљавање на јаме.

Површина број 37 била је еродирана до стеновите геолошке подлоге. Како није било економично вршити пошумљавање квалитетнијим врстама, спроведено је пошумљавање жбунастим врстама. Пошумљавањем су третиране и површине број 32, 44, 50а, 60, 64, 80, 84, 107 и 140.

Површина број 59, на великом нагибу, која гравитира потоку Скокавина, била је изложена интензивном процесу спирања, што је условило израду 200 m зидића против спирања, са пошумљавањем на заплавима.

Површине број 61, 62, 63, 93, 94 и 141 биле су изложене деловању интензивних ерозионих процеса, што је довело до појаве развијене браздасте и јаружасте ерозије. Примењен је низ противерозионих мера: терасирање падина, са садњом ниских микроретензиониох појасева, на дужини од 1.200 m; израда тераса са садњом малина; шарпирање косина ровака са израдом плетера, пошумљавање и израда рустикалних зидића.

Површине број 67, 69, 72, 74, 87 и 131 обухватале су подручје са огољеним матичним супстратом, што је била велика препрека за примену пошумљавања, сем у мањим увалама где је дошло до задржавања земљишта (делови површина 74 и 87).

Површина број 70 је коришћена као ораница иако је имала плитко земљиште, што је довело до појаве развијене браздасте ерозије. Обављено је пошумљавање на градоне, као и на површини број 73.

Површине број 95 и 95а служиле су мештанима села Добри До за испашу, иако је травни покривач био проређен са спорадичном појавом жбунастих формација граба. Нису спровођене мере заштите. На исти начин се користила и површина број 102.

Површина број 96 била је стабилан планински пашњак на коме нису спровођене мере заштите.

За разлику од биолошких и биотехничких радова, технички радови на сливу Градашничке реке изведени су у много мањем обиму од пројектованог. Изграђене су 2 депонијско-консолидационе преграде узводно од села Градашница (Табела 4.37.), у кориту реке Градашнице (слика 4.22.).

Објекти су изграђени од бетона, и до данас су очувани у веома добром стању. Прва преграда има корисну висину $h_k=2,5$ m, изнад које је формиран заплав на дужини од 111 m, просечне ширине 11 m. Узводно од преграде 1 изграђен је праг, корисне висине $h_k=1,5$ m, са заплавом дужине око 100 m, просечне ширине 10 m.

Изграђене су и преграде на горњем делу слива, на левим притокама, које су у то време били водотоци који су проносили највећу количину еродираниог материјала. Изграђено је 5 објеката у коритима десних притока Добродолске реке, по један у кориту Дол-потока, Лалча-потока и Стопачевих долова, као и две преграде у кориту Никошенице.



Слика 4.23.: Преграда-лево и праг-десно у кориту Градашничке реке
(фотографија: Ј. Радоњић)

Објекти су изграђени од камена у суво, са корисном висином $h_k = 4$ m. Преграде су изграђене на тешко приступачним местима, у стени, (слика 4.24.-лево) у добром су стању и у потпуности уклопљене у природни амбијент (слика 4.24.-десно). Није било могуће одредити дужину заплава, јер су ове преграде задржале и стабилизовале корита бујица у којима су се проносили комади плавине пречника преко 1 m.



Слика 4.24.: Преграда 5 у кориту Дол потока-лево и преграда 3 у кориту
Никошенице-десно (фотографија: Ј. Радоњић)

Табела 4.39.: Положај објеката на сливу Градашничке реке

Редни број	Објекат	Координате објеката	
		X	Y
1.	Преграда 1 – Градашничка река	7630221	4783685
2.	Праг 1 – Градашничка река	7630156	4783775
3.	Преграда 2–Стопачеви долови	7633651	4786841
4.	Преграда 3 –Никошеница поток	7632768	4787305
5.	Преграда 4 – Лалча поток	7632279	4787356
6.	Преграда 5 – Дол поток	7631988	4786889
7.	Преграда 6– Скокавина поток	7631609	4787153

Корито Градашничке реке регулисано је на потезу узводно од ушћа, на дужини од 1,7 km. Регулација је изведена од камена у цементном малтеру, са једногубим трапезним профилем, чије је дно каскадирано стабилизационим појасевима. Лева обала Градашничке реке, регулисана је на деоници кроз село Градашница, каменом у цементном малтеру, док је дно стабилизовано каскадама. Поред регулисаног корита Градашничке реке (слика 4.25.) изграђени су обострани насипи, на дужини од 1,7 km, узводно од ушћа у Нишаву.



Слика 4.25.: Регулисано корито Градашничке реке-ушће у Нишаву
(фотографија: Ј. Радоњић)

Табела 4.40.: Упоредни приказ предрачуна радова за противерозионо уређење слива Градашничке реке 1960. и 2016. године										
ПРЕДМЕР РАДОВА			1960. година				2016. година			
ВРСТА РАДОВА	Ј. мере	Кол.	Ј. цена (дин)	Укупно (дин)	Ј. цена (USD)	Укупно (USD)	Ј. цена (дин)	Укупно (дин)	Ј. цена (USD)	Укупно (USD)
А) ТЕХНИЧКИ РАДОВИ										
Ручни ископ-IV кат.- за темеље	m³	2.885,1	742,0	2.140.744,2	2,47	7.135,8	1.583,2	4.567.805,7	13,5	38.995,9
Ручни ископ-V кат. за темеље	m³	163,65	1.915	313.389,7	6,38	1.044,6	1.800	294.570	15,3	2.514,7
Ручни ископ-VI кат.- за темеље	m³	179	1.154	206.566	3,85	688,5	2.100	375.900	17,9	3.209,1
Ручни ископ-VII кат. за темеље	m³	173,4	375	65.025	1,25	216,7	2.500	433.500	21,3	3.700,8
Набијање земље у слојевима	m³	294	138	40.572	0,46	135,2	399,1	117.350,1	3,41	1.001,8
Зид од КЦМ	m³	934,2	9.758	9.116.216,3	32,53	30.387,3	12.500	11.677.875	106,7	99.695,6
Камени набачај	m³	296,8	1.170	347.256	3,90	1.157,5	8.460	2.510.928	72,2	21.436,1
Укупно				12.229.769,2		40.765,6		19.977.928,8		170.554
Б) БИОТЕХНИЧКИ РАДОВИ										
Пошумљавање – градони	ha	59,3	220.770	13.102.699,5	735,9	43.675,67	224.820	13.343.067	1.919,3	113.911,5
Пошумљавање - терасе	ha	240,5	303.080	72.890.740	1.010,2	242.969,1	193.125,8	46.446.776,5	1.648,7	396.522,4
Израда контурних бразди	ha	346,1	66.140	22.891.715,4	220,4	76.305,7	90.400	31.288.344	771,7	267.112,8
Плетери - двоструки	m`	200	2.201	440.200	7,34	1.467,3	6.500	1.300.000	55,4	11.098,2
Плетери - једноструки	m`	380	1.087	413.060	3,62	1.376,8	3.160	1.200.800	26,9	10.251,3
Зид од камена у суво	m³	81,6	5.994	489.589,9	19,98	1.631,9	8.460	691.012,8	72,2	5.899,2
Зидићи против спирања	m³	3.100	1.673	5.186.300	5,58	17.287,6	8.460	26.226.000	72,2	223.894,9
Рустикални зид	m³	128,5	2.574	330.887,7	8,58	1.102,9	8.460	1.087.533	72,2	9.284,4
Укупно				115.745.192,5		385.816,97		121.583.533,3		1.037.974,7
В) БИОЛОШКИ РАДОВИ										
Пошумљавање-роваци	ha	109,1	188.600	20.566.830	628,6	68.556,1	125.000	13.631.250	1.066,8	116.342
Одржавање пош. површина	m²	180,1	49,50	8.915,4	0,17	29,72	30	5.403,30	0,26	46,12
Затрављивање са одржавањем	m²	28,8	39,39	1.134,8	0,13	3,78	34,50	993,9	0,29	8,48
Укупно				20.576.880,2		68.589,6		13.637.647,2		116.396,6
СУМА: А+Б+В				148.551.842,1		495.172,8		155.199.109,4		1.324.926,1

Табела 4.41: Изведени противерозиони и регулациони радови на сливу и у кориту

Градашничке реке

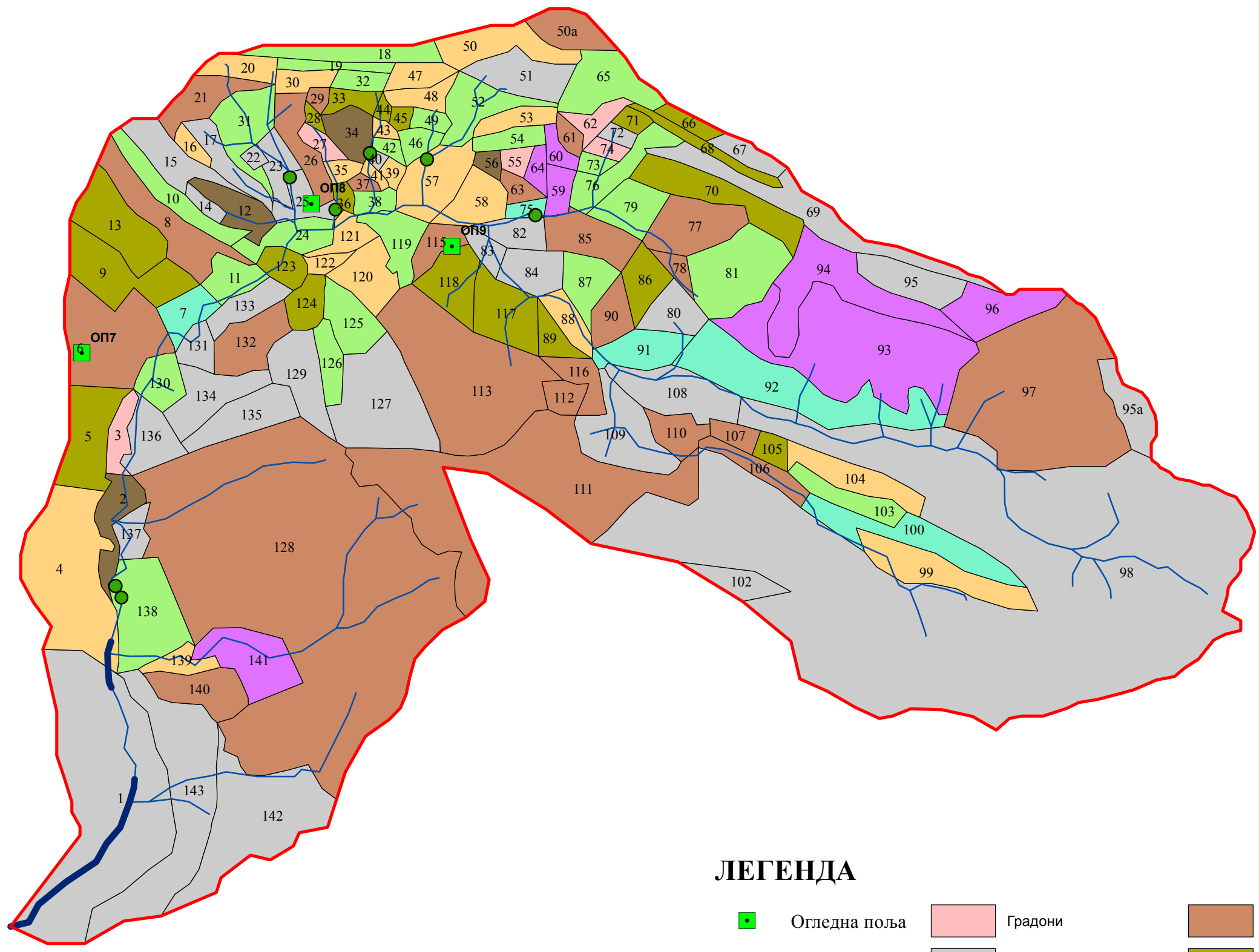
Редни број	Врста радова	Јединица мере	Количина
1.	Ресурекциона сеча	ha	180
2.	Мелиорација пашњака	ha	28,81
3.	Пошумљавање у јаме	ha	109
4.	Пошумљавање на терасе	ha	9,7
5.	Пошумљавање на градане	ha	59,35
6.	Зидићи против спирања	m ³	620
7.	Терасирање	ha	240
8.	Бенч терасе	ha	346
9.	Микроретензиони појасеви	ha	9,8
10.	Контурни ровови са воћем	ha	89,16
11.	Рустикални зидови	m ³	1185,0
12.	Зидићи у суво	m ³	200
13.	Плетери висине 0.3 m	m [`]	200
14.	Плетери висине 0.5 m	m [`]	380
15.	Преграде од бетона	ком	2
16.	Преграде од камена у суво	ком	4
17.	Регулација корита	km	2,05
18.	Одбрамбени насипи	km	3,70

ПРИЛОГ 4.55.













Изведени противерозии и регулациони радови на сливу
Градашничке реке



ИЗВЕДЕНИ ПРОТИВЕРОЗИОНИ И РЕГУЛАЦИОНИ РАДОВИ НА СЛИВУ ГРАДАШНИЧКЕ РЕКЕ



ЛЕГЕНДА

- | | | |
|---|--|---|
|  Огледна поља |  Градони |  Пошумљавање жбуњем |
|  Попречни објекти |  Није третирано |  Пошумљавање и ресурекција |
|  Регулисано корито |  Потпуна обнова |  Бенч терасе и контурни ровови |
| |  Терасе и пошумљавање |  Пошумљавање и контурни ровови |
| |  Пошумљавање и зидићи | |



4.7. Прорачун максималног протицаја на истраживаним сливовима

Применом теорије синтетичког јединичног хидрограма и SCS методологије добијене су вредности (Табела 4.42.) великих вода за повратне периоде од 200, 100 и 50 година, односно, вероватноће појаве $p=0.5, 1$ и 2% , за три временска пресека (1955., 1970. и 2016. годину), на три слива, у оквиру подручја истраживања (Лукачева Долина, Габровачка река и Градашничка река). Прорачуни максималног протицаја су обављени за надпросечне услове влажности. Ефекти изведених противерозионих радова, поред смањења продукције и проноса наноса, као и промена у интензитету ерозије, видљиви су и у смањењу максималног протицаја на сливовима истраживаног подручја.

Табела 4.42.: Упоредни приказ резултата прорачуна максималног протицаја и запремине хидрограма директног отицаја

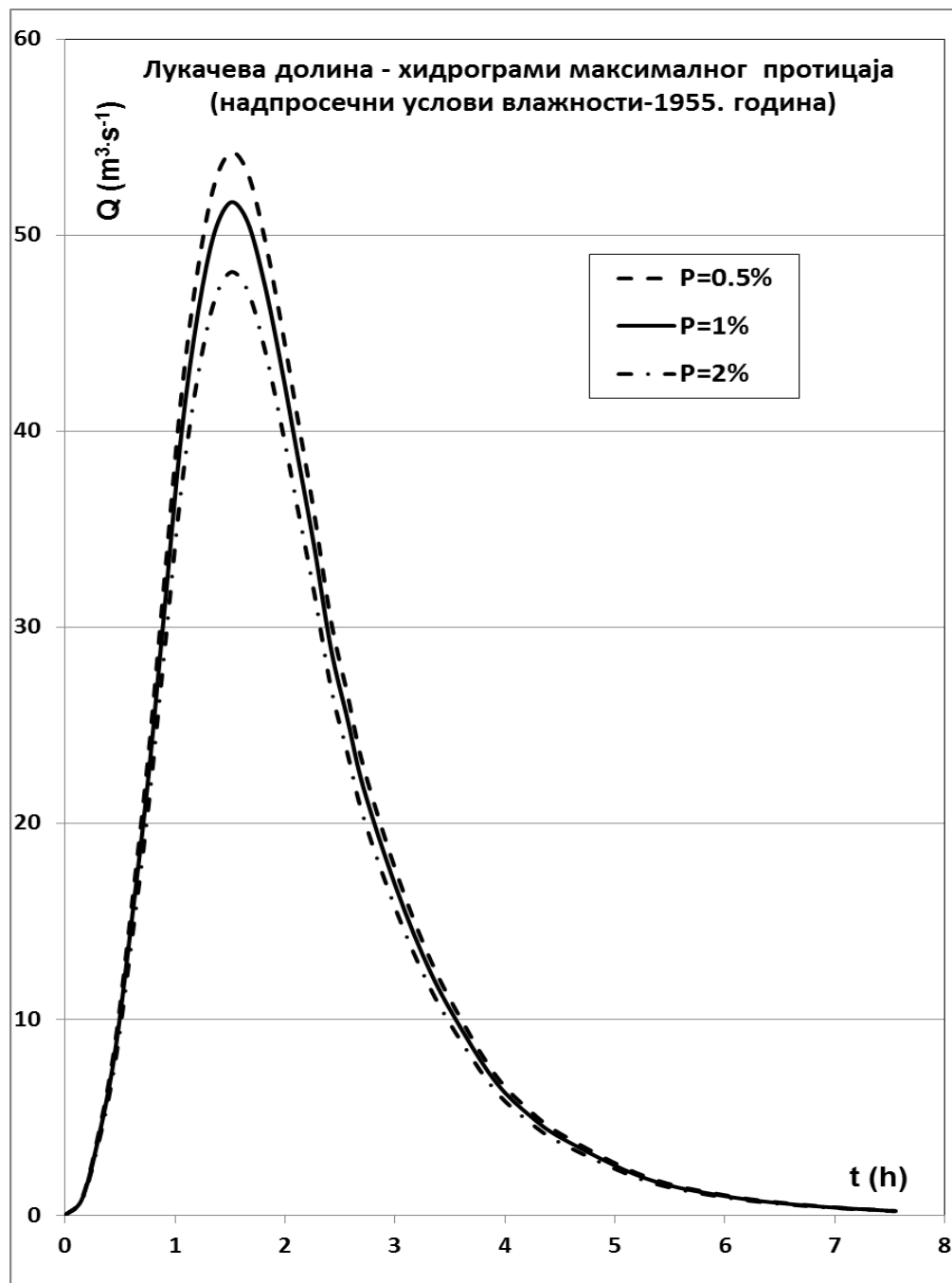
Слив	Година	Максимални протицај (m^3/s)			Запремина хидрограма директног отицаја $W_d (x10^6)m^3$		
		$Q_{0.5\%}$	$Q_{1\%}$	$Q_{2\%}$	$Q_{0.5\%}$	$Q_{1\%}$	$Q_{2\%}$
Лукачева Долина	1955.	54,24	51,68	48,11	0.391	0.376	0.350
	1970.	29,40	27,19	24,54	0.259	0.231	0.208
	2016.	25,66	23,85	21,43	0.235	0.219	0.199
Габровачка река	1955.	62,37	51,57	42,12	1.238	1.043	0.841
	1970.	37,32	29,27	22,50	0.832	0.658	0.524
	2016.	49,95	40,38	32,14	1.041	0.874	0.696
Градашничка река	1955.	132,38	107,62	86,11	2.998	2.451	2.116
	1970.	77,89	58,81	43,13	1.991	1.515	1.130
	2016.	62,10	45,45	32,12	1.677	1.273	0.921

Табела 4.43.: Улазни подаци за прорачун максималног протицаја за слив Лукачеве
Долине (1955. године)

Параметар	Ознака	Вредност
Површина слива	F (km ²)	4,08
Дужина слива по главном току	L (km)	4,19
Дужина слива по главном току, од тачке у кориту најближе тежишту слива, до излазног профила	L _c (km)	2,06
Уравнати пад тока	I _{ур} (%)	7,79
Број криве отицаја (просечни услови влажности)	CN	81
Коришћена крива (надпросечни услови влажности)	CN	92
Степен влажности тла	надпросечни	
Величина	K	1,062
Величина	t _p (čas)	1,097
Време порста хидрограма	T _p (čas)	1,51
Време опадања хидрограма	T _r (čas)	1,61
Временска база хидрограма	T _b (čas)	3,12
Киша вероватноћа појаве 0.5%	P _p	185,6
Киша вероватноћа појаве 1%	P _p	178,6
Киша вероватноћа појаве 2%	P _p	168,8

Табела 4.44.: Резултати прорачуна максималног протицаја за слив Лукачеве Долине (1955. године)

река: Лукачева Долина				профил: ушће		
T	T	q _{max}	Int	P _{br}	P _{ef}	Q _{max}
min	čas	m ³ /s mm	mm/min	mm	mm	m ³ /s
вероватноћа појаве P = 0.5%				повратни период T=200 година		
20	0,33	0,877	37,945	75,89	54,60	47,87
30	0,50	0,822	28,323	84,97	63,22	52,00
40	0,67	0,775	22,840	91,36	69,33	53,70
50	0,83	0,732	19,264	96,32	74,10	54,24
60	1,00	0,694	16,732	100,39	78,02	54,13
70	1,17	0,659	14,837	103,86	81,37	53,65
80	1,33	0,628	13,361	106,88	84,30	52,96
вероватноћа појаве P = 1%				повратни период T=100 година		
20	0,33	0,877	36,514	73,03	51,90	45,50
30	0,50	0,822	27,255	81,76	60,17	49,49
40	0,67	0,775	21,979	87,92	66,03	51,15
50	0,83	0,732	18,538	92,69	70,61	51,68
60	1,00	0,694	16,101	96,61	74,37	51,60
70	1,17	0,659	14,278	99,94	77,59	51,16
80	1,33	0,628	12,857	102,85	80,40	50,51
вероватноћа појаве P =2%				повратни период T=50 година		
20	0,33	0,877	34,510	69,02	48,14	42,21
30	0,50	0,822	25,759	77,28	55,91	45,99
40	0,67	0,775	20,773	83,09	61,43	47,58
50	0,83	0,732	17,521	87,60	65,73	48,11
60	1,00	0,694	15,218	91,31	69,28	48,06
70	1,17	0,659	13,494	94,46	72,30	47,68
80	1,33	0,628	12,151	97,21	74,95	47,09



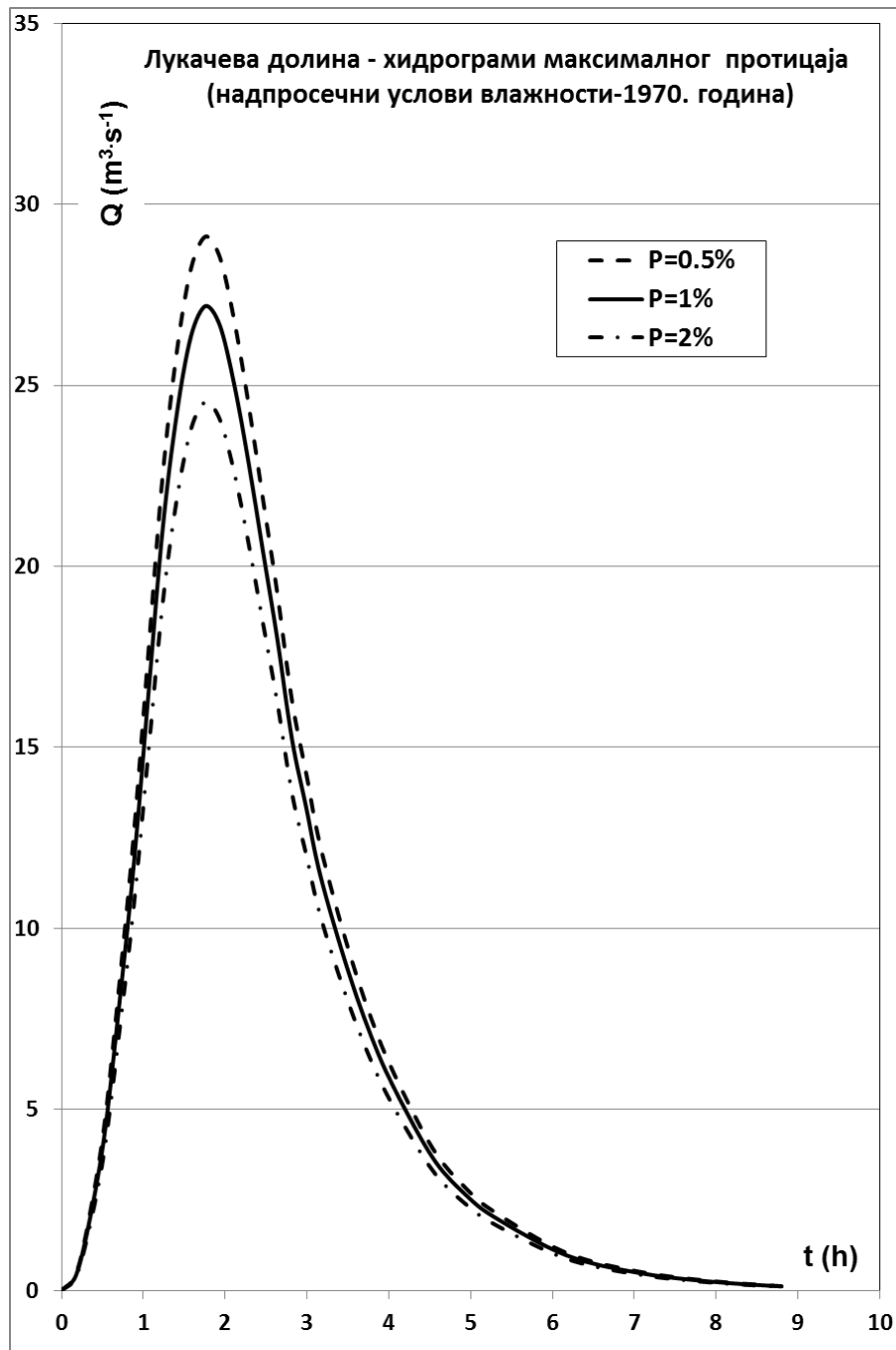
Слика 4.26.: Хидрограми максималног протицаја за слив Лукачеве Долине 1955. год.

Табела 4.45.: Улазни подаци за прорачун максималног протицаја за слив Лукачеве Долине (1970. године)

Параметар	Ознака	Вредност
Површина слива	F (km ²)	4,08
Дужина слива по главном току	L (km)	4,19
Дужина слива по главном току, од тачке у кориту најближе тежишту слива, до излазног профила	L _c (km)	2,06
Уравнати пад тока	I _{ур} (%)	7,79
Број криве отицаја (просечни услови влажности)	CN	57
Коришћена крива (надпросечни услови влажности)	CN	75
Степен влажности тла	надпросечни	
Величина	K	1,062
Величина	t _p (čas)	1,097
Време порста хидрограма	T _p (čas)	1,76
Време опадања хидрограма	T _r (čas)	1,87
Временска база хидрограма	T _b (čas)	3,64
Киша вероватноћа појаве 0.5%	P _p	185,6
Киша вероватноћа појаве 1%	P _p	178,6
Киша вероватноћа појаве 2%	P _p	168,8

Табела 4.46.: Резултати прорачуна максималног протицаја за слив Лукачеве
Долине (1970. године)

река: Лукачева Долина				профил: ушће		
T	T	q _{max}	Int	P _{br}	P _{ef}	Q _{max}
min	čas	m ³ /s mm	mm/min	mm	mm	m ³ /s
вероватноћа појаве P=0.5%				повратни период T=200 година		
50	0,83	0,732	19,264	96,32	38,42	28,12
60	1,00	0,694	16,732	100,39	41,43	28,74
70	1,17	0,659	14,837	103,86	44,04	29,04
80	1,33	0,628	13,361	106,88	46,34	29,11
90	1,50	0,600	12,175	109,57	48,40	29,04
100	1,67	0,574	1,200	112,00	50,28	28,86
110	1,83	0,550	10,330	114,21	52,01	28,62
вероватноћа појаве P=1%				повратни период T=100 година		
50	0,83	0,732	18,538	92,69	35,77	26,19
60	1,00	0,694	16,101	96,61	38,63	26,80
70	1,17	0,659	14,278	99,94	41,09	27,10
80	1,33	0,628	12,857	102,85	43,28	27,19
90	1,50	0,600	11,716	105,44	45,24	27,14
100	1,67	0,574	10,778	107,78	47,02	26,99
110	1,83	0,550	9,991	109,91	48,66	26,77
вероватноћа појаве P=2%				повратни период T=50 година		
50	0,83	0,732	17,521	87,60	32,15	23,53
60	1,00	0,694	15,218	91,31	34,78	24,13
70	1,17	0,659	13,494	94,46	37,06	24,43
80	1,33	0,628	12,151	97,21	37,07	24,54
90	1,50	0,600	1,073	99,66	40,88	24,52
100	1,67	0,574	10,186	101,86	42,53	24,41
110	1,83	0,550	9,443	103,87	44,05	24,24



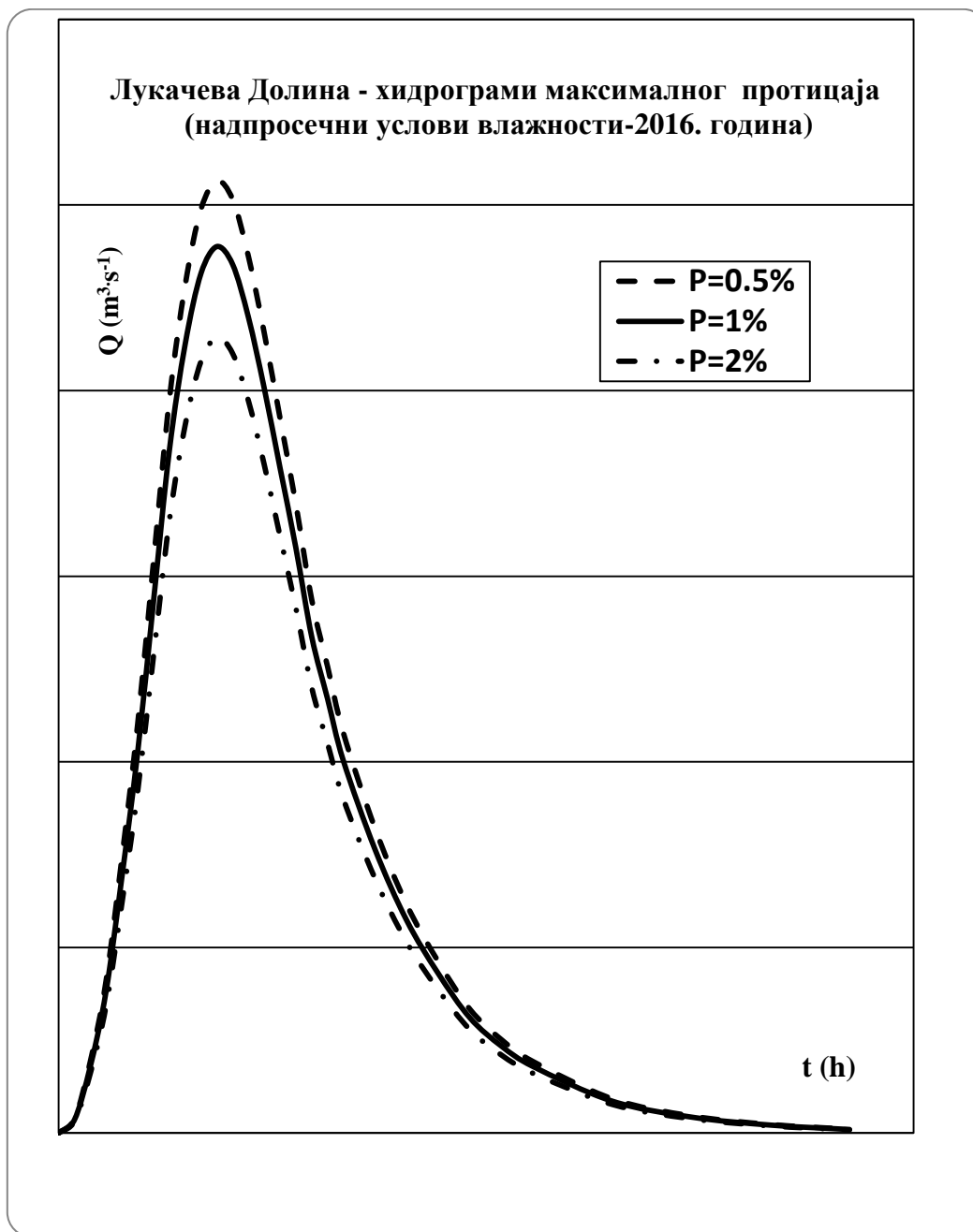
Слика 4.27.: Хидрограми максималног протицаја за слив Лукачеве Долине 1970. год.

Табела 4.47.: Улазни подаци за прорачун максималног протицаја за слив Лукачеве
Долине (2016. године)

Параметар	Ознака	Вредност
Површина слива	F (km ²)	4,08
Дужина слива по главном току	L (km)	4,19
Дужина слива по главном току, од тачке у кориту најближе тежишту слива, до излазног профила	L _c (km)	2,06
Уравнати пад тока	I _{ur} (%)	7,79
Број криве отицаја (просечни услови влажности)	CN	53
Коришћена крива (надпросечни услови влажности)	CN	72
Степен влажности тла	надпросечни	
Величина	K	1,062
Величина	t _p (čas)	1,097
Време порста хидрограма	T _p (čas)	1,85
Време опадања хидрограма	T _r (čas)	1,96
Временска база хидрограма	T _b (čas)	3,81
Киша вероватноћа појаве 0.5%	P _p	185,6
Киша вероватноћа појаве 1%	P _p	178,6
Киша вероватноћа појаве 2%	P _p	168,8

Табела 4.48.: Резултати прорачуна максималног протицаја за слив Лукачеве Долине (2016. године)

река: Лукачева Долина				профил: ушће		
T	T	Q _{max}	Int	P _{br}	P _{ef}	Q _{max}
min	čas	m ³ /s mm	mm/min	mm	mm	m ³ /s
вероватноћа појаве P=0.5%				повратни период T=200 година		
60	1,00	0,694	16,732	100,39	36,24	25,14
70	1,17	0,659	14,837	103,86	38,68	25,50
80	1,33	0,628	13,361	106,88	40,83	25,65
90	1,50	0,600	12,175	109,57	42,78	25,66
100	1,67	0,574	11,200	112	44,54	25,57
110	1,83	0,550	10,383	114,21	46,17	25,41
120	2,00	0,528	9,987	116,25	47,68	25,19
вероватноћа појаве P=1%				повратни период T=100 година		
60	1,00	0,694	16,101	96,61	33,63	23,33
70	1,17	0,659	14,278	99,94	35,93	23,69
80	1,33	0,628	12,857	102,85	37,97	23,85
90	1,50	0,600	11,716	105,44	39,80	23,80
100	1,67	0,574	10,778	107,78	41,48	23,81
110	1,83	0,550	9,991	109,91	43,02	23,67
120	2,00	0,528	9,322	111,87	44,45	23,48
вероватноћа појаве P=2%				повратни период T=50 година		
60	1,00	0,694	91,310	91,31	30,06	20,85
70	1,17	0,659	94,460	94,46	32,17	21,21
80	1,33	0,628	97,210	97,21	34,04	21,39
90	1,50	0,600	99,660	99,69	35,73	21,43
100	1,67	0,574	101,860	101,86	37,27	21,39
110	1,83	0,550	103,870	103,87	38,69	21,29
120	2,00	0,528	105,730	105,73	40,01	21,14



Слика 4.28.: Хидрограми максималног протицаја за слив Лукачеве Долине 2016. год.

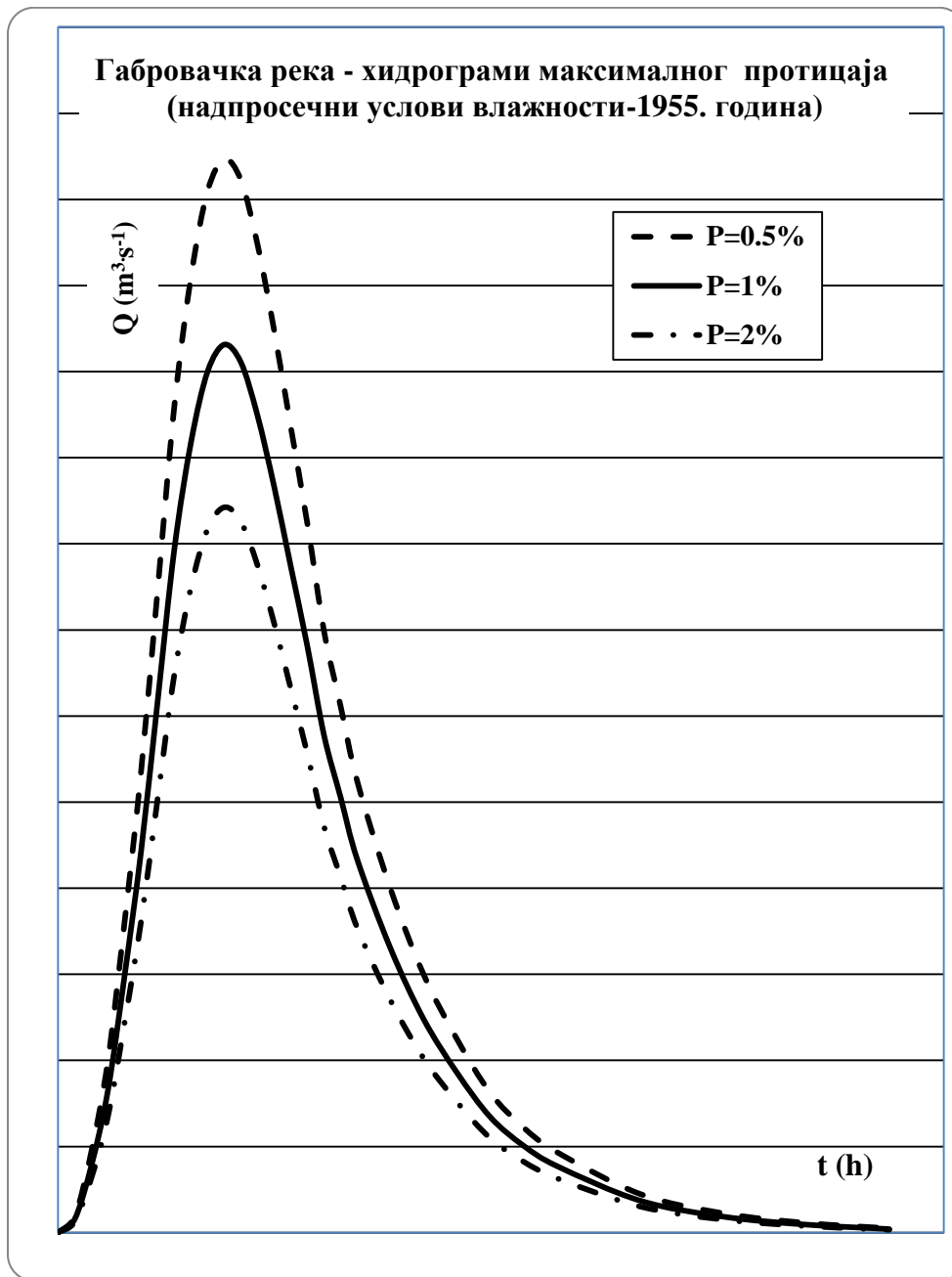
Вредности максималног протицаја, вероватноће појаве једном у 200 година, за слив Лукачеве Долине, кретале су се у дијапазону вредности $Q_{\max(0.5\%)}=25,66-54,24$ m^3/s , вероватноће појаве једном у 100 година, $Q_{\max(1\%)}=23,88-51,68$ m^3/s , и вероватноће појаве једном у 50 година, $Q_{\max(2\%)}=21,43-48,11$ m^3/s .

Табела 4.49: Улазни подаци за прорачун максималног протицаја за слив Габровачке реке (1955. године)

Параметар	Ознака	Вредност
Површина слива	F (km ²)	33,1
Дужина слива по главном току	L (km)	12,8
Дужина слива по главном току, од тачке у кориту најближе тежишту слива, до излазног профила	L _c (km)	6,6
Уравнати пад тока	I _{ур} (%)	2,03
Број криве отицаја (просечни услови влажности)	CN	74
Коришћена крива (надпросечни услови влажности)	CN	88
Степен влажности тла	надпросечни	
Величина	K	1,313
Величина	t _p (čas)	2,961
Време порста хидрограма	T _p (čas)	4,13
Време опадања хидрограма	T _r (čas)	5,42
Временска база хидрограма	T _b (čas)	9,55
Киша вероватноћа појаве 0.5%	P _p	88,7
Киша вероватноћа појаве 1%	P _p	78,8
Киша вероватноћа појаве 2%	P _p	69,8

Табела 4.50.: Резултати прорачуна максималног протицаја за слив Габровачке реке (1955. године)

река: Габровачка река				профил: ушће		
T	T	Q _{max}	Int	P _{br}	P _{ef}	Q _{max}
min	čas	m ³ /s	mm/min	mm	mm	m ³ /s
вероватноћа појаве P=0.5%				повратни период T=200 година		
110	1,83	2,067	5,221	57,43	29,96	61,92
120	2,00	2,023	4,863	58,36	30,73	62,18
130	2,17	1,982	4,555	59,21	31,45	62,32
140	2,33	1,942	4,286	60,01	32,12	62,37
150	2,50	1,903	4,050	60,76	32,75	62,33
160	2,67	1,866	3,841	61,46	33,35	62,23
170	2,83	1,831	3,654	62,12	33,91	62,08
вероватноћа појаве P=1%				повратни период T=100 година		
120	2,00	2,023	4,320	51,84	25,36	51,31
130	2,17	1,982	4,047	52,60	25,98	51,48
140	2,33	1,942	3,808	53,31	26,56	51,56
150	2,50	1,903	3,598	53,97	27,10	51,57
160	2,67	1,866	3,412	54,60	27,61	51,52
170	2,83	1,831	3,246	55,18	28,09	51,43
180	3,00	1,796	3,097	55,74	28,55	51,29
вероватноћа појаве P=2%				повратни период T=50 година		
120	2,00	2,023	3,527	45,92	20,65	41,78
130	2,17	1,982	3,584	46,60	21,18	41,96
140	2,33	1,942	3,373	47,22	21,67	42,07
150	2,50	1,903	3,187	47,81	22,13	42,12
160	2,67	1,866	3,023	48,36	22,57	42,12
170	2,83	1,831	2,875	48,88	22,98	42,07
180	3,00	1,796	2,743	49,38	23,37	41,99



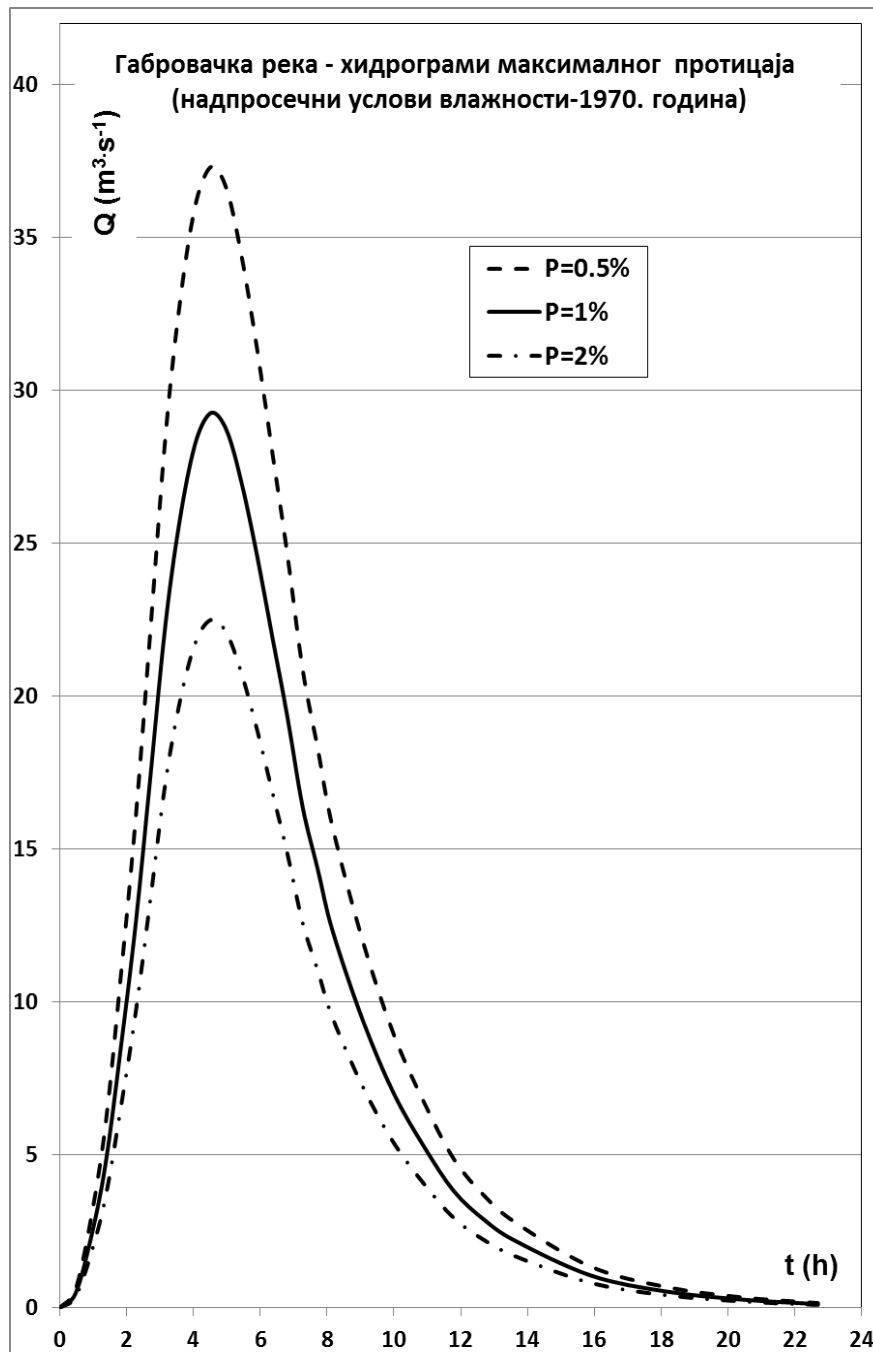
Слика 4.28.: Хидрограми максималног протицаја за слив Габровачке реке 1955. год.

Табела 4.51.: Улазни подаци за прорачун максималног протицаја за слив
Габровачке реке (1970. године)

Параметар	Ознака	Вредност
Површина слива	F (km ²)	33,1
Дужина слива по главном току	L (km)	12,8
Дужина слива по главном току, од тачке у кориту најближе тежишту слива, до излазног профила	L _c (km)	6,6
Уравнати пад тока	I _{ур} (%)	2,03
Број криве отицаја (просечни услови влажности)	CN	62
Коришћена крива (надпросечни услови влажности)	CN	79
Степен влажности тла	надпросечни	
Величина	K	1,313
Величина	t _p (čas)	2,961
Време порста хидрограма	T _p (čas)	4,54
Време опадања хидрограма	T _r (čas)	5,97
Временска база хидрограма	T _b (čas)	10,51
Киша вероватноћа појаве 0.5%	P _p	88,7
Киша вероватноћа појаве 1%	P _p	78,8
Киша вероватноћа појаве 2%	P _p	69,8

Табела 4.52.: Резултати прорачуна максималног протицаја за слив Габровачке реке (1970. године)

река: Габровачка река				профил: ушће		
T	T	Q _{max}	Int	P _{br}	P _{ef}	Q _{max}
min	čas	m ³ /smm	mm/min	mm	mm	m ³ /s
вероватноћа појаве P=0.5%				повратни период T=200 година		
160	2,67	1,866	3,841	61,46	19,91	37,16
170	2,83	1,831	3,654	62,12	20,35	37,25
180	3,00	1,796	3,486	62,74	20,77	37,31
190	3,17	1,763	3,334	63,34	21,16	37,32
200	3,33	1,732	3,195	63,91	21,55	37,31
210	3,50	1,701	3,069	64,45	21,91	37,27
220	3,67	1,672	2,953	64,97	22,26	37,21
вероватноћа појаве P=1%				повратни период T=100 година		
170	2,83	1,831	3,246	55,18	15,91	29,12
180	3,00	1,796	3,097	55,74	16,25	29,20
190	3,17	1,763	2,962	56,27	16,58	29,25
200	3,33	1,732	2,839	56,78	16,90	29,27
210	3,50	1,701	2,727	57,26	17,21	29,27
220	3,67	1,672	2,624	57,72	17,50	29,25
230	3,83	1,643	2,529	58,16	17,78	29,21
вероватноћа појаве P=2%				повратни период T=50 година		
190	3,17	1,763	2,623	49,84	12,72	22,42
200	3,33	1,732	2,515	50,29	12,97	22,47
210	3,50	1,701	2,416	50,72	13,22	22,49
220	3,67	1,672	2,324	51,13	13,46	22,50
230	3,83	1,643	2,240	51,52	13,70	22,50
240	4,00	1,615	2,162	51,90	13,92	22,48
250	4,17	1,589	2,091	52,26	14,14	22,46



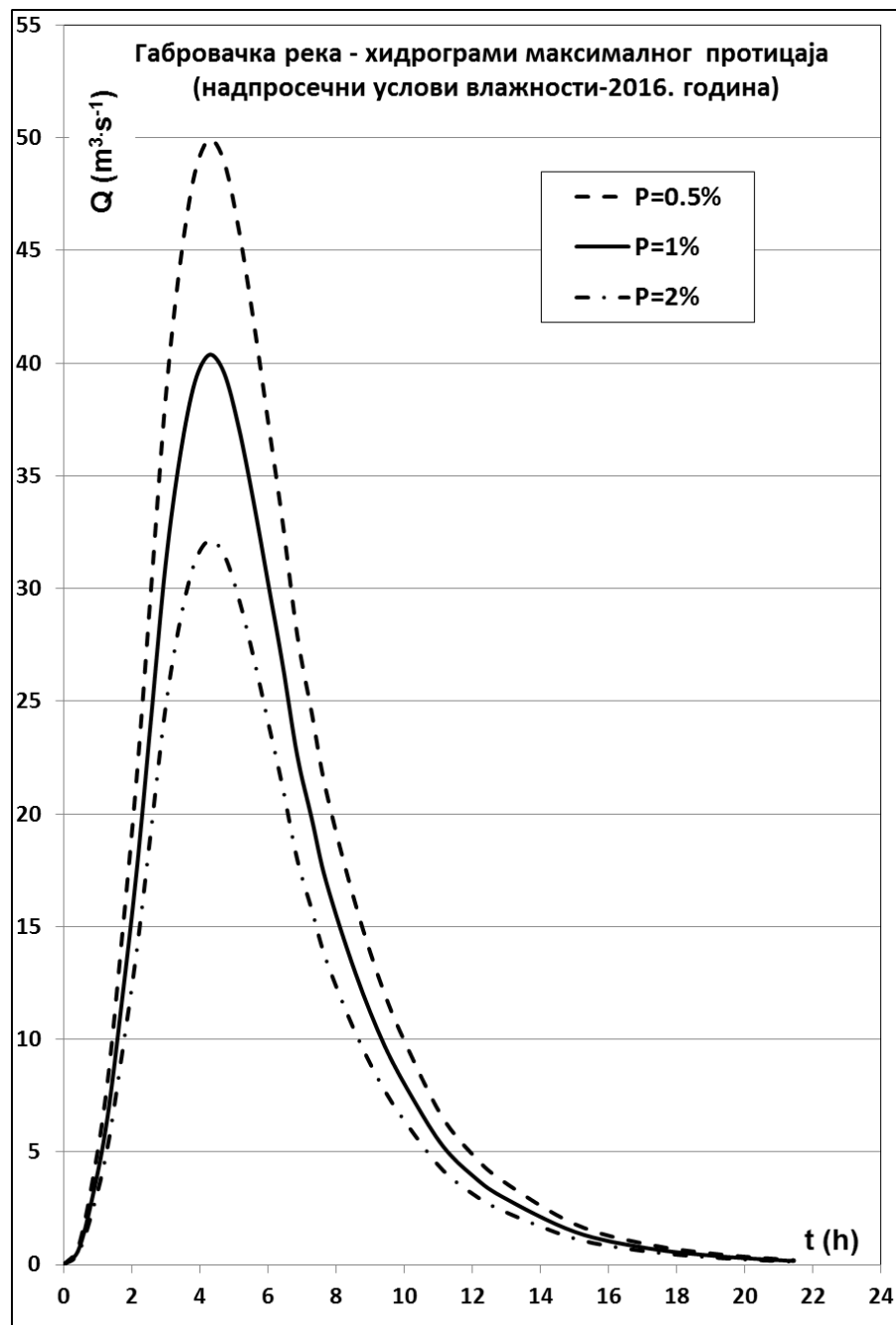
Слика 4.30.: Хидрограми максималног протицаја за слив Габровачке реке 1970. год.

Табела 4.53.: Улазни подаци за прорачун максималног протицаја за слив
Габровачке реке (2016. године)

Параметар	Ознака	Вредност
Површина слива	F (km ²)	33,1
Дужина слива по главном току	L (km)	12,8
Дужина слива по главном току, од тачке у кориту најближе тежишту слива, до излазног профила	L _c (km)	6,6
Уравнати пад тока	I _{ур} (%)	2,03
Број криве отицаја (просечни услови влажности)	CN	62
Коришћена крива (надпросечни услови влажности)	CN	79
Степен влажности тла	надпросечни	
Величина	K	1,313
Величина	t _p (čas)	2,961
Време порста хидрограма	T _p (čas)	4,54
Време опадања хидрограма	T _r (čas)	5,97
Временска база хидрограма	T _b (čas)	10,51
Киша вероватноћа појаве 0.5%	P _p	88,7
Киша вероватноћа појаве 1%	P _p	78,8
Киша вероватноћа појаве 2%	P _p	69,8

Табела 4.54.: Резултати прорачуна максималног протицаја за слив Габровачке реке (2016. године)

река: Габровачка река				профил: ушће		
T	T	Q _{max}	Int	P _{br}	P _{ef}	Q _{max}
min	čas	m ³ /s mm	mm/min	mm	mm	m ³ /s
вероватноћа појаве P=0.5%				повратни период T=200 година		
130	2,17	1,982	4,555	59,21	25,06	49,66
140	2,33	1,942	4,286	60,01	25,66	49,83
150	2,50	1,903	4,050	60,76	26,23	49,92
160	2,67	1,866	3,841	61,46	26,77	49,95
170	2,83	1,831	3,654	62,12	27,28	49,93
180	3,00	1,796	3,486	62,74	27,76	49,87
190	3,17	1,763	3,334	63,34	28,22	49,77
вероватноћа појаве P=1%				повратни период T=100 година		
140	2,33	1,942	3,808	53,31	20,69	40,18
150	2,50	1,903	3,598	53,97	21,17	40,29
160	2,67	1,866	3,412	54,60	21,63	40,36
170	2,83	1,831	3,246	55,18	22,06	40,38
180	3,00	1,796	3,097	55,74	22,47	40,36
190	3,17	1,763	2,962	56,27	22,86	40,31
200	3,33	1,732	2,839	56,78	23,23	40,23
вероватноћа појаве P=2%				повратни период T=50 година		
150	2,50	1,903	3,187	47,81	16,81	31,99
160	2,67	1,866	3,023	48,36	17,19	32,08
170	2,83	1,831	2,875	48,88	17,55	32,13
180	3,00	1,796	2,743	49,38	17,89	32,14
190	3,17	1,763	2,623	49,84	18,22	32,13
200	3,33	1,732	2,515	50,29	18,54	32,10
210	3,50	1,701	2,415	50,72	18,84	32,04



Слика 4.31.: Хидрограми максималног протицаја за слив Габровачке реке 2016. год.

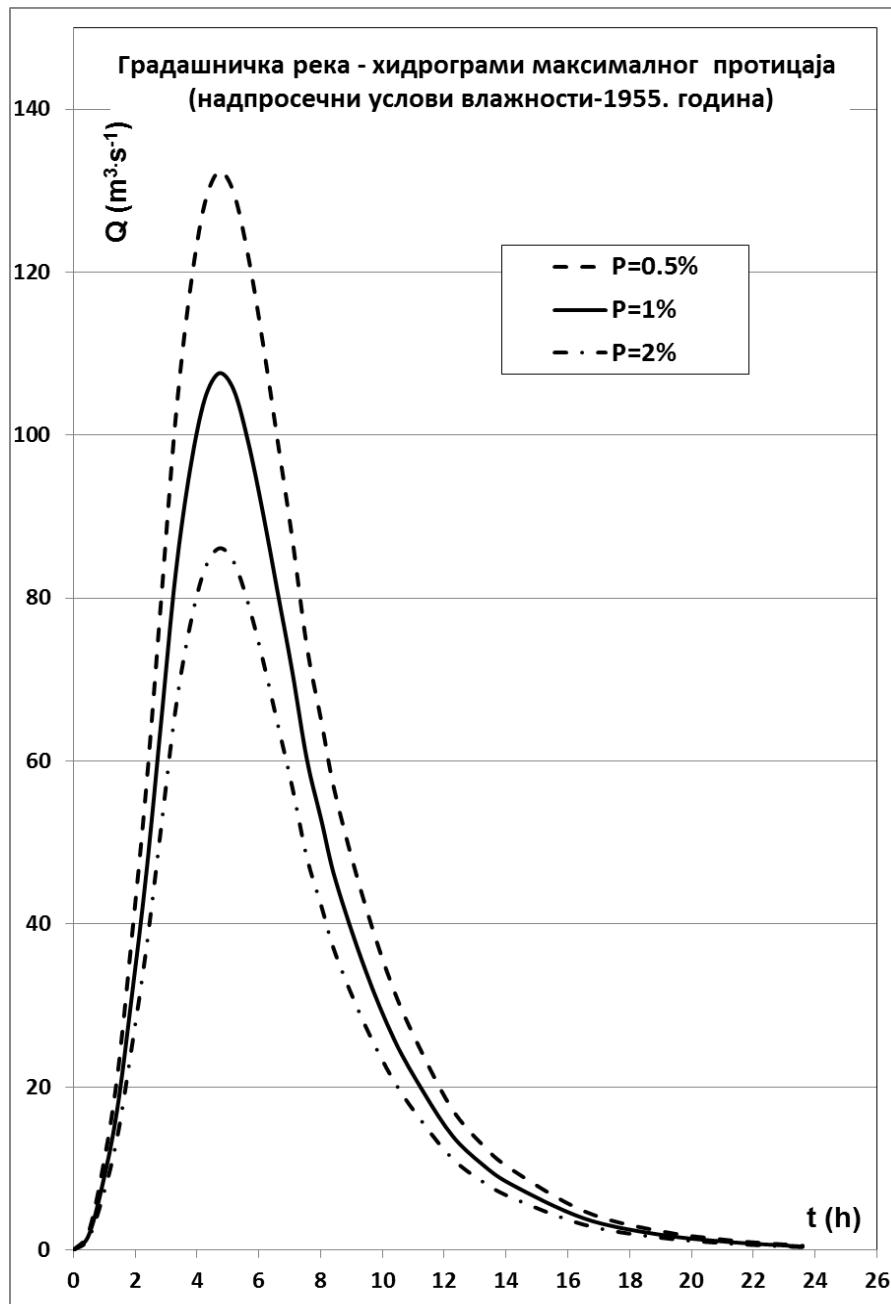
Вредности максималног протицаја, вероватноће појаве једном у 200 година, за слив Габровачке реке, кретале су се у дијапазону вредности $Q_{\max(0.5\%)}=37,32-62,37$ m^3/s , вероватноће појаве једном у 100 година, $Q_{\max(1\%)}=29,27-51,57$ m^3/s , и вероватноће појаве једном у 50 година, $Q_{\max(2\%)}=22,50-42,12$ m^3/s .

Табела 4.55.: Улазни подаци за прорачун максималног протицаја за слив Градашничке реке (1955. године)

Параметар	Ознака	Вредност
Површина слива	F (km ²)	43,2
Дужина слива по главном току	L (km)	17,1
Дужина слива по главном току, од тачке у кориту најближе тежишту слива, до излазног профила	L _c (km)	10,9
Уравнати пад тока	I _{ur} (%)	3,81
Број криве отицаја (просечни услови влажности)	CN	82
Коришћена крива (надпросечни услови влажности)	CN	92
Степен влажности тла	надпросечни	
Величина	K	1,389
Величина	t _p (čas)	3,475
Време порста хидрограма	T _p (čas)	4,72
Време опадања хидрограма	T _r (čas)	6,56
Временска база хидрограма	T _b (čas)	11,29
Киша вероватноћа појаве 0.5%	P _p	130,3
Киша вероватноћа појаве 1%	P _p	111,2
Киша вероватноћа појаве 2%	P _p	94,3

Табела 4.56.: Резултати прорачуна максималног протицаја за слив Градашничке реке (1955. године)

река: Градашничка река				профил: ушће		
T	T	Q _{max}	Int	P _{br}	P _{ef}	Q _{max}
min	čas	m ³ /smm	mm/min	mm	mm	m ³ /s
вероватноћа појаве P=0.5 %				повратни период T=200 година		
120	2,00	2,263	6,636	79,63	58,14	131,57
130	2,17	2,222	6,230	80,99	59,43	132,03
140	2,33	2,182	5,875	82,25	60,63	132,29
150	2,50	2,143	5,563	83,44	61,76	132,38
160	2,67	2,106	5,285	84,57	62,83	132,34
170	2,83	2,070	5,037	85,63	63,85	132,18
180	3,00	2,036	4,813	86,64	64,81	131,93
вероватноћа појаве P=1%				повратни период T=100 година		
130	2,17	2,222	5,317	69,11	48,23	107,16
140	2,33	2,182	5,014	70,20	49,24	107,44
150	2,50	2,143	4,747	71,21	50,20	107,59
160	2,67	2,106	4,511	72,17	51,10	107,62
170	2,83	2,070	4,299	73,08	51,95	107,55
180	3,00	2,036	4,108	73,94	52,76	107,40
190	3,17	2,002	3,935	74,76	53,53	107,18
вероватноћа појаве P=2%				повратни период T=50 година		
140	2,33	2,182	4,252	59,53	39,34	85,84
150	2,50	2,143	4,026	60,39	40,13	86,02
160	2,67	2,106	3,825	61,20	40,88	86,11
170	2,83	2,070	3,645	61,97	41,59	86,11
180	3,00	2,036	3,483	62,70	42,27	86,04
190	3,17	2,002	3,337	63,40	42,91	85,91
200	3,33	1,970	3,203	64,06	43,53	85,74



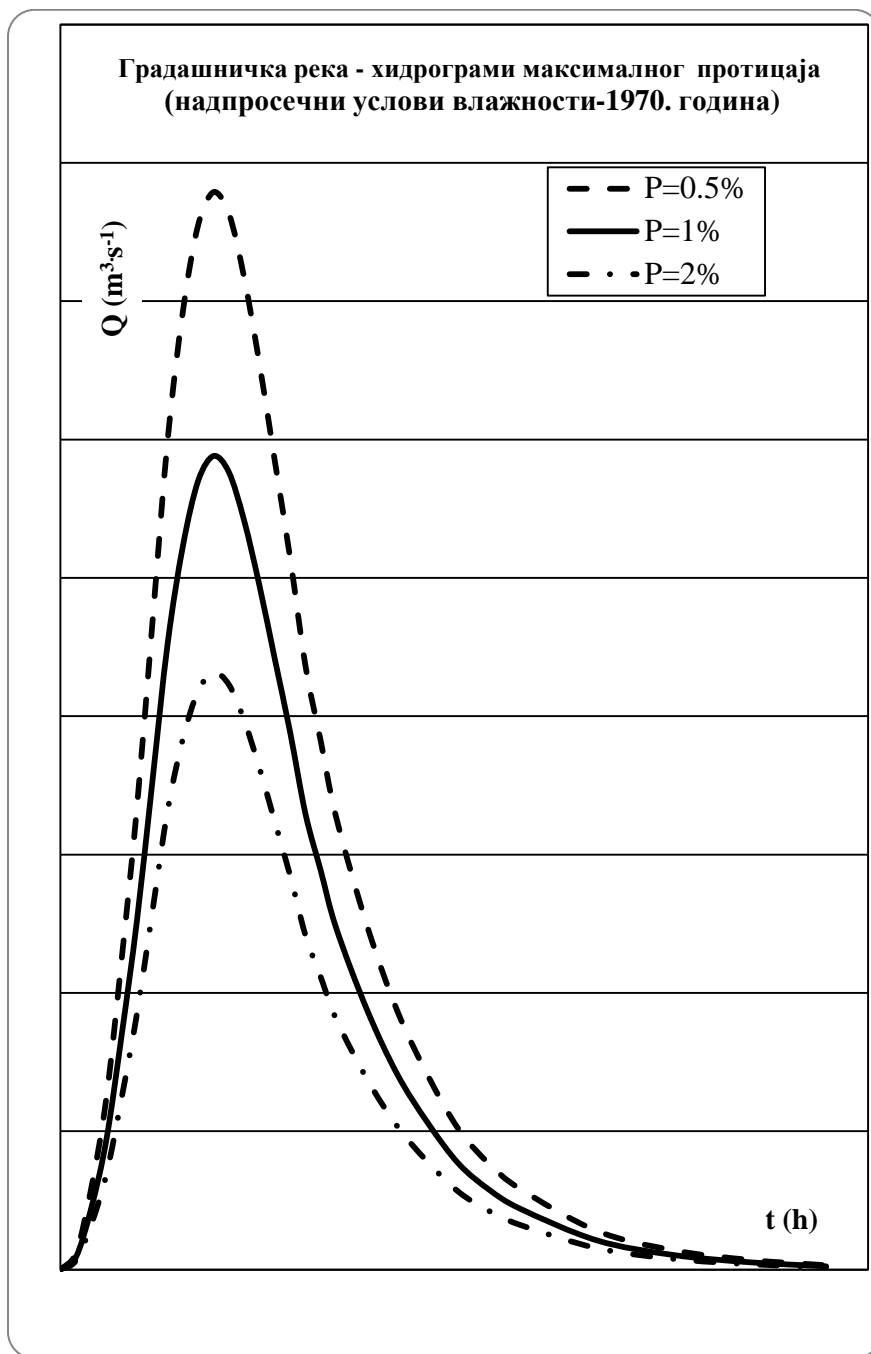
Слика 4.32.: Хидрограми максималног протицаја за слив Градашничке реке 1955. год.

Табела 4.57.: Улазни подаци за прорачун максималног протицаја за слив
Градашничке реке (1970. године)

Параметар	Ознака	Вредност
Површина слива	F (km ²)	43,2
Дужина слива по главном току	L (km)	17,1
Дужина слива по главном току, од тачке у кориту најближе тежишту слива, до излазног профила	L _c (km)	10,9
Уравнати пад тока	I _{ur} (%)	3,81
Број криве отицаја (просечни услови влажности)	CN	62
Коришћена крива (надпросечни услови влажности)	CN	79
Степен влажности тла	надпросечни	
Величина	K	1,389
Величина	t _p (čas)	3,475
Време порста хидрограма	T _p (čas)	5,31
Време опадања хидрограма	T _r (čas)	7,37
Временска база хидрограма	T _b (čas)	12,68
Киша вероватноћа појаве 0.5%	P _p	130,3
Киша вероватноћа појаве 1%	P _p	111,2
Киша вероватноћа појаве 2%	P _p	94,3

Табела 4.58.: Резултати прорачуна максималног протицаја за слив Градашничке реке (1970. године)

река: Градашничка река				профил: ушће		
T	T	Q _{max}	Int	P _{br}	P _{ef}	Q _{max}
min	čas	m ³ /s	mm/min	mm	mm	m ³ /s
вероватноћа појаве P=0.5%				повратни период T=200 година		
190	3,17	2,002	4,611	87,60	38,77	77,62
200	3,33	1,970	4,426	88,52	39,48	77,77
210	3,50	1,938	4,257	89,40	40,17	77,85
220	3,67	1,908	1,102	90,25	40,83	77,89
230	3,83	1,878	3,959	91,06	41,46	77,88
240	4,00	1,850	3,827	91,85	42,08	77,83
250	4,17	1,822	3,704	92,60	42,67	77,75
вероватноћа појаве P=1%				повратни период T=100 година		
210	3,50	1,938	3,633	76,30	30,26	58,65
220	3,67	1,908	3,501	77,02	30,79	58,74
230	3,83	1,878	3,379	77,71	31,30	58,79
240	4,00	1,850	3,266	78,38	31,79	58,81
250	4,17	1,822	3,161	79,03	32,27	58,80
260	4,33	1,795	3,064	79,65	32,73	58,76
270	4,50	1,769	2,972	80,25	33,18	58,70
вероватноћа појаве P=2%				повратни период T=50 година		
230	3,83	1,878	2,865	65,90	22,90	43,01
240	4,00	1,850	2,770	66,67	23,28	43,07
250	4,02	1,822	2,681	67,02	23,66	43,11
260	4,33	1,795	2,598	67,55	24,03	43,13
270	4,50	1,769	2,521	68,06	24,38	43,13
280	4,67	1,744	2,448	68,55	24,73	43,11
290	4,83	1,719	2,381	69,04	25,06	43,08



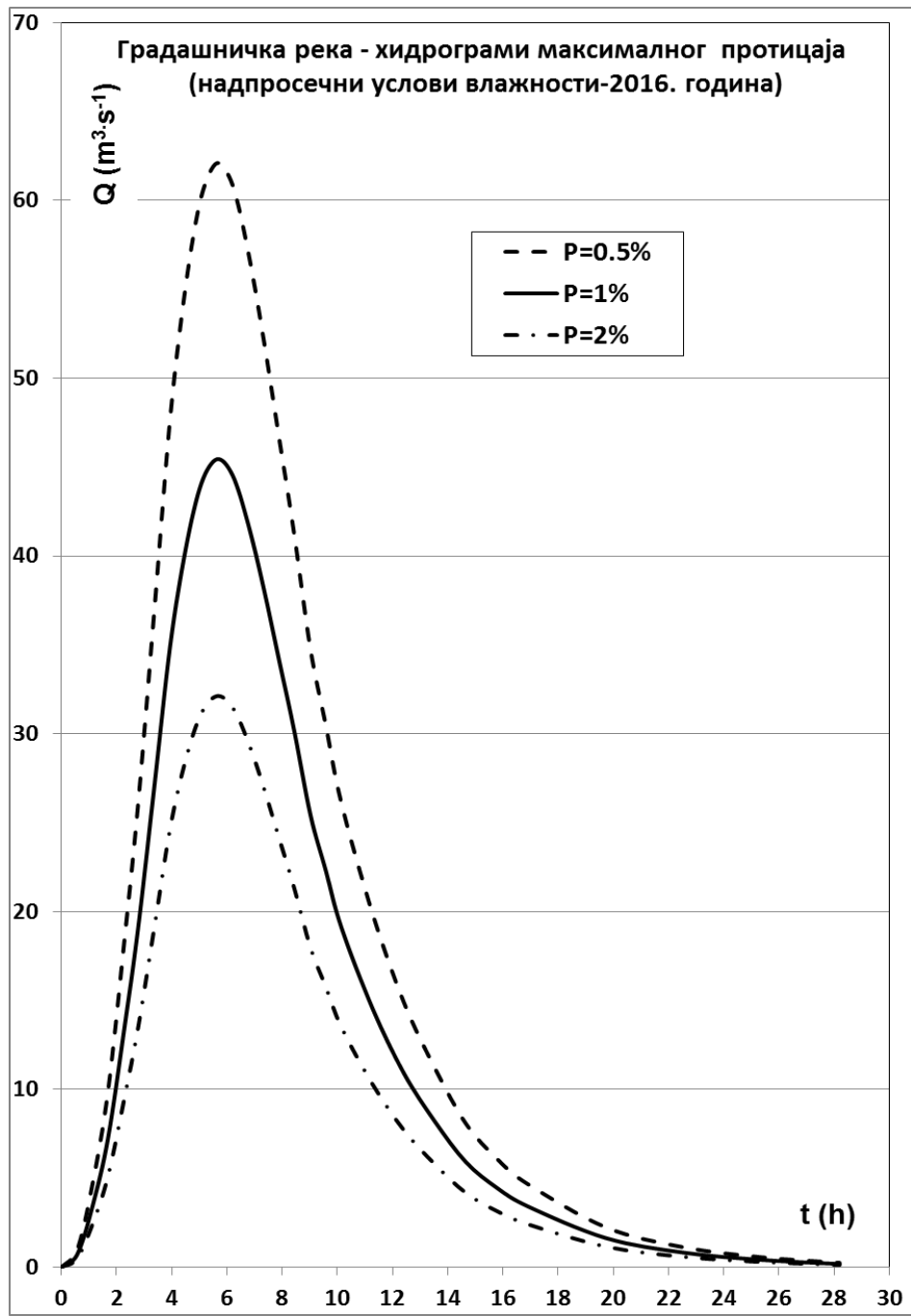
Слика 4.33.: Хидрограми максималног протицаја за слив Градашничке реке 1970. год.

Табела 4.59.: Улазни подаци за прорачун максималног протицаја за слив
Градашничке реке (2016. године)

Параметар	Ознака	Вредност
Површина слива	F (km ²)	43,2
Дужина слива по главном току	L (km)	17,1
Дужина слива по главном току, од тачке у кориту најближе тежишту слива, до излазног профила	L _c (km)	10,9
Уравнати пад тока	I _{ur} (%)	3,81
Број криве отицаја (просечни услови влажности)	CN	55
Коришћена крива (надпросечни услови влажности)	CN	74
Степен влажности гла	надпросечни	
Величина	K	1,389
Величина	t _p (čas)	3,474
Време порста хидрограма	T _p (čas)	5,64
Време опадања хидрограма	T _r (čas)	7,83
Временска база хидрограма	T _b (čas)	13,47
Киша вероватноћа појаве 0.5%	P _p	130,3
Киша вероватноћа појаве 1%	P _p	111,2
Киша вероватноћа појаве 2%	P _p	94,3

Табела 4.60.: Резултати прорачуна максималног протицаја за слив Градашничке реке (2016. године)

река: Градашничка река				профил: ушће		
T	T	q _{max}	Int	P _{br}	P _{ef}	Q _{max}
min	čas	m ³ /smm	mm/min	mm	mm	m ³ /s
вероватноћа појаве P=0.5%				повратни период T=200 година		
230	3,83	1,879	3,595	91,06	32,99	61,99
240	4,00	1,850	3,827	91,85	33,54	62,06
250	4,17	1,822	3,704	92,60	34,07	62,09
260	4,33	1,795	3,590	93,33	34,59	62,10
270	4,50	1,769	3,483	94,04	35,09	62,08
280	4,67	1,744	3,383	94,73	35,58	62,04
290	4,83	1,719	3,289	95,39	36,05	61,98
вероватноћа појаве P=1%				повратни период T=100 година		
250	4,17	1,822	3,161	79,03	24,88	45,34
260	4,33	1,795	3,064	79,65	25,29	45,40
270	4,50	1,769	2,972	80,25	25,68	45,44
280	4,67	1,744	2,887	80,84	26,06	45,45
290	4,83	1,719	2,807	81,41	26,44	45,45
300	5,00	1,695	2,732	81,96	26,80	45,43
310	5,17	1,672	2,661	82,49	27,16	45,40
вероватноћа појаве P=2%				повратни период T=50 година		
290	4,83	1,719	2,380	69,04	18,66	32,08
300	5,00	1,695	2,317	69,50	18,94	32,10
310	5,17	1,672	2,257	69,96	19,21	32,12
320	5,33	1,649	2,200	70,40	19,48	32,12
330	5,50	1,627	2,146	70,83	19,74	32,11
340	5,67	1,606	2,096	71,25	19,99	32,10
350	5,83	1,585	2,047	71,66	20,24	32,08



Слика 4.34.: Хидрограми максималног протицаја за слив Градашничке реке 2016. год.

Вредности максималног протицаја, вероватноће појаве једном у 200 година, за слив Градашничке реке, кретале су се у дијапазону вредности $Q_{\max(0.5\%)}=62,10-132,38 \text{ m}^3/\text{s}$, вероватноће појаве једном у 100 година, $Q_{\max(1\%)}=45,45-107,62 \text{ m}^3/\text{s}$, и вероватноће појаве једном у 50 година, $Q_{\max(2\%)}=32,12-86,11 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.8. Анализа ефеката изведених техничких противерозионих радова

У циљу потпуног сагледавања ефеката дејства попречних објеката, израчунате су количине задржаног наноса у заплавима (акумулационим просторима) попречних објеката, у кориту Лукачеве Долине (*Табела 4.59.*) и кориту Габровачке реке (*Табела 4.60.*). Формирани су регресиони модели за израчунавање пада заплава, на основу детерминисаних падова заплава, узводно од попречних објеката, и гранулометријских анализа узорака вученог наноса. Одређене су гранулометријске криве, за сваки узорак наноса, са којих су очитани карактеристични пречници ($d_5-d_{97,5}$). ГПС уређајем су снимљене координате свих попречних објеката пронађених на терену.

Примарна улога попречних објеката је задржавање вученог наноса у заплаву. Остварени ефекат утврђује се на основу количине задржаног наноса, која зависи између осталог, од корисне висине попречног објекта, средње ширине заплава, пада корита и пада заплава.

На сливу Лукачеве Долине регистроване су две преграде у кориту главног тока (*Табела 4.61.*). Прорачуном, на основу мерења ширине и дужине заплава, као и пада корита, одређене су количине наноса, задржане у заплавима попречних објеката. У кориту преграда, у главном току Лукачеве Долине, задржано је укупно $24.875,00 \text{ m}^3$ наноса. Израчунате количине задржаног наноса представљају појединачне ефекте сваког изведеног попречног објекта. У заплаву преграде бр. 1, која је најнизводнији објекат у кориту, задржано је двоструко више наноса ($16.875,00 \text{ m}^3$) у односу на преграду бр. 2. До формирања заплава велике дужине и

ширине и задржавања значајне количине наноса, непосредно пре ушћа у реку Власину, довео је прави одабир положаја за изградњу овог попречног објекта. У зони преграде бр. 1, а пре њене изградње, пад корита износио је 3.0%, да би се изградњом објекта формирао заплав са падом горње површине од 1.5%. Преграда бр. 2 је у свом заплаву задржала 8.000,00 m³ наноса. Заплав који је формиран на сливу Лукачеве Долине карактерише веома крупан нанос, који није у већој мери обрастао вегетацијом. Објекти су без видљивих оштећења, а преливи без нагомиланог наноса.

У кориту Габровачке реке, регистровано је 13 попречних објеката у кориту главног тока и 9 попречних објеката у кориту Вукмановске реке, десне притоке Габровачке реке (Табела 4.62.). У заплаву 13 попречних објеката у левом краку Габровачке реке, задржано је укупно 29.815,43 m³, док је у десном изворишном краку (корито Вукмановске реке), задржано 4.402,54 m³ наноса, што за цео слив Габровачке реке износи 34.217,97 m³ наноса.

На сливу Габровачке реке, на левом изворишном краку, највећу количину наноса задржали су најузводнији објекти, на највишим деловима слива (објекти бр. 13, 12 и 10) и објекти који су изграђени на најнизводнијој деоници (објекти бр. 1 и 2). Велика количина наноса, која је задржана узводно од ових објеката, делимично се објашњава већом корисном висином преграда. Сви објекти су у добром стању и запуњени до прелива. Редукција пада природног корита се креће у просеку од 20-50%.

На десном изворишном краку, Вукмановској реци, потпуно је другачији начин формирања заплава и сам састав наноса. Објекти су грађени у функцији стабилизације корита, мале су корисне висине и на релативно кратком растојању. Највећа количина наноса задржана је на прегради 1 (објекат бр. 5), и то 1.385,70 m³, а затим следе праг број 2 и праг број 9. Редукција пада природног корита се креће у просеку од 20-40%. Већина објеката је у добром стању, а једино је код

прага бр. 1 уочено оштећење слапишта и тела објекта са низводне стране, што је последица обрушавања леве обале. Већина попречних објеката за стабилизацију корита је потпуно засута наносом, чак и преко крила објеката, тако да су у равни са тереном.

У кориту Градашничке реке регистрована су два објекта, једна преграда и један праг, у главном кориту, и још четири појединачне преграде на вршним деловима слива, у коритима некадашњих јаруга и суводолина. За два објекта, у главном току Градашничке реке, узет је узорак наноса и извршена је гранулометријска анализа вученог наноса, на основу које су израђене гранулометријске криве. Међутим, није обављен прорачун задржаног наноса, јер су у време вршења теренских радова у оквиру истраживања, у току били радови на чишћењу депонијских преграда, које је организовано од стране локалне самоуправе (слика 4.35.).

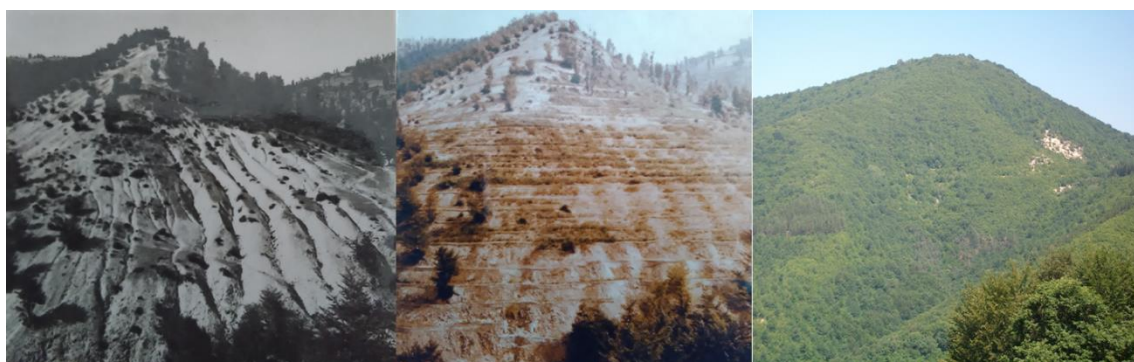
Са заплава четири, појединачне преграде на сливу Градашничке реке, није узиман узорак наноса јер су ови објекти изграђени у стени и нису имали функцију класичних депонијско-консолидационих преграда за задржавање наноса, већ је њихова функција била да стабилизују стенски материјал у виду потпорних зидова. Сав материјал који су ови објекти задржали и стабилизовали су стенски одломци чија величина прелази 2,0 m у пречнику.

Табела 4.61.: Количине наноса у заплавима попречних објеката Лукачеве Долине

Редни број	Објекат	ширина заплава (m)	h_k (m)	I_t (%)	I_z (%)	W (m ³)
Лукачева Долина						
1	Преграда 1	25,00	4,50	3,00	1,50	16.875,00
2	Преграда 2	20,00	4,00	4,00	2,00	8.000,00
укупно						24.875,00



Слика 4.35.: Радови на чишћењу заплава преграде од наноса, на Градашничкој реци



Слика 4.36.: Лукачева Долина пре извођења радова (1955), после извођења радова (1960) и садашње стање (2016)

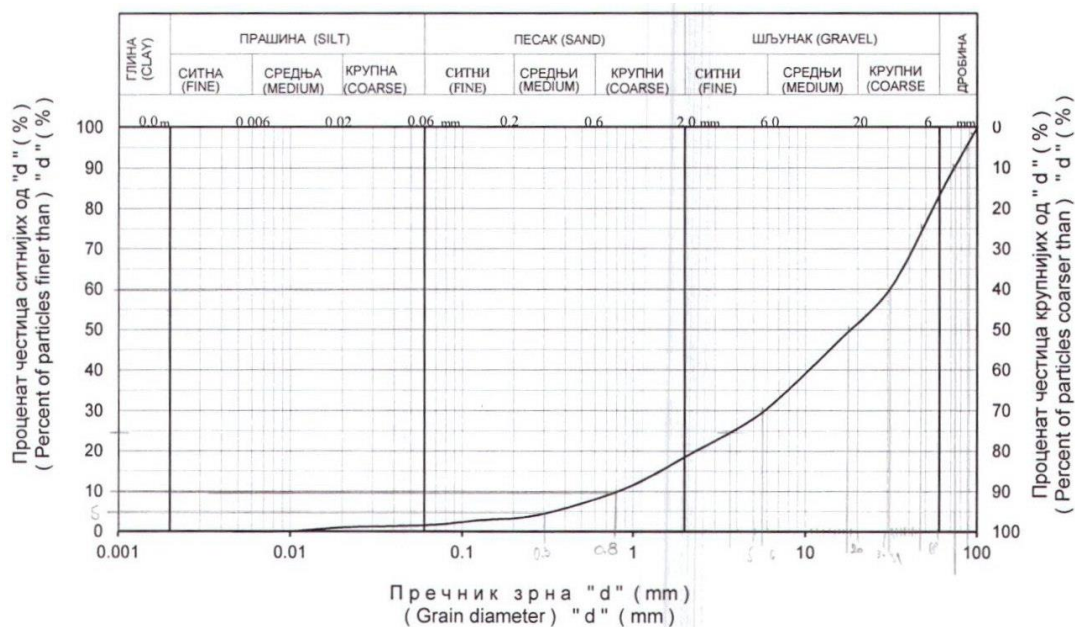
(фотографисали: 1955. и 1960. године В. Милојевић, 2016. године Ј. Радоњић)

Табела 4.62.: Количине наноса у заповима попречних објеката Габровачке реке

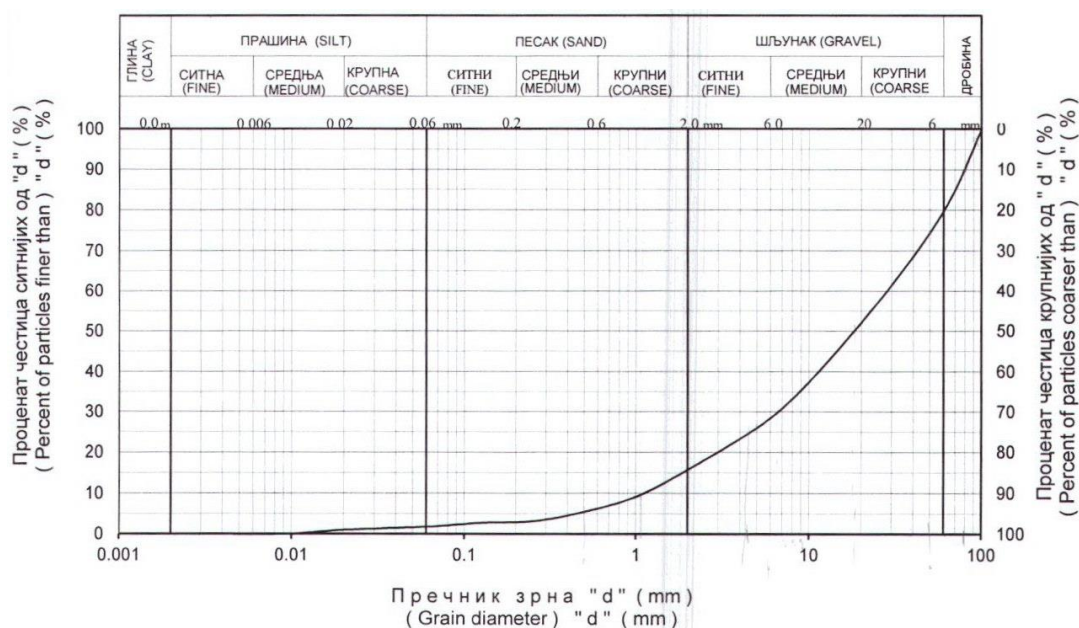
Редни број	Објекат	ширина заплава (m)	h_k (m)	I_t (%)	I_z (%)	W (m ³)
Габровачка река-леви крак						
1	Каскада 1	15,00	1,00	2,76	2,54	3.409,09
2	Каскада 2	20,00	1,00	0,74	0,23	1.960,78
3	Каскада 3	20,00	1,00	5,90	3,32	387,60
4	Каскада 4	14,00	1,00	2,27	1,97	2.333,33
5	Каскада 5	16,00	1,50	3,85	2,56	1.395,35
6	Појас 1	22,00	0,50	7,90	2,91	55,11
7	Каскада 6	12,00	1,50	3,42	0,29	431,31
8	Каскада 7	15,00	1,30	2,34	2,05	4.370,69
9	Каскада 8	18,00	1,00	3,95	2,3	545,45
10	Каскада 9	20,00	1,00	0,93	0,77	6.250,00
11	Праг 1	22,00	1,50	6,90	1,57	464,35
12	Праг 2	28,00	1,50	2,43	1,6	3.795,18
13	Преграда 1	16,00	3,00	5,31	3,68	4.417,18
укупно						29.815,43
Габровачка река-десни крак Вукмановска река						
14	Праг 1	7,00	1,00	2,64	2,05	593,22
15	Праг 2	7,00	1,50	1,92	0,86	742,92
16	Праг 3	4,00	1,00	1,91	0,6	152,67
17	Праг 4	4,00	1,50	2,28	0,93	333,33
18	Преграда 1	3,00	2,50	2,97	2,28	1.358,70
19	Праг 5	3,00	1,00	2,52	2,03	306,12
20	Праг 6	2,00	1,00	2,50	1,55	105,26
21	Праг 7	2,00	0,50	4,70	3,5	20,83
22	Праг 8	3,00	2,00	3,86	3,1	789,47
укупно						4.402,54
Укупно						34.217,97

Табела 4.63.: Пречници наноса и коефицијенти неједнородности – Лукачева Долина

Карактеристичан пречник наноса		Коефицијент неједнородности	Карактеристичан пречник наноса		Коефицијент неједнородности
ПРЕГРАДА 1		Allen-Hazen	ПРЕГРАДА 2		Allen-Hazen
d	вредност	38,75	d	вредност	23,33
d ₅	0,30	B.A. Melentljev	d ₅	0,50	B.A. Melentljev
d ₁₀	0,80	92,50	d ₁₀	1,20	66,67
d ₂₅	3,63	G.B. Dokukin	d ₂₅	1,50	G.B. Dokukin
d ₃₀	5,83	5,43	d ₃₀	6,70	9,13
d ₅₀	17,50	V.S. Kronoz	d ₅₀	10,90	V.S. Kronoz
d ₆₀	31,00	293,33	d ₆₀	28,00	180,00
d ₇₅	36,00	L.B. Ruhin	d ₇₅	50,00	L.B. Ruhin
d ₉₀	74,00	3,15	d ₉₀	80,00	5,77
d ₉₅	88,00	Krumbein	d ₉₅	90,00	Krumbein
d _{97.5}	95,00	0,32	d _{97.5}	99,50	0,17



Слика 4.37.: Крива гранулометријског састава наноса Лукачеве Долине – Прег. 1



Слика 4.38.: Крива гранулометријског састава наноса Лукачеве Долине – Прег. 2

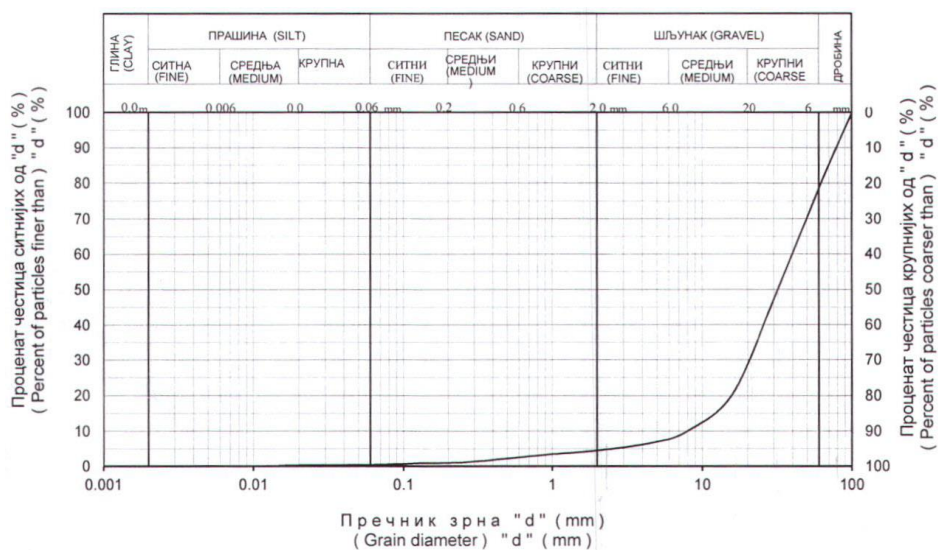
Табела 4.64.: Пречници наноса и коефицијенти неједнородности - Габровачка река

Карактеристични пречник наноса		Коефицијент неједнородности	Карактеристични пречник наноса		Коефицијент неједнородности
КАСКАДА 1		Allen-Hazen	КАСКАДА 2		Allen-Hazen
d	вредност	5,00	d	вредност	24,50
d ₅	2,40	B.A. Melentljev	d ₅	0,13	B.A. Melentljev
d ₁₀	8,00	10,00	d ₁₀	0,40	28,50
d ₂₅	16,00	G.B. Dokukin	d ₂₅	1,70	G.B. Dokukin
d ₃₀	21,00	3,13	d ₃₀	2,45	1,68
d ₅₀	32,00	V.S. Kronoz	d ₅₀	7,50	V.S. Kronoz
d ₆₀	40,00	39,58	d ₆₀	9,80	90,77
d ₇₅	55,00	L.B. Ruhin	d ₇₅	10,50	L.B. Ruhin
d ₉₀	80,00	1,85	d ₉₀	11,40	2,63
d ₉₅	95,00	Krumbein	d ₉₅	11,80	Krumbein
d _{97.5}	100,00	0,54	d _{97.5}	12,60	0,40
КАСКАДА 3		Allen-Hazen	КАСКАДА 4		Allen-Hazen
d	вредност	27,69	d	вредност	40,00
d ₅	0.20	B.A. Melentljev	d ₅	0,27	B.A. Melentljev
d ₁₀	0.65	20,62	d ₁₀	0,60	138,33
d ₂₅	4.40	G.B. Dokukin	d ₂₅	2,70	G.B. Dokukin
d ₃₀	6.00	6,80	d ₃₀	4,40	7,14
d ₅₀	10.30	V.S. Kronoz	d ₅₀	14,00	V.S. Kronoz
d ₆₀	18.00	275,00	d ₆₀	24,00	351,85

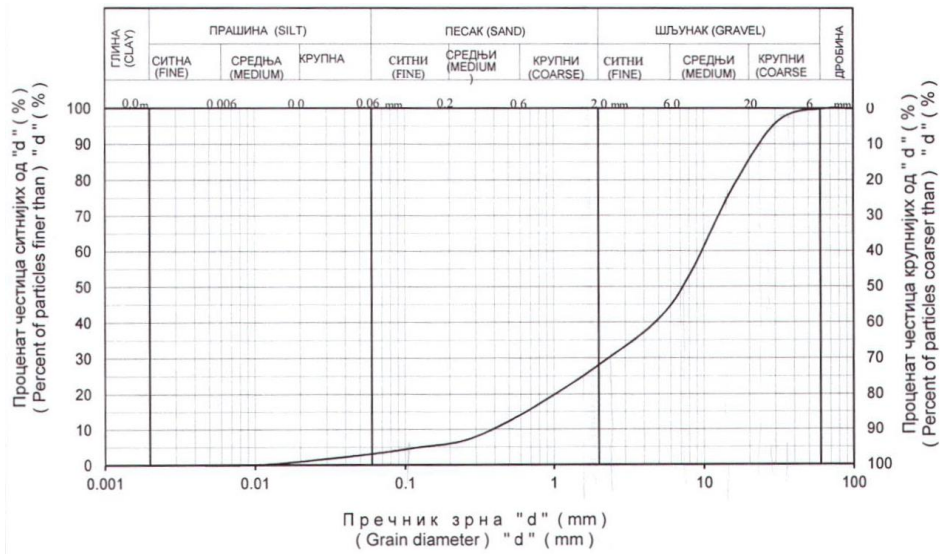
d ₇₅	11,50	L.B. Ruhin	d ₇₅	55,00	L.B. Ruhin
d ₉₀	13,40	1,62	d ₉₀	83,00	4,51
d ₉₅	55,00	Krumbein	d ₉₅	95,00	Krumbein
d _{97.5}	70,00	0,62	d _{97.5}	100,00	0,22
КАСКАДА 5		Allen-Hazen	ПОЈАС 6		Allen-Hazen
d	вредност	82,50	d	вредност	44,29
d ₅	0,14	B.A. Melentljev	d ₅	0,30	B.A. Melentljev
d ₁₀	0,40	185,00	d ₁₀	0,70	114,29
d ₂₅	1,60	G.B. Dokukin	d ₂₅	2,75	G.B. Dokukin
d ₃₀	3,00	3,96	d ₃₀	4,20	4,75
d ₅₀	24,00	V.S. Kronoz	d ₅₀	20,00	V.S. Kronoz
d ₆₀	33,00	607,14	d ₆₀	31,00	300,00
d ₇₅	50,00	L.B. Ruhin	d ₇₅	45,00	L.B. Ruhin
d ₉₀	74,00	5,59	d ₉₀	80,00	4,05
d ₉₅	85,00	Krumbein	d ₉₅	90,00	Krumbein
d _{97.5}	95,00	0,18	d _{97.5}	95,00	0,25
КАСКАДА 6		Allen-Hazen	КАСКАДА 7		Allen-Hazen
d	вредност	51,43	d	вредност	30,00
d ₅	0,09	B.A. Melentljev	d ₅	0,12	B.A. Melentljev
d ₁₀	0,35	165,71	d ₁₀	0,40	112,50
d ₂₅	1,40	G.B. Dokukin	d ₂₅	1,20	G.B. Dokukin
d ₃₀	2,00	6,00	d ₃₀	1,60	9,52
d ₅₀	10,00	V.S. Kronoz	d ₅₀	6,30	V.S. Kronoz
d ₆₀	18,00	611,11	d ₆₀	12,00	441,67
d ₇₅	34,00	L.B. Ruhin	d ₇₅	27,00	L.B. Ruhin
d ₉₀	58,00	4,93	d ₉₀	45,00	4,74
d ₉₅	55,00	Krumbein	d ₉₅	53,00	Krumbein
d _{97.5}	60,00	0,20	d _{97.5}	60,00	0,21
КАСКАДА 8		Allen-Hazen	КАСКАДА 9		Allen-Hazen
d	вредност	22,00	d	вредност	48,28
d ₅	0,10	B.A. Melentljev	d ₅	0,26	B.A. Melentljev
d ₁₀	0,40	75,00	d ₁₀	0,58	117,24
d ₂₅	1,30	G.B. Dokukin	d ₂₅	2,30	G.B. Dokukin
d ₃₀	1,70	1,00	d ₃₀	3,70	6,00
d ₅₀	55,00	V.S. Kronoz	d ₅₀	15,00	V.S. Kronoz
d ₆₀	8,80	400,00	d ₆₀	28,00	307,69
d ₇₅	17,00	L.B. Ruhin	d ₇₅	44,00	L.B. Ruhin
d ₉₀	30,00	3,62	d ₉₀	68,00	4,37
d ₉₅	40,00	Krumbein	d ₉₅	80,00	Krumbein
d _{97.5}	55,00	0,28	d _{97.5}	90,00	0,23
ПРАГ 1		Allen-Hazen	ПРАГ 2		Allen-Hazen
d	вредност	49,17	d	вредност	50,00
d ₅	0,48	B.A. Melentljev	d ₅	0,20	B.A. Melentljev
d ₁₀	1,20	75,00	d ₁₀	0,68	95,59
d ₂₅	9,50	G.B. Dokukin	d ₂₅	3,80	G.B. Dokukin
d ₃₀	15,00	2,13	d ₃₀	6,20	3,75

d ₅₀	46,00	V.S. Kronoz	d ₅₀	24,00	V.S. Kronoz
d ₆₀	59,00	197,92	d ₆₀	34,00	400,00
d ₇₅	75,00	L.B. Ruhin	d ₇₅	47,00	L.B. Ruhin
d ₉₀	90,00	2,81	d ₉₀	65,00	3,52
d ₉₅	95,00	Krumbein	d ₉₅	80,00	Krumbein
d _{97.5}	98,00	0,36	d _{97.5}	90,00	0,28
ПРЕГРАДА 1		Allen-Hazen	ПРАГ 1 Вук. река		Allen-Hazen
d	вредност	25,45	d	вредност	19,05
d ₅	0,20	B.A. Melentljev	d ₅	0,26	B.A. Melentljev
d ₁₀	0,55	90,36	d ₁₀	0,42	54,76
d ₂₅	1,40	G.B. Dokukin	d ₂₅	0,90	G.B. Dokukin
d ₃₀	2,40	8,00	d ₃₀	1,20	6,67
d ₅₀	7,50	V.S. Kronoz	d ₅₀	4,50	V.S. Kronoz
d ₆₀	14,00	275,00	d ₆₀	8,00	107,69
d ₇₅	35,00	L.B. Ruhin	d ₇₅	13,00	L.B. Ruhin
d ₉₀	49,70	5,00	d ₉₀	23,00	7,07
d ₉₅	55,00	Krumbein	d ₉₅	28,00	Krumbein
d _{97.5}	60,00	0,20	d _{97.5}	30,00	0,26
ПРАГ 2 Вук. река		Allen-Hazen	ПРАГ 3 Вук. река		Allen-Hazen
d	вредност	17,60	d	вредност	32,00
d ₅	0,30	B.A. Melentljev	d ₅	0,34	B.A. Melentljev
d ₁₀	0,50	44,00	d ₁₀	0,50	80,00
d ₂₅	1,95	G.B. Dokukin	d ₂₅	1,40	G.B. Dokukin
d ₃₀	2,70	4,77	d ₃₀	2,00	6,20
d ₅₀	6,50	V.S. Kronoz	d ₅₀	9,20	V.S. Kronoz
d ₆₀	8,80	93,33	d ₆₀	16,00	147,06
d ₇₅	13,00	L.B. Ruhin	d ₇₅	25,00	L.B. Ruhin
d ₉₀	22,00	2,58	d ₉₀	40,00	4,23
d ₉₅	28,00	Krumbein	d ₉₅	50,00	Krumbein
d _{97.5}	31,00	0,39	d _{97.5}	57,00	0,24
ПРАГ 4 Вук. река		Allen-Hazen	ПРЕГ. 1 Вук. река		Allen-Hazen
d	вредност	34,62	d	вредност	50,00
d ₅	0,29	B.A. Melentljev	d ₅	0,40	B.A. Melentljev
d ₁₀	0,52	123,08	d ₁₀	0,62	83,87
d ₂₅	1,00	G.B. Dokukin	d ₂₅	2,50	G.B. Dokukin
d ₃₀	1,45	9,47	d ₃₀	5,00	2,61
d ₅₀	9,40	V.S. Kronoz	d ₅₀	23,00	V.S. Kronoz
d ₆₀	18,00	275,86	d ₆₀	31,00	145,00
d ₇₅	34,00	L.B. Ruhin	d ₇₅	43,00	L.B. Ruhin
d ₉₀	64,00	5,83	d ₉₀	52,00	4,15
d ₉₅	80,00	Krumbein	d ₉₅	58,00	Krumbein
d _{97.5}	89,00	0,17	d _{97.5}	60,00	0,24
ПРАГ 5 Вук. река		Allen-Hazen	ПРАГ 6 Вук. река		Allen-Hazen
d	вредност	20,00	d	вредност	10,85
d ₅	0,60	B.A. Melentljev	d ₅	0,50	B.A. Melentljev

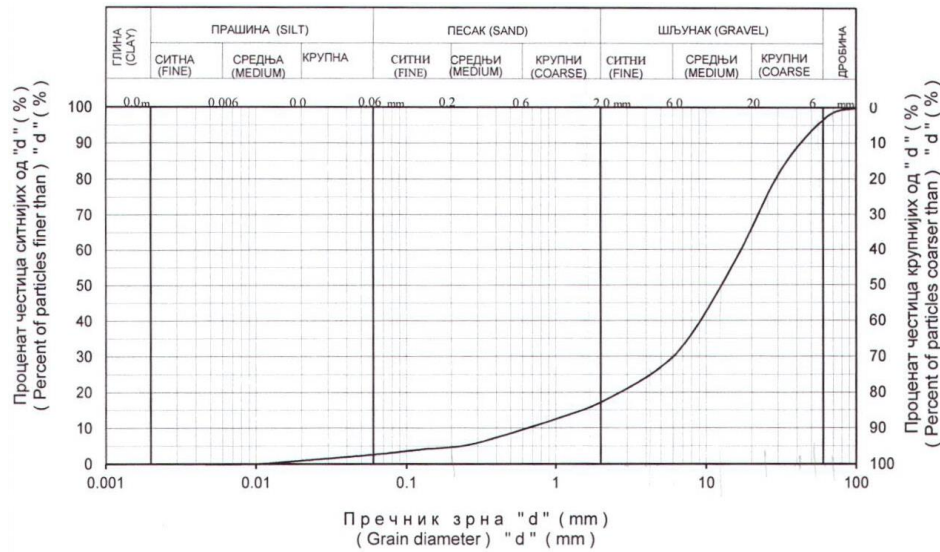
d ₁₀	1,00	75,00	d ₁₀	0,82	36,59
d ₂₅	3,70	G.B. Dokukin	d ₂₅	1,90	G.B. Dokukin
d ₃₀	5,47	6,33	d ₃₀	2,50	13,33
d ₅₀	15,00	V.S. Kronoz	d ₅₀	6,00	V.S. Kronoz
d ₆₀	20,00	141,67	d ₆₀	8,90	106,00
d ₇₅	33,00	L.B. Ruhin	d ₇₅	16,00	L.B. Ruhin
d ₉₀	75,00	2,99	d ₉₀	30,00	2,90
d ₉₅	85,00	Krumbein	d ₉₅	53,00	Krumbein
d _{97.5}	95,00	0,33	d _{97.5}	80,00	0,34
ПРАГ 7 Вук. река		Allen-Hazen	ПРАГ 8 Вук. река		Allen-Hazen
d	вредност	25,00	d	вредност	14,29
d ₅	0,60	B.A. Melentljev	d ₅	0,20	B.A. Melentljev
d ₁₀	1,60	36,25	d ₁₀	0,35	40,00
d ₂₅	13,00	G.B. Dokukin	d ₂₅	0,78	G.B. Dokukin
d ₃₀	18,00	2,00	d ₃₀	0,80	8,00
d ₅₀	35,00	V.S. Kronoz	d ₅₀	2,50	V.S. Kronoz
d ₆₀	40,00	105,00	d ₆₀	5,00	90,00
d ₇₅	48,00	L.B. Ruhin	d ₇₅	6,30	L.B. Ruhin
d ₉₀	58,00	1,92	d ₉₀	14,00	2,84
d ₉₅	63,00	Krumbein	d ₉₅	18,00	Krumbein
d _{97.5}	70,00	0,52	d _{97.5}	20,00	0,35



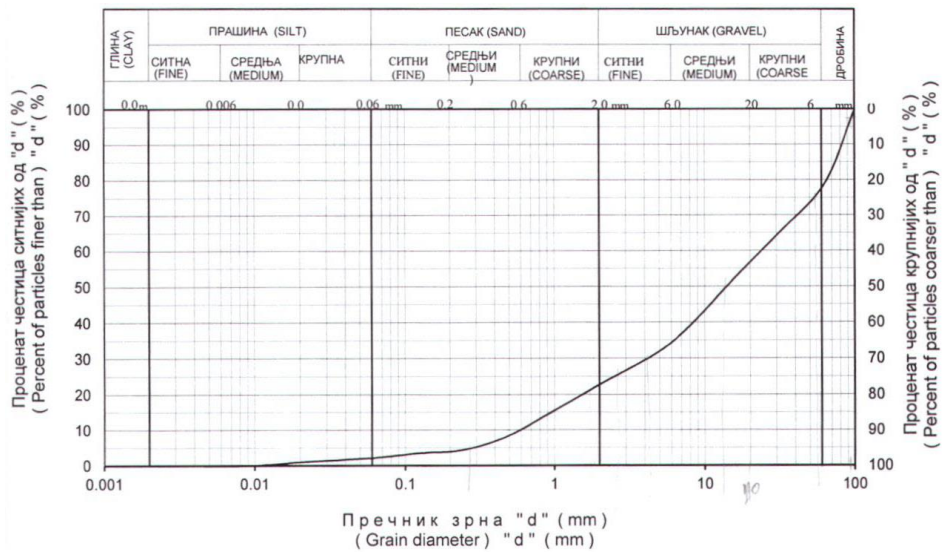
Слика 4.39.: Крива гранулометријског састава наноса Габровачке реке - каскада 1



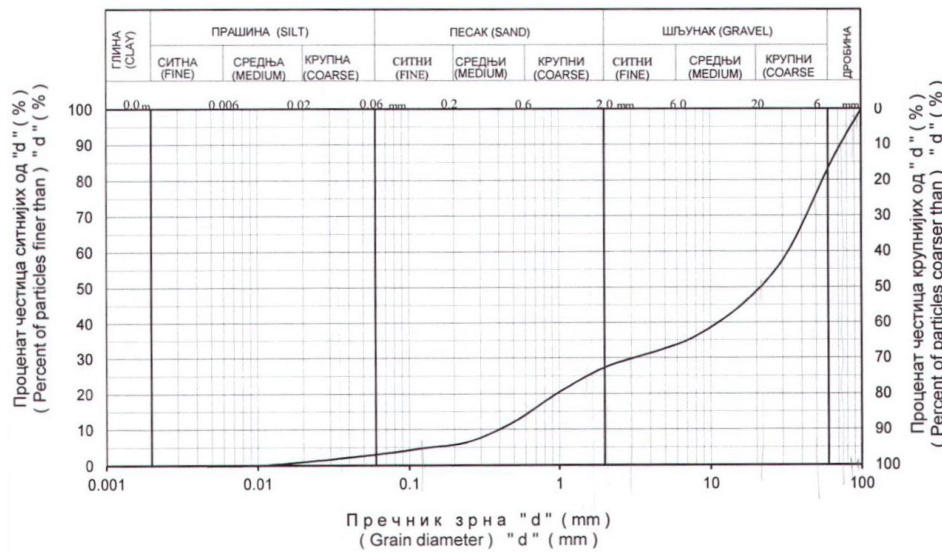
Слика 4.40.: Крива гранулометријског састава наноса Габровачке реке - каскада 2



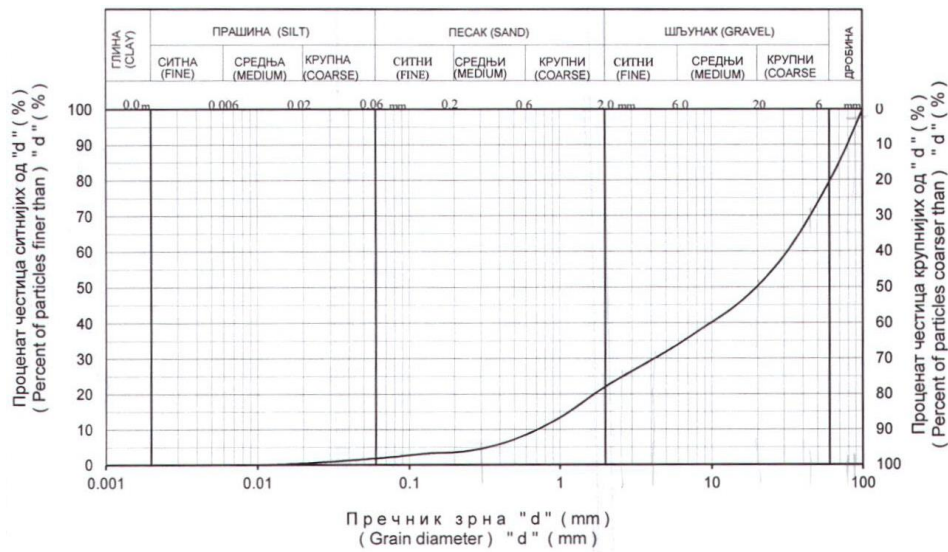
Слика 4.41.: Крива гранулометријског састава наноса Габровачке реке - каскада 3



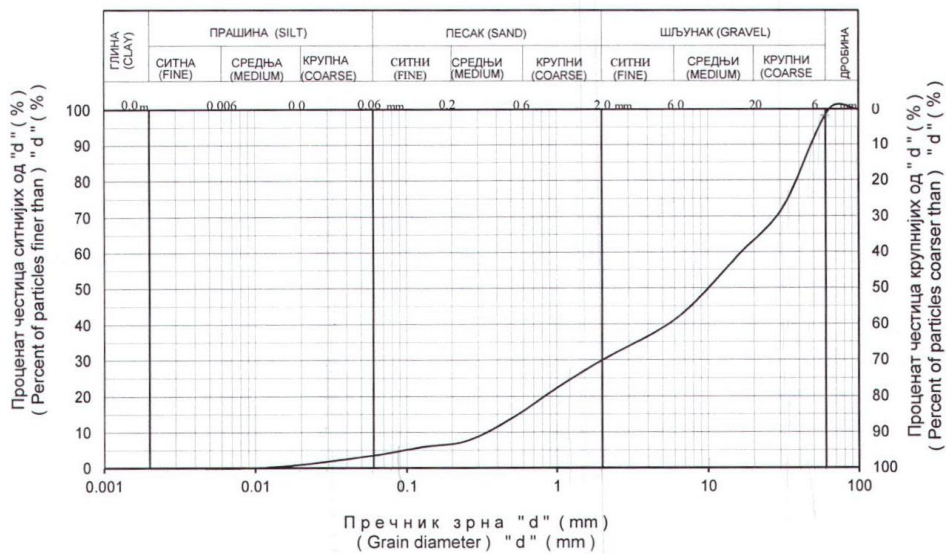
Слика 4.42.: Крива гранулометријског састава наноса Габровачке реке - каскада 4



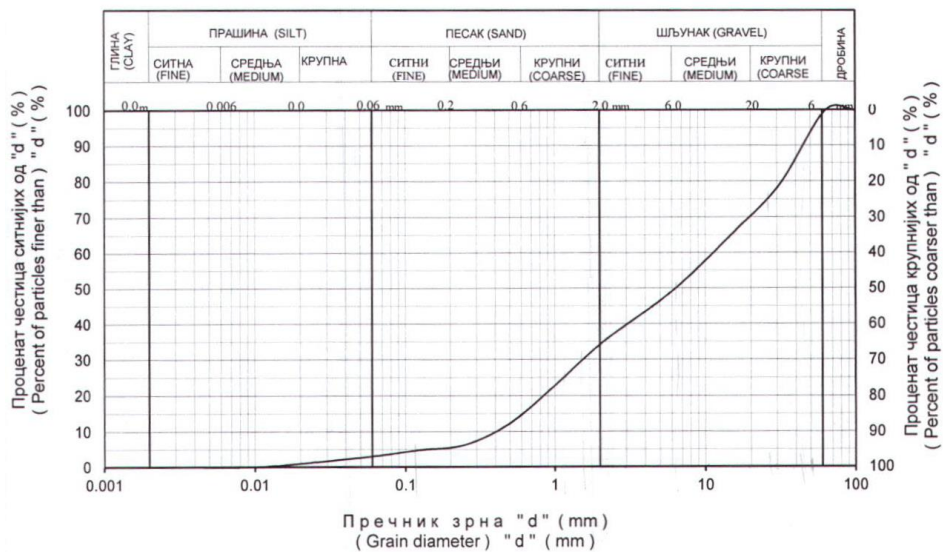
Слика 4.43.: Крива гранулометријског састава наноса Габровачке реке - каскада 5



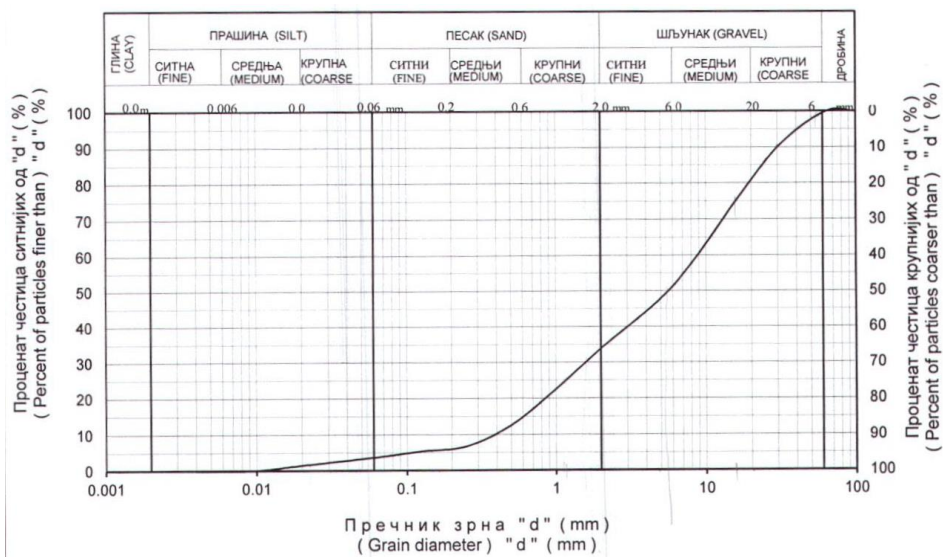
Слика 4.44.: Крива гранулометријског састава наноса Габровачке реке – појас 1



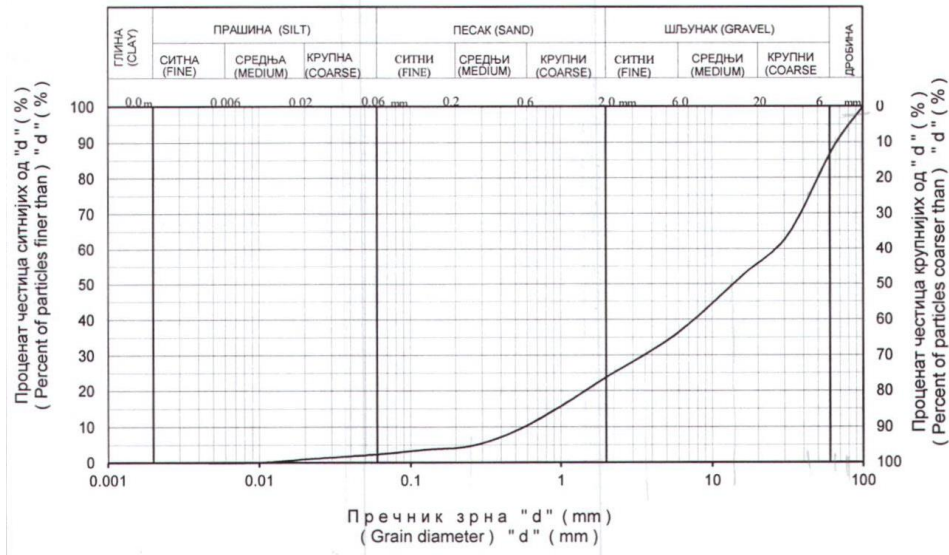
Слика 4.45.: Крива гранулометријског састава наноса Габровачке реке – каскада 6



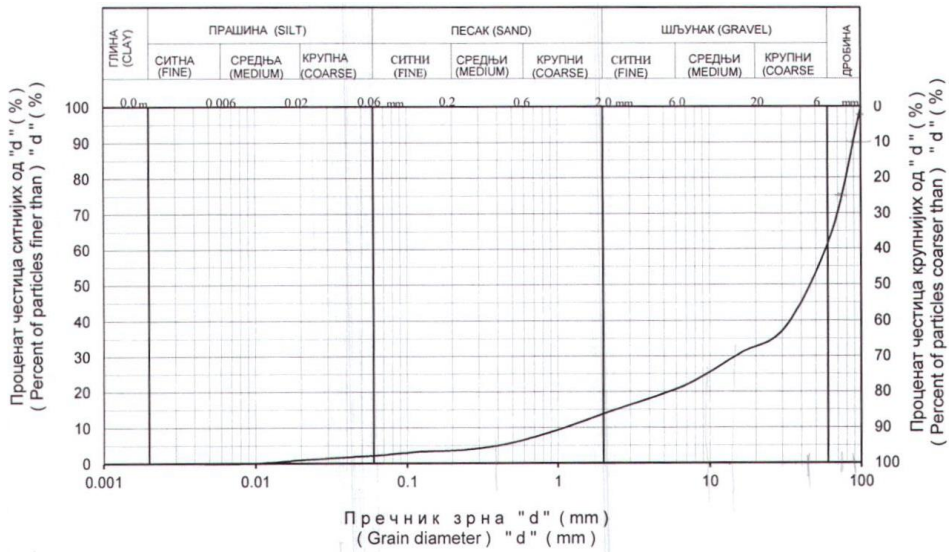
Слика 4.46.: Крива гранулометријског састава наноса Габровачке реке – каскада 7



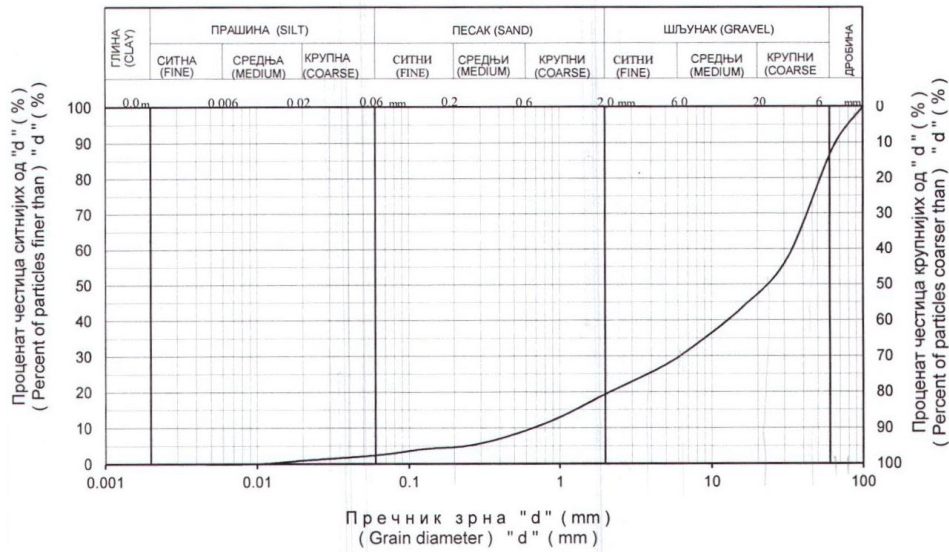
Слика 4.47.: Крива гранулометријског састава наноса Габровачке реке – каскада 8



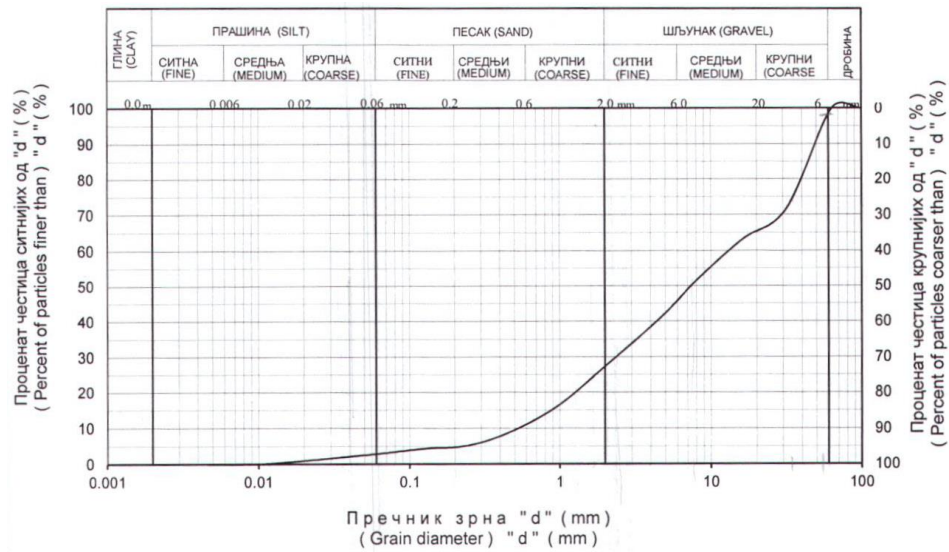
Слика 4.48.: Крива гранулометријског састава наноса Габровачке реке - каскада 9



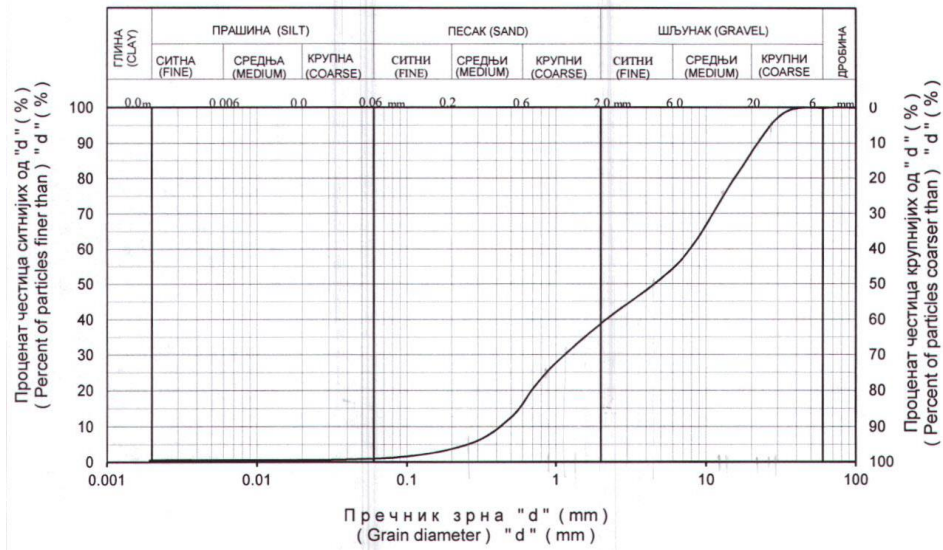
Слика 4.49.: Крива гранулометријског састава наноса Габровачке реке – праг 1



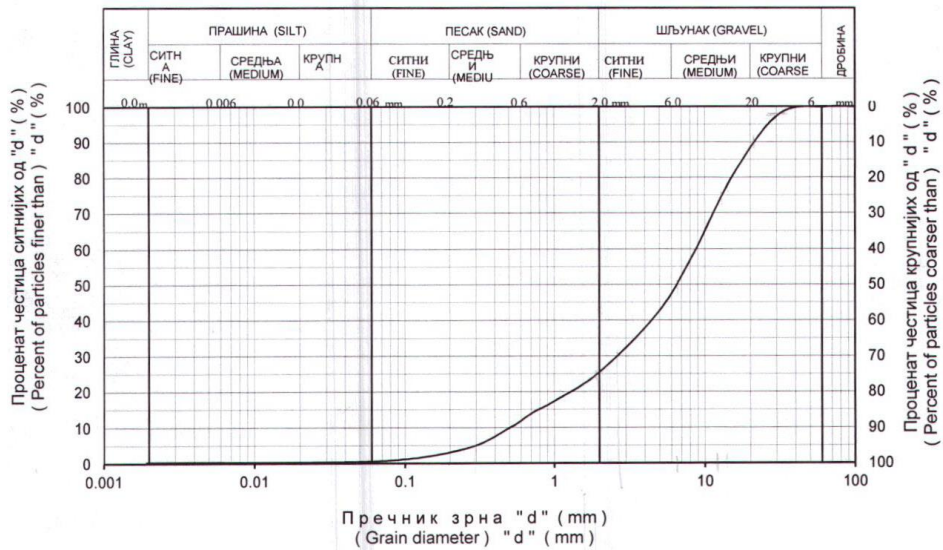
Слика 4.50.: Крива гранулометријског састава наноса Габровачке реке – праг 2



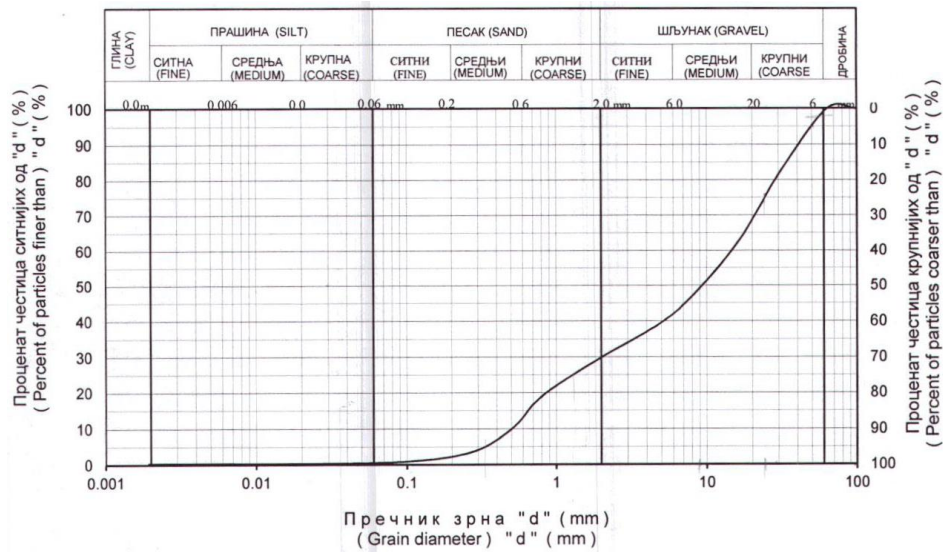
Слика 4.51.: Крива гранулометријског састава наноса Габровачке реке - преграда



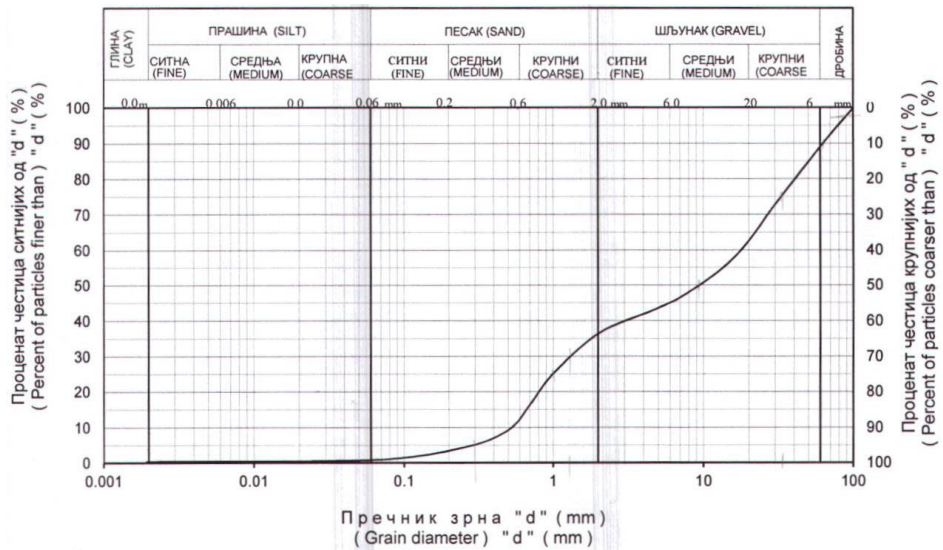
Слика 4.52.: Крива гранулометријског састава наноса Вукмановске реке - праг 1



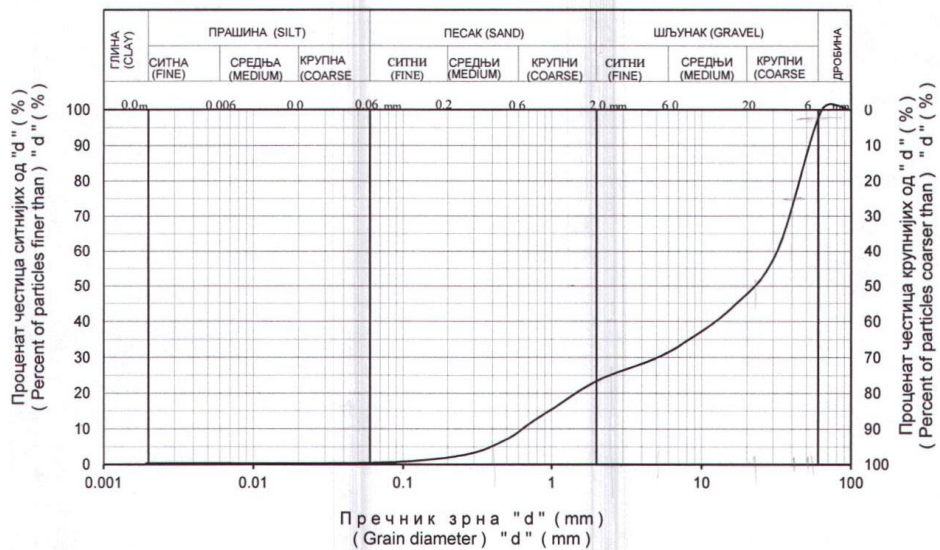
Слика 4.53.: Крива гранулометријског састава наноса Вукмановске реке - праг 2



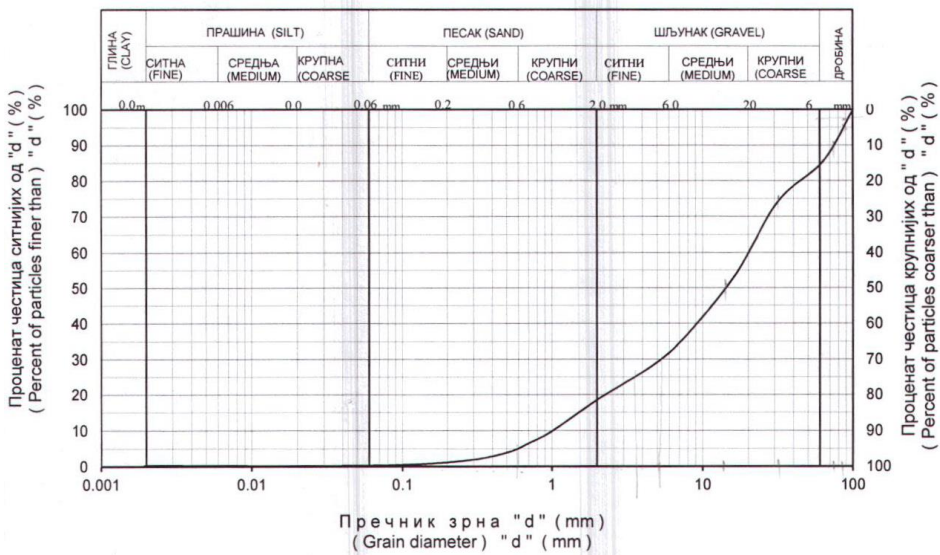
Слика 4.54.: Крива гранулометријског састава наноса Вукмановске реке - праг 3



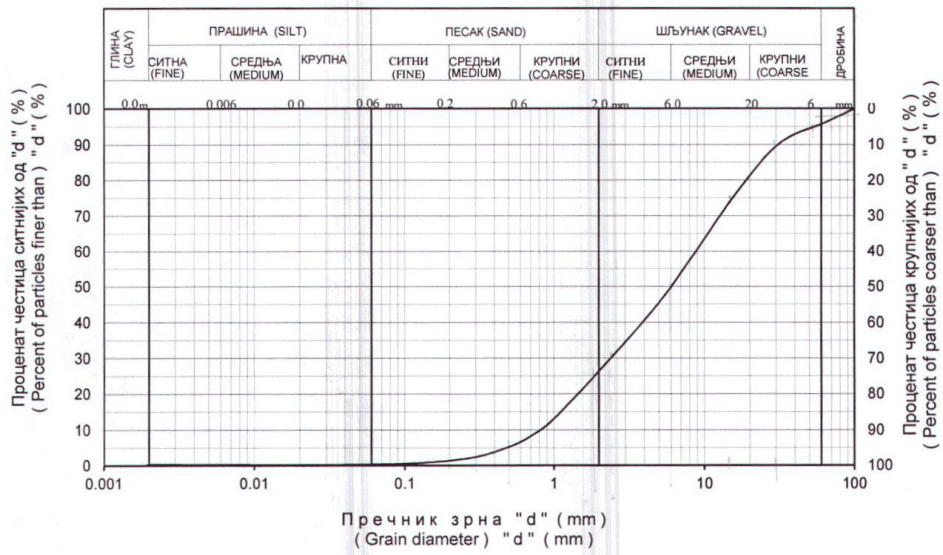
Слика 4.55.: Крива гранулометријског састава наноса Вукмановске реке - праг 4



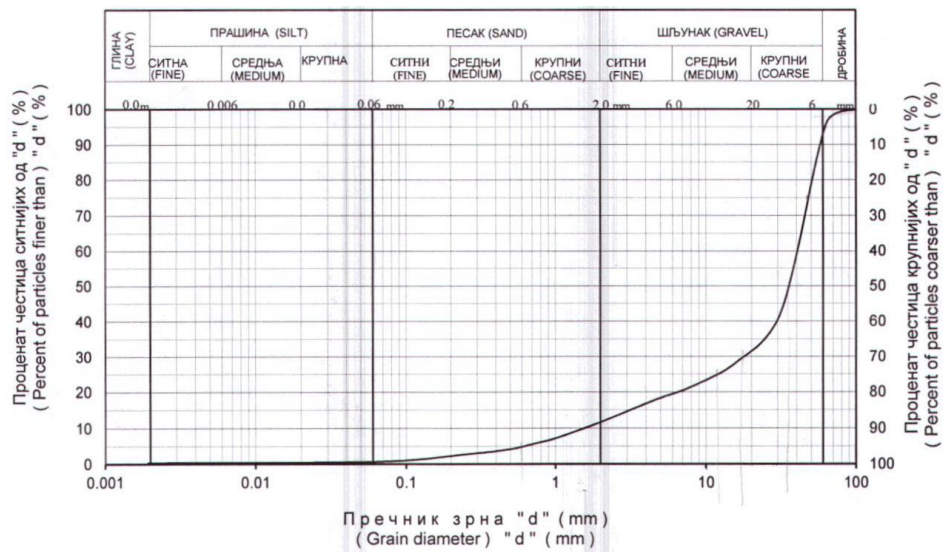
Слика 4.56.: Крива гранулометријског састава наноса Вукмановске реке - преграда 1



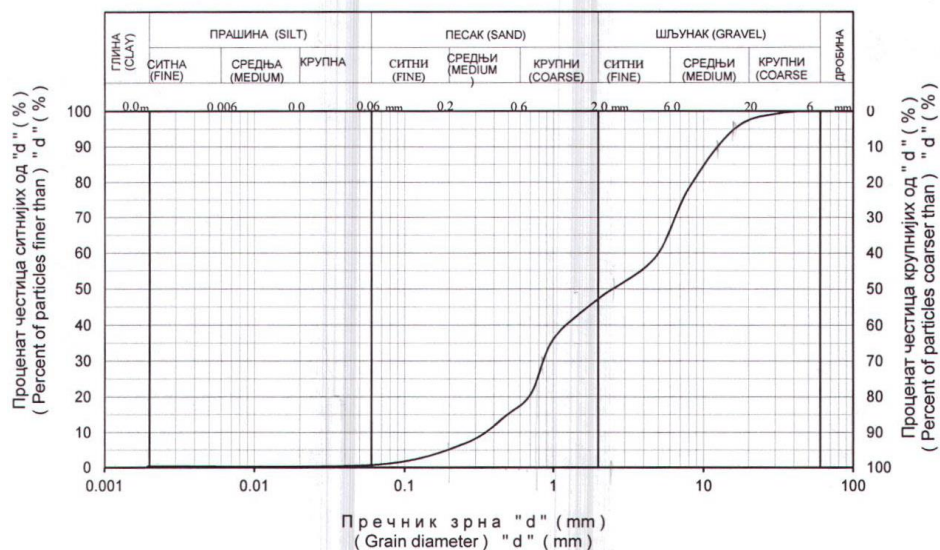
Слика 4.57.: Крива гранулометријског састава наноса Вукмановске реке – праг 5



Слика 4.58.: Крива гранулометријског састава наноса Вукмановске реке – праг 6



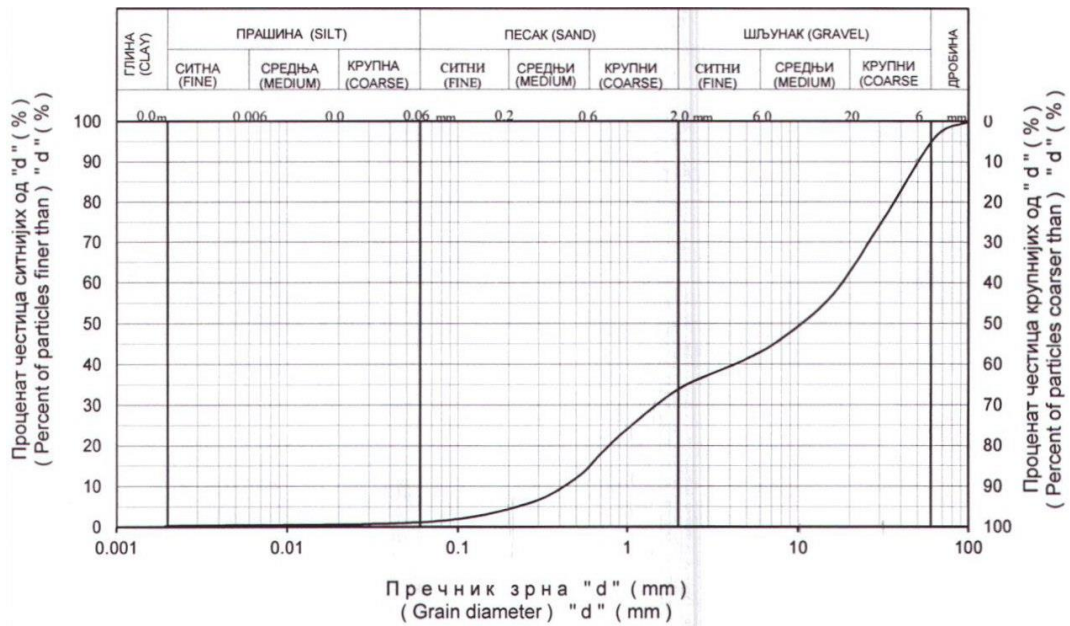
Слика 4.59.: Крива гранулометријског састава наноса Вукмановске реке – праг 7



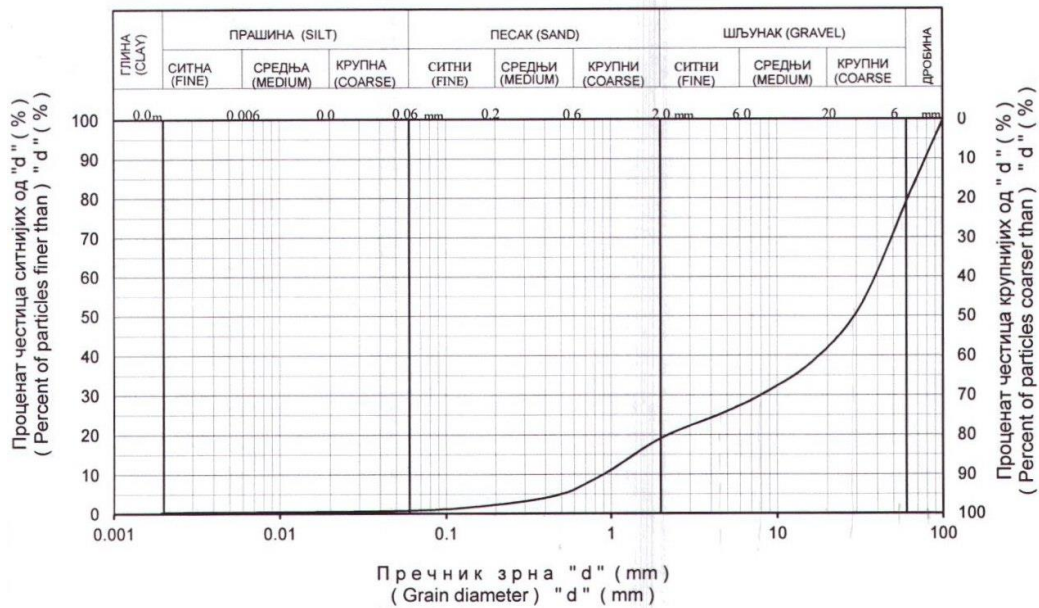
Слика 4.60.: Крива гранулометријског састава наноса Вукмановске реке – праг 8

Табела 4.65.: Пречници наноса и коефицијенти неједнородности - Градашничка река

Карактеристични пречник наноса		Коефицијент неједнородности	Карактеристични пречник наноса		Коефицијент неједнородности
ПРЕГРАДА 1		Allen-Hazen	ПРАГ 1		Allen-Hazen
d ₅	вредност	42,86	d ₅	вредност	42,22
d ₁₀	0,21	B.A. Melentljev	d ₁₀	0,50	B.A. Melentljev
d ₂₅	0,42	119,05	d ₂₅	0,90	98,89
d ₃₀	1,10	G.B. Dokukin	d ₃₀	4,50	G.B. Dokukin
d ₅₀	1,50	6,36	d ₅₀	9,00	3,39
d ₆₀	11,00	V.S. Kronoz	d ₆₀	28,00	V.S. Kronoz
d ₇₅	18,00	285,71	d ₇₅	38,00	180,00
d ₉₀	33,00	L.B. Ruhin	d ₉₀	55,00	L.B. Ruhin
d ₉₅	50,00	5,48	d ₉₅	89,00	3,50
d _{97.5}	60,00	Krumbein	d _{97.5}	90,00	Krumbein



Слика 4.61.: Крива гранулометријског састава наноса Градашничке реке - преграда 1



Слика 4.62.: Крива гранулометријског састава наноса Градашничке реке - праг 1

4.8.1. Анализа зависности формираних падова заплава од природних падова корита

Подаци о природном паду корита (I_t), пре извођења техничких објеката, у коритима истраживаних сливова, су преузети из техничке документације. Подаци о садашњим вредностима падова корита, тј. падова заплава (I_z), узводно од изведених техничких објеката, добијени су снимањем уздужних профила на терену.

Због малог броја попречних објеката (2 преграде) у кориту Лукачеве Долине, који су на међусобном растојању већем од 1 km није дат приказ уздужног профила, већ су дате само вредности односа I_z/I_t (Табеле 4.66. и 4.67.). Уздужни профили корита (садашње стање) Габровачке реке, за главни ток и десну притоку Вукмановску реку, приказани су у Прилозима 4.56. и 4.57.

Упоредивањем односа I_z/I_t добијају се вредности на основу којих се утврђује учешће крупнијих, тј. ситнијих фракција наноса. Уколико су заступљење крупније фракције наноса јавља се и већа вредност количника I_z/I_t .

Табела 4.66.: Однос пада природног корита и пада заплава у кориту Лукачеве Долине

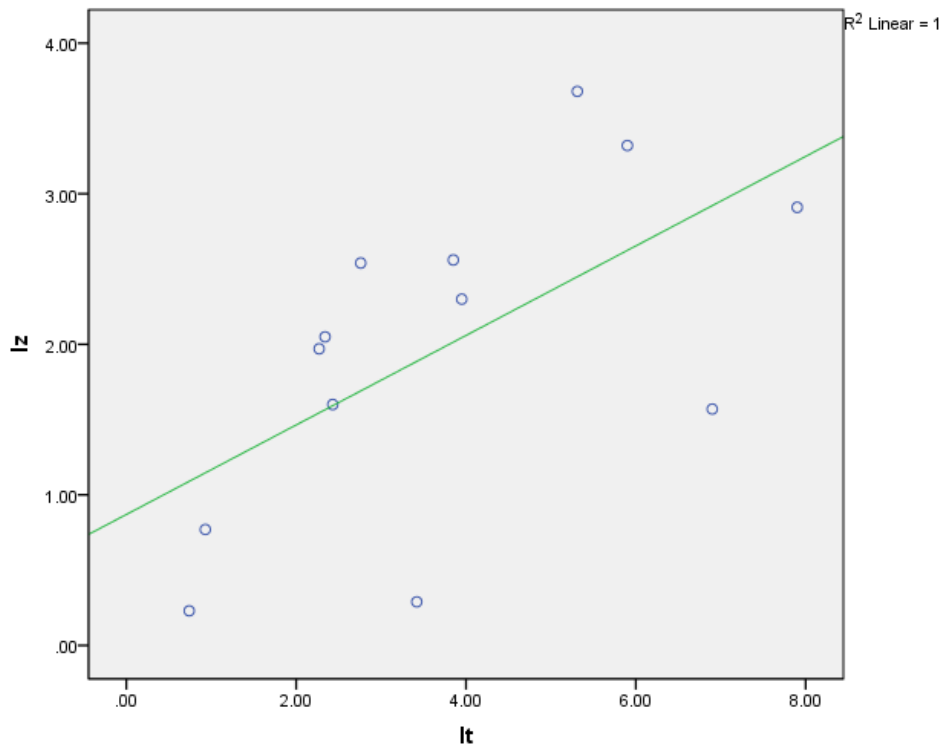
Редни број	Број објекта	Пад корита I_t (%)	Пад заплава I_z (%)	I_z/I_t
Лукачева Долина				
1.	Преграда 1	3,00	2,24	0,74
2.	Преграда 2	4,00	2,68	0,67
Xsr		3,5	2,46	0,70

Табела 4.67.: Однос пада природног корита и пада заплава у кориту Габровачке
реке

Редни број	Број објекта	Пад корита It (%)	Пад заплава Iz (%)	Iz/It
Габровачка река - леви крак				
1.	Каскада 1	2,76	2,54	0,92
2.	Каскада 2	0,74	0,23	0,31
3.	Каскада 3	5,90	3,32	0,56
4.	Каскада 4	2,27	1,97	0,87
5.	Каскада 5	3,85	2,56	0,66
6.	Појас 1	7,90	2,91	0,37
7.	Каскада 6	3,42	0,29	0,08
8.	Каскада 7	2,34	2,05	0,88
9.	Каскада 8	3,95	2,30	0,58
10.	Каскада 9	0,93	0,77	0,83
11.	Праг 1	6,90	1,57	0,23
12.	Праг 2	2,43	1,60	0,66
13.	Преграда 1	5,31	3,68	0,69
Xsr		3,75	1,98	0,59
Вукмановска река - десни крак				
1.	Праг 1	2,26	2,05	0,91
2.	Праг 2	1,92	0,86	0,45
3.	Праг 3	1,91	0,60	0,31
4.	Праг 4	2,28	0,93	0,41
5.	Преграда 1	2,97	2,28	0,77
6.	Праг 5	2,52	2,03	0,81
7.	Праг 6	2,50	1,55	0,62
8.	Праг 7	4,70	3,50	0,74
9.	Праг 8	3,86	3,10	0,80
Xsr		2,77	1,88	0,65

Табела 4.68.: Линеарна регресија, Габровачка река $I_z=f(I_t)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,606 ^a	0,368	0,310	0,89710		
a. Predictors: (Constant), It						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	0,870	0,506		1,721	0,113
	It	0,297	0,118	0,606	2,530	0,028
a. Dependent Variable: Iz						



Графикон 4.1.: Зависност пада заплава од пада корита - Габровачка река $I_z=f(I_t)$

Коефицијент корелације износи $R=0,606$, што показује значајну повезаност параметара и њихову сигнификантност на датом нивоу значајности, $\text{Sig.}=0,028 < 0,05$, на основу чега се формира следећа једначина регресионе праве:

$$I_z = 0,870 + 0,297I_t$$

Табела 4.69.: Линеарна регресија, Габровачка река $Iz=f(d_{10})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,168 ^a	0,028	0,060	1,11218		
a. Predictors: (Constant), d_{10}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,883	0,356		5,289	0,000
	d_{10}	0,088	0,155	0,168	0,566	0,583
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације износи $R=0,168$, што показује слабу повезаност, о чему говори и податак о сигнификантности $Sig.=0,583>0,05$, тако да се не може формирати одговарајућа регресиона зависност. Параметари су несигнификантни (не показују добру повезаност и зависност параметара) на датом нивоу значајности (0,05). Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.70: Линеарна регресија, Габровачка река $Iz=f(d_{30})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,122 ^a	0,015	0,075	1,11979		
a. Predictors: (Constant), d_{30}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,855	0,443		4,189	0,002
	d_{30}	0,023	0,056	0,122	0,409	0,690
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације износи $R=0,015$, што показује веома слабу повезаност, сигнификантност износи $Sig.=0,690>0,05$, тако да се не може формирати одговарајућа регресиона зависност. Параметари су несигнификантни (не показују добру повезаност и зависност параметара) на датом нивоу значајности (0,05).

Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.71.: Линеарна регресија, Габровачка река $Iz=f(d_{50})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,089 ^a	0,008	0,082	1,12379		
a. Predictors: (Constant), d_{50}						
Coefficients ^a						
Model		Unsd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,853	0,541		3,426	0,006
	d_{50}	0,006	0,021	0,089	0,296	0,772
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације износи $R=0,089$, што показује веома слабу повезаност, $Sig.=0,772>0,05$, тако да се не може формирати одговарајућа регресиона зависност, Параметари су несигнификантни (не показују добру повезаност и зависност параметара) на датом нивоу значајности (0,05). Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује,

Табела 4.72.: Линеарна регресија, Габровачка река $Iz=f(d_{60})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,010 ^a	0,000	0,091	1,12821		
a. Predictors: (Constant), d_{60}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,964	0,657		2,990	0,012
	d_{60}	0,001	0,023	0,010	0,034	0,974
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације износи $R=0,01$, што показује веома слабу повезаност, $Sig.=0,974>0,05$, тако да се не може формирати одговарајућа регресиона зависност. Параметари су несигнификантни (не показују добру повезаност и зависност

параметара) на датом нивоу значајности (0,05). Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.73.: Линеарна регресија, Габровачка река $Iz=f(d_{75})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,015 ^a	0,000	0,091	1,12814		
a. Predictors: (Constant), d_{75}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,950	0,740		2,636	0,023
	d_{75}	0,001	0,017	0,015	0,050	0,961
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације износи $R=0,015$, што показује веома слабу повезаност параметара, $Sig.=0,961>0,05$, тако да се не може формирати одговарајућа регресиона зависност. Параметари су несигнификантни (не показују добру повезаност и зависност параметара) на датом нивоу значајности (0,05). Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.74.: Линеарна регресија, Габровачка река $Iz=f(d_{90})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,035 ^a	0,001	0,090	1,12759		
a. Predictors: (Constant), d_{90}						
Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,901	0,781		2,434	0,033
	d_{90}	0,001	0,012	0,035	0,115	0,910
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације износи $R=0,035$, што показује веома слабу повезаност, $Sig.=0,910>0,05$, тако да се не може формирати одговарајућа регресиона зависност. Параметари су несигнификантни (не показују добру повезаност и зависност

параметара) на датом нивоу значајности (0,05). Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.75.: Линеарна регресија, Габровачка река $Iz=f(U)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,194 ^a	0,038	0,050	1,10681		
a. Predictors: (Constant), U						
Coefficients ^a						
Model	Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.	
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	2,404	0,710		3,387	0,006
	U	0,011	0,017	0,194	0,656	0,525
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације износи $R=0,194$, што показује слабу повезаност $Sig.=0,525>0,05$, тако да се не може формирати одговарајућа регресиона зависност, Параметари су несигнификантни (не показују добру повезаност и зависност параметара) на датом нивоу значајности (0,05). Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.76.: Линеарна регресија, Габровачка река $Iz=f(K_m)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,163 ^a	0,027	0,062	1,11319		
a. Predictors: (Constant), Km						
Coefficients ^a						
Model	Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.	
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	2,296	0,647		3,545	0,005
	Km	0,003	0,006	0,163	0,548	0,595
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације износи $R=0,163$, што показује слабу повезаност, $Sig.=0,595>0,05$, тако да се не може формирати одговарајућа регресиона зависност. Параметари су несигнификантни (не показују добру повезаност и зависност

параметара) на датом нивоу значајности (0,05). Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.77.: Линеарна регресија, Габровачка река $Iz=f(K_d)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,274 ^a	0,075	0,009	1,08505		
a. Predictors: (Constant), Kd						
Coefficients ^a						
Model		Unst. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,423	0,666		2,137	0,056
	Kd	0,114	0,121	0,274	0,945	0,365
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације износи $R=0,274$, што показује да постоји лака повезаност параметара, који су несигнификантни на датом нивоу значајности $Sig.=0,365>0,05$, тако да се не може формирати одговарајућа регресиона зависност. Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.78.: Линеарна регресија, Габровачка река $Iz=f(K_k)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,077 ^a	0,006	0,084	1,12493		
a. Predictors: (Constant), Kk						
Coefficients ^a						
Model		Unst. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,146	0,706		3,040	0,011
	Kk	0,000	0,002	0,077	0,256	0,803
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације износи $R=0,077$, што показује веома слабу повезаност, $Sig.=0,803>0,05$, тако да се не може формирати одговарајућа регресиона зависност. Параметари су несигнификантни (не показују добру повезаност и зависност

параметара) на датом нивоу значајности (0,05). Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.79.: Линеарна регресија, Габровачка река $Iz=f(S)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,046 ^a	0,002	0,089	1,12709		
a. Predictors: (Constant), S						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coeff,	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,134	1,035		2,061	0,064
	S	0,040	0,261	0,046	0,152	0,882
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације износи $R=0,046$, што показује веома слабу повезаност, $Sig.=0,882>0,05$, тако да се не може формирати одговарајућа регресиона зависност. Параметари су несигнификантни (не показују добру повезаност и зависност параметара) на датом нивоу значајности (0,05). Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.80.: Линеарна регресија, Габровачка река $Iz=f(S_o)$

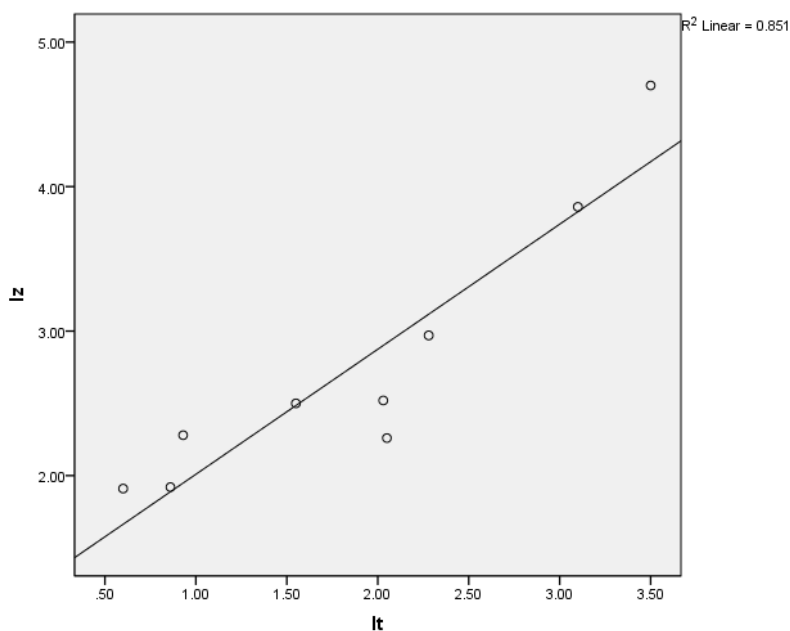
Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,182 ^a	0,033	0,055	1,10945		
a. Predictors: (Constant), So						
Coefficients ^a						
Model		Unst. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,551	0,770		2,014	0,069
	So	1,418	2,312	0,182	0,613	0,552
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације износи $R=0,182$, што показује да постоји слаба повезаност између параметара, али параметари су несигнификантни на датом нивоу значајности $Sig.=0,552>0,05$, тако да се не може формирати одговарајућа

регресиона зависност. Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.81.: Линеарна регресија, Вукмановска река $I_z=f(I_t)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,923 ^a	0,851	0,830	0,38737		
a. Predictors: (Constant), It						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,144	0,288		3,979	0,005
	It	0,865	0,137	0,923	6,323	0,000
a. Dependent Variable: Iz						



Графикон 4.2.: Зависност пада заплава од пада корита - Вукмановска река $I_z=f(I_t)$

Коефицијент корелације износи $R=0,923$, што показује веома јаку повезаност, и параметари су сигнификантни на датом нивоу значајности $\text{Sig.}<0,005<0,05$, на основу чега се формира следећа једначина регресионе праве:

$$I_z=1,144+0,856I_t$$

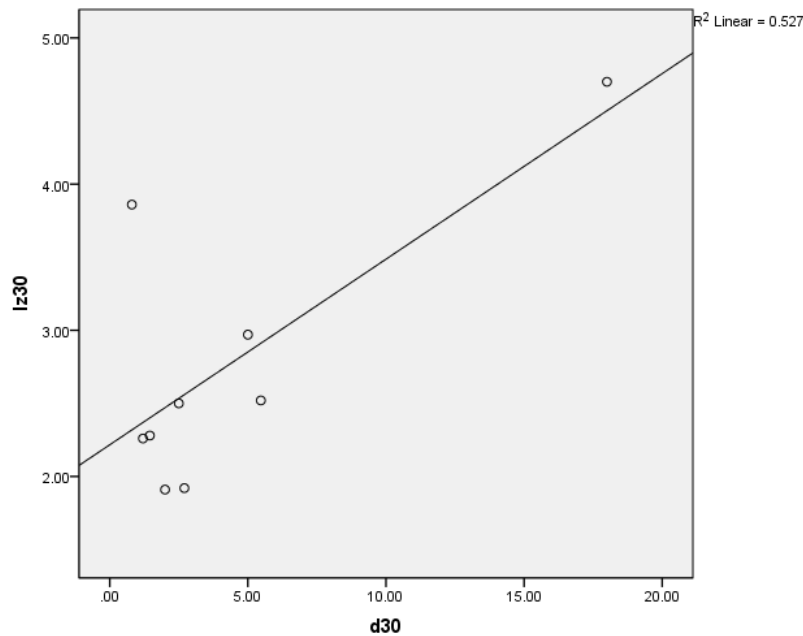
Табела 4.82.: Линеарна регресија, Вукмановска река $Iz=f(d_{10})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,612 ^a	0,375	0,285	0,79373		
a. Predictors: (Constant), d_{10}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,740	0,568		3,064	0,018
	d_{10}	1,463	0,715	0,612	2,047	0,080
a. Dependent Variable: Iz						

У овом случају, коефицијент корелације износи $R=0,612$, што показује јаку повезаност параметара, међутим, како је $Sig.=0,080>0,05$, закључује се да променљива d_{10} не утиче статистички значајно на променљиву Iz , тако да се не може креирати одговарајућа регресиона зависност.

Табела 4.83.: Линеарна регресија, Вукмановска река $Iz=f(d_{30})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,726 ^a	0,527	0,460	0,69014		
a. Predictors: (Constant), d_{30}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,217	0,303		7,312	0,000
	d_{30}	0,127	0,045	0,726	2,793	0,027
a. Dependent Variable: Iz						



Графикон 4.3.: Зависност пада заплава од пада корита - Вукмановска река

$$I_z = f(d_{30})$$

Коефицијент корелације износи $R=0,726$, што показује веома јаку повезаност, а параметари су сигнификантни на датом нивоу значајности $\text{Sig.}=0,027 < 0,05$, на основу чега се формира следећа једначина регресионе праве:

$$I_z = 2,217 + 0,127d_{30}$$

Табела 4.84.: Линеарна регресија, Вукмановска река $I_z = f(d_{50})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,624 ^a	0,389	0,302	0,78434		
a. Predictors: (Constant), d_{50}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients		Sig.
		B	Std. Error	Beta	t	
1	(Constant)	2,082	0,417		4,987	0,002
	d_{50}	0,056	0,026	0,624	2,112	0,073
a. Dependent Variable: I_z						

У овом случају је $R=0,624$, што говори о јакој повезаност параметара, међутим, како је $\text{Sig.}=0,073>0,05$, закључује се да променљива d_{50} не утиче статистички значајно на променљиву I_z , тако да се не може креирати одговарајућа регресиона зависност.

Табела 4.85.: Линеарна регресија, Вукмановска река $I_z=f(d_{50})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,541 ^a	0,293	0,191	0,84416		
a. Predictors: (Constant), d_{60}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,017	0,524		3,852	0,006
	d_{60}	0,043	0,026	0,541	1,701	0,133
a. Dependent Variable: I_z						

Коефицијент корелације показује јаку повезаност параметара, $R=0,541$, међутим, како је $\text{Sig.}=0,133>0,05$, закључује се да променљива d_{60} не утиче статистички значајно на променљиву I_z , тако да се не може креирати одговарајућа регресиона зависност.

Табела 4.86.: Линеарна регресија, Вукмановска река $I_z=f(d_{75})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,364 ^a	0,132	0,008	0,93491		
a. Predictors: (Constant), d_{75}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,169	0,659		3,292	0,013
	d_{75}	0,023	0,023	0,364	1,033	0,336
a. Dependent Variable: I_z						

Коефицијент корелације показује јаку повезаност параметара, $R=0,364$, међутим, како је $\text{Sig.}=0,336>0,05$, закључује се да променљива d_{75} не утиче статистички

значајно на променљиву I_z , тако да се не може креирати одговарајућа регресиона зависност.

Табела 4.87.: Линеарна регресија, Вукмановска река $I_z=f(d_{90})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,094 ^a	0,009	0,133	0,99919		
a. Predictors: (Constant), d_{90}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,595	0,773		3,358	0,012
	d_{90}	0,004	0,017	0,094	0,249	0,810
a. Dependent Variable: I_z						

Коефицијент корелације износи $R=0,094$, што показује веома слабу повезаност, $Sig.=0,810>0,05$, тако да се не може формирати одговарајућа регресиона зависност. Параметари су несигнификантни (не показују добру повезаност и зависност параметара) на датом нивоу значајности (0,05). Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.88.: Линеарна регресија, Вукмановска река $I_z=f(U)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,033 ^a	0,001	0,142	1,00307		
a. Predictors: (Constant), U						
Coefficients ^a						
Model		Unst. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,831	0,794		3,567	0,009
	U	0,003	0,029	0,033	0,087	0,933
a. Dependent Variable: I_z						

Коефицијент корелације износи $R=0,033$, што показује веома слабу повезаност, $Sig.=0,933>0,05$, тако да се не може формирати одговарајућа регресиона зависност. Параметари су несигнификантни (не показују добру повезаност и зависност

параметара) на датом нивоу значајности (0,05). Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.89.: Линеарна регресија, Вукмановска река $I_z=f(K_m)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Ad. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,419 ^a	0,176	0,058	0,91117		
a. Predictors: (Constant), Km						
Coefficients ^a						
Model		Unst. Coefficients		St. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3,626	0,765		4,742	0,002
	Km	0,013	0,011	0,419	-1,222	0,261
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације показује јаку повезаност параметара, $R=0,419$, међутим, како је $Sig.=0,261>0,05$, закључује се да променљива K_m не утиче статистички значајно на променљиву I_z , тако да се не може креирати одговарајућа регресиона зависност.

Табела 4.90.: Линеарна регресија, Вукмановска река $I_z=f(K_d)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,363 ^a	0,132	0,007	0,93530		
a. Predictors: (Constant), Kd						
Coefficients ^a						
Model		Unst, Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3,417	0,702		4,865	0,002
	Kd	-0,098	0,095	-0,363	-1,030	0,337
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације показује јаку повезаност параметара, $R=0,363$, међутим, како је $Sig.=0,337>0,05$, закључује се да променљива K_d не утиче статистички значајно на променљиву I_z , тако да се не може креирати одговарајућа регресиона зависност.

Табела 4.91.: Линеарна регресија, Вукмановска река $Iz=f(K_k)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,299 ^a	0,089	0,041	0,95778		
a. Predictors: (Constant), Kk						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3,426	0,856		4,004	0,005
	Kk	0,005	0,006	0,299	0,828	0,435
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације показује јаку повезаност параметара, $R=0,299$, међутим, како је $Sig.=0,435>0,05$, закључује се да променљива K_k не утиче статистички значајно на променљиву Iz , тако да се не може креирати одговарајућа регресиона зависност.

Табела 4.92.: Линеарна регресија, Вукмановска река $Iz=f(S)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,488 ^a	0,239	0,130	0,87578		
a. Predictors: (Constant), S						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3,817	0,765		4,986	0,002
	S	0,273	0,185	0,488	-1,481	0,182
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације показује јаку повезаност параметара, $R=0,488$, међутим, како је $Sig.=0,182>0,05$, закључује се да променљива S не утиче статистички значајно на променљиву Iz , тако да се не може креирати одговарајућа регресиона зависност.

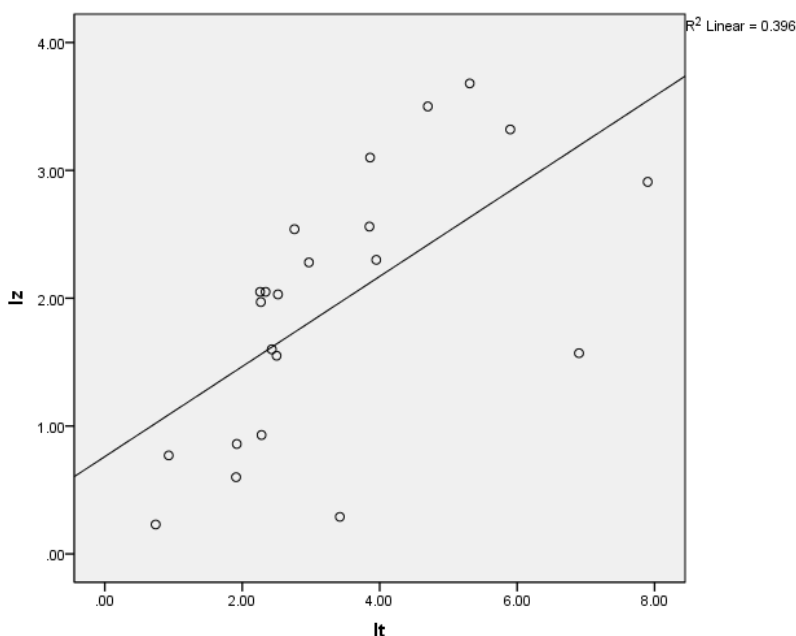
Табела 4.93.: Линеарна регресија, Вукмановска река $I_z=f(S_o)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,656 ^a	0,431	0,349	0,75721		
a. Predictors: (Constant), So						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	0,883	0,857		1,030	0,337
	So	5,977	2,597	0,656	2,302	0,055
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације показује јаку повезаност параметара, $R=0,656$, међутим, како је $\text{Sig.}=0,055 > 0,05$ не може се закључити да променљива S_o статистички значајно утиче на променљиву I_z .

Табела 4.94.: Линеарна регресија, слив Габровачке реке $I_z=f(I_t)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,629 ^a	0,396	0,366	0,81652		
a. Predictors: (Constant), It						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	0,761	0,369		2,061	0,052
	It	0,352	0,097	0,629	3,621	0,002
a. Dependent Variable: Iz						



Графикон 4.4.: Зависност пада заплава од пада корита на сливу Габровачке реке

$$I_z=f(I_t)$$

Коефицијент корелације $R=0,629$ показује значајну повезаност параметара, који су сигнификантни на датом нивоу значајности $\text{Sig.}=0,002<0,05$, тј, променљива I_t статистички значајно утиче на променљиву I_z , тако да је формирана једначина регресионе праве:

$$I_z=0,761+0,352 I_t$$

Табела 4.95.: Линеарна регресија, слив Габровачке реке, $I_z=f(d_{10})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,124 ^a	0,015	0,034	1,09452		
a. Predictors: (Constant), d_{10}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,225	0,274		8,111	0,000
	d_{10}	0,083	0,149	0,124	0,557	0,584
a. Dependent Variable: I_z						

Коефицијент корелације износи $R=0,124$, што показује веома слабу повезаност, $Sig.=0,584 > 0,05$, тако да се на основу података регресије може закључити да променљива d_{10} не утиче значајно на I_z и не може се формирати одговарајућа регресиона зависност. Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.96.: Линеарна регресија, слив Габровачке реке $I_z=f(d_{30})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,263 ^a	0,069	0,023	1,06402		
a. Predictors: (Constant), d_{30}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,043	0,312		6,536	0,000
	d_{30}	0,051	0,042	0,263	1,221	0,236
a. Dependent Variable: I_z						

Коефицијент корелације износи $R=0,263$, што показује слаба повезаност, $Sig.=0,236 > 0,05$, тако да се на основу података регресије не може закључити да променљива d_{30} утиче значајно на I_z и не може се формирати одговарајућа регресиона зависност. Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.97.: Линеарна регресија, слив Габровачке реке $I_z=f(d_{50})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,099 ^a	0,010	0,040	1,09754		
a. Predictors: (Constant), d_{50}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,172	0,379		5,729	0,000
	d_{50}	0,008	0,017	0,099	0,446	0,661
a. Dependent Variable: I_z						

Коефицијент корелације износи $R=0,099$, што указује на веома слабу повезаност параметара, $Sig.=0,661>0,05$, тако да се на основу података регресије закључује да променљива d_{50} не утиче значајно на I_z и не може се формирати одговарајућа регресиона зависност. Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.98.: Линеарна регресија, слив Габровачке реке $I_z=f(d_{60})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,051 ^a	0,003	0,047	1,10153		
a. Predictors: (Constant), d_{60}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,216	0,455		4,871	0,000
	d_{60}	0,004	0,018	0,051	0,229	0,821
a. Dependent Variable: I_z						

Коефицијент корелације износи $R=0,051$, што указује на веома слабу повезаност параметара, $Sig.=0,821>0,05$, тако да се на основу података регресије закључује да променљива d_{60} не утиче значајно на I_z и не може се формирати одговарајућа регресиона зависност. Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.99.: Линеарна регресија, слив Габровачке реке $I_z=f(d_{75})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,028 ^a	0,001	0,049	1,10254		
a. Predictors: (Constant), d_{75}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,361	0,502		4,701	0,000
	d_{75}	0,002	0,013	0,028	0,126	0,901
a. Dependent Variable: I_z						

Коефицијент корелације износи $R=0,028$, што указује на веома слабу повезаност параметара, $Sig.=0,901>0,05$, тако да се на основу података регресије закључује да променљива d_{75} не утиче значајно на I_z и не може се формирати одговарајућа регресиона зависност. Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.100.: Линеарна регресија, слив Габровачке реке $I_z=f(d_{90})$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,072 ^a	0,005	0,045	1,10011		
a. Predictors: (Constant), d_{90}						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,464	0,544		4,530	0,000
	d_{90}	0,003	0,010	0,072	0,323	0,750
a. Dependent Variable: I_z						

Коефицијент корелације износи $R=0,072$, што указује на веома слабу повезаност параметара, $Sig.=0,750>0,05$, тако да се на основу података регресије закључује да променљива d_{90} не утиче значајно на I_z и не може се формирати одговарајућа регресиона зависност. Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.101.: Линеарна регресија, слив Габровачке реке $I_z=f(U)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,270 ^a	0,073	0,027	1,06198		
a. Predictors: (Constant), U						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,844	0,485		5,858	0,000
	U	0,016	0,013	0,270	-1,255	0,224
a. Dependent Variable: I_z						

Коефицијент корелације износи $R=0,270$, што указује на лаку повезаност параметара, $Sig.=0,224>0,05$, тако да се на основу података регресије закључује да променљива U не утиче значајно на I_z и не може се формирати одговарајућа регресиона зависност. Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.102.: Линеарна регресија, слив Габровачке реке $I_z=f(K_m)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,311 ^a	0,097	0,052	1,04823		
a. Predictors: (Constant), Km						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,891	0,459		6,305	0,000
	Km	0,007	0,005	0,311	1,464	0,159
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације износи $R=0,311$, што указује на слабу повезаност параметара, $Sig.=0,159>0,05$, тако да се на основу података регресије закључује да променљива K_m не утиче значајно на I_z и не може се формирати одговарајућа регресиона зависност. Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.103.: Линеарна регресија, слив Габровачке реке $I_z=f(K_d)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,100 ^a	0,010	0,040	1,09749		
a. Predictors: (Constant), Kd						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,106	0,502		4,198	0,000
	Kd	0,035	0,079	0,100	0,448	0,659
a. Dependent Variable: Iz						

Коефицијент корелације износи $R=0,100$, што указује на слабу повезаност параметара, $Sig.=0,659>0,05$, тако да се на основу података регресије закључује да променљива K_d не утиче значајно на I_z и не може се формирати одговарајућа регресиона зависност. Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.104.: Линеарна регресија, слив Габровачке реке $I_z=f(K_k)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,298 ^a	0,089	0,043	1,05279		
a. Predictors: (Constant), K_k						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,791	0,414		6,745	0,000
	K_k	0,002	0,001	0,298	-1,397	0,178
a. Dependent Variable: I_z						

Коефицијент корелације износи $R=0,289$, што указује на слабу повезаност параметара, $Sig.=0,178>0,05$, тако да се на основу података регресије закључује да променљива K_k не утиче значајно на I_z и не може се формирати одговарајућа регресиона зависност. Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.105.: Линеарна регресија, слив Габровачке реке $I_z=f(S)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimate		
1	0,196 ^a	0,038	0,010	1,08157		
a. Predictors: (Constant), S						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,866	0,668		4,289	0,000
	S	0,148	0,166	0,196	0,894	0,382
a. Dependent Variable: I_z						

Коефицијент корелације износи $R=0,196$, што указује на слабу повезаност параметара, $\text{Sig.}=0,382>0,05$, тако да се на основу података регресије закључује да променљива S не утиче значајно на I_z и не може се формирати одговарајућа регресиона зависност. Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

Табела 4.106.: Линеарна регресија, слив Габровачке реке $I_z=f(S_o)$

Model Summary						
Model	R	R Square	Adj. R Square		Std. Error of the Estimate	
1	0,321 ^a	0,103	0,058		1,04457	
a. Predictors: (Constant), S_o						
Coefficients ^a						
Model		Unstd. Coefficients		Std. Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,662	0,324		8,214	0,000
	S_o	0,912	0,602	0,321	-1,516	0,145
a. Dependent Variable: I_z						

Коефицијент корелације показује да постоји лака повезаност параметара, $R=0,321$, међутим, како је $\text{Sig.}=0,145>0,05$, то следи, да променљива S_o не утиче значајно на променљиву I_z . Регресија се не прилагођава израчунатим емпиријским подацима и зато се одбацује.

4.8.1.1. Анализа вишеструких модела

Простим моделима добијени су резултати у анализи појединачних, изолованих утицаја појединих фактора, Формирањем сложених модела (вишеструка корелација) одређено је деловање више фактора истовремено, за слив Габровачке реке. Због актуелне ситуације на терену и ранијих истраживања, у сваком моделу је присутан природан пад терена (I_t), а остали фактори се комбинују, водећи рачуна да се не понављају, Односно, пречници зрна наноса (d_{10}, d_{30}, d_{50}) и коефицијенти неједнородности наноса (K_d, S, S_o) се комбинују водећи рачуна да се

пречници који су садржани у коефицијентима неједнородности наноса не јављају поново.

Табела 4.107.: Двострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_5)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-0,828431	0,563369	-1,47049	0,191831
a_1-I_t	0,986961	0,177177	5,57049	0,001419
a_2-d_5	-0,068537	1,127984	-0,06076	0,953523
Статистички параметри				
назив	ознака		вредност	
Коефицијент корелације	R		0,92255724	
Коефицијент детерминације	R ²		0,85111185	
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor		0,80148247	
F (2,6)	F		17,749	
p<	p		0,00330	
Стандардна грешка	Se		0,44595	
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$	$I_z = 0,98I_t - 0,069d_5 - 0,828$			

Вредност уз променљиву d_5 је несигнификантна на датом нивоу значајности.

Табела 4.108.: Двострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{10})$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-0,846865	0,478957	-1,76814	0,127451
a_1-I_t	1,045739	0,208329	5,01966	0,002405
a_2-d_{10}	-0,242976	0,497975	-0,48793	0,642918
Статистички параметри				
назив	ознака		вредност	
Коефицијент корелације	R		0,92558413	
Коефицијент детерминације	R ²		0,85670598	
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor		0,80894131	
F (2,6)	F		17,936	
p<	p		0,00294	
Стандардна грешка	Se		0,43749	
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$	$I_z = 1,046I_t - 0,242d_{10} - 0,847$			

Вредност уз променљиву d_{10} је несигнификантна на датом нивоу значајности.

Табела 4.109.: Двострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{25})$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-1,08221	0,556442	-1,94487	0,099766
a_1-I_t	1,11746	0,235354	4,74798	0,003165
a_2-d_{25}	-0,04449	0,057300	-0,77652	0,466943
Статистички параметри				
назив		ознака	вредност	
Коефицијент корелације		R	0,92985211	
Коефицијент детерминације		R ²	0,86462494	
Кориговани коеф, детерминације		R ² cor	0,81949992	
F (2,6)		F	19,161	
p<		p	0,00248	
Стандардна грешка		Se	0,42523	
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$		$I_z = 1,117I_t - 0,0445d_{25} - 1,0822$		

Вредност уз променљиву d_{25} је несигнификантна на датом нивоу значајности.

Табела 4.110.: Двострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{30})$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-1,04632	0,554880	-1,88566	0,108301
a_1-I_t	1,10014	0,235342	4,67464	0,003415
a_2-d_{30}	-0,02808	0,041151	-0,68245	0,520416
Статистички параметри				
назив		ознака	вредност	
Коефицијент корелације		R	0,92830574	
Коефицијент детерминације		R ²	0,86175155	
Кориговани коеф, детерминације		R ² cor	0,81566873	
F (2,6)		F	18,700	
p<		p	0,00264	
Стандардна грешка		Se	0,42972	
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$		$I_z = 1,1I_t - 0,028d_{30} - 1,046$		

Вредност уз променљиву d_{30} је несигнификантна на датом нивоу значајности.

Табела 4.111.: Двострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{50})$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-0,917918	0,494170	-1,85749	0,112614
a_1-I_t	1,055714	0,209713	5,03410	0,002371
a_2-d_{50}	-0,010325	0,018715	-0,55170	0,601084
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,92639777		
Коефицијент детерминације	R ²	0,85821284		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,81095045		
F (2,6)	F	18,158		
p<	p	0,00285		
Стандардна грешка	Se	0,43519		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$		$I_z = 1,056I_t - 0,010d_{50} - 0,918$		

Вредност уз променљиву d_{50} је несигнификантна на датом нивоу значајности.

Табела 4.112.: Двострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{60})$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-0,859759	0,470767	-1,82630	0,117590
a_1-I_t	1,054809	0,192350	5,48381	0,001538
a_2-d_{60}	-0,010585	0,015449	-0,68515	0,518830
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,92834816		
Коефицијент детерминације	R ²	0,86183030		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,81577373		
F (2,6)	F	18,712		
p<	p	0,00264		
Стандардна грешка	Se	0,42960		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$		$I_z = 1,055I_t - 0,011d_{60} - 0,860$		

Вредност уз променљиву d_{60} је несигнификантна на датом нивоу значајности.

Табела 4.113.: Двострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{75})$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-0,756914	0,481754	-1,58984	0,162972
a_1-I_t	1,028595	0,173103	5,94211	0,001015
a_2-d_{75}	-0,007952	0,011108	-0,71591	0,500947
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,92884052		
Коефицијент детерминације	R ²	0,86274471		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,81699294		
F (2,6)	F	18,857		
p<	p	0,00259		
Стандардна грешка	Se	0,42818		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$		$I_z = 1,029I_t - 0,008d_{75} - 0,766$		

Вредност уз променљиву d_{75} је несигнификантна на датом нивоу значајности,

Табела 4.114.: Двострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{95})$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	0,673566	0,807133	0,834517	0,423477
a_1-I_t	0,284963	0,128459	2,218315	0,050839
a_2-d_{95}	0,003547	0,011019	0,321878	0,754173
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,61178060		
Коефицијент детерминације	R ²	0,37427550		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,24913060		
F (2,6)	F	2,9907		
p<	p	0,09592		
Стандардна грешка	Se	0,93605		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$		$I_z = 0,674 + 0,285I_t + 0,004d_{95}$		

Вредност уз променљиву d_{95} је несигнификантна на датом нивоу значајности.

Табела 4.115.: Двострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{97,5})$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	0,498590	0,856316	0,582251	0,573290
a_1-I_t	0,275872	0,127585	2,162265	0,055895
$a_2-d_{97,5}$	0,005959	0,010879	0,547750	0,595877
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,62145655		
Коефицијент детерминације	R ²	0,38620825		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,26344989		
F (2,6)	F	3,1461		
p<	p	0,08712		
Стандардна грешка	Se	0,92709		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$		$I_z = 0,499 + 0,276I_t + 0,006d_{97,5}$		

Вредност уз променљиву $d_{97,5}$ је несигнификантна на датом нивоу значајности.

Табела 4.116.: Двострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, K_d)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-0,765199	0,699634	-1,09371	0,316035
a_1-I_t	0,973096	0,179886	5,40951	0,001649
a_2-K_d	-0,007793	0,048711	-0,15999	0,878141
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,92285052		
Коефицијент детерминације	R ²	0,85165309		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,80220412		
F (2,6)	F	17,223		
p<	p	0,00326		
Стандардна грешка	Se	0,44514		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$		$I_z = 0,973I_t - 0,008K_d - 0,765$		

Вредност уз променљиву K_d је несигнификантна на датом нивоу значајности.

Табела 4.117.: Двострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, S)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-1,38266	0,786488	-1,75802	0,129248
a_1-I_t	1,05853	0,182026	5,81530	0,001136
a_2-S	0,08593	0,101848	0,84368	0,431195
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,93103148		
Коефицијент детерминације	R ²	0,86681963		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,82242617		
F (2,6)	F	19,526		
p<	p	0,00236		
Стандардна грешка	Se	0,42177		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$		$I_z = 1,059I_t + 0,086S - 1,383$		

Вредност уз променљиву S је несигнификантна на датом нивоу значајности.

Табела 4.118.: Двострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, S_0)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	0,639647	0,753575	0,848817	0,415840
a_1-I_t	0,290669	0,123127	2,360731	0,039903
a_2-S_0	0,836017	1,958479	0,426870	0,678518
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,61571623		
Коефицијент детерминације	R ²	0,37910648		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,25492777		
F (2,6)	F	3,0529		
p<	p	0,09228		
Стандардна грешка	Se	0,93243		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$		$I_z = 0,640 + 0,291I_t + 0,840S_0$		

Вредност уз променљиву S_0 је несигнификантна на датом нивоу значајности.

Табела 4.119.: Двострука корелација, Габровачка река $I_z = f(I_t, S_o)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-0,814173	0,541246	-1,50426	0,183215
a_1-I_t	1,003004	0,222338	4,51117	0,004055
a_2-S_o	-0,270176	2,024709	-0,13344	0,898209
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,92274647		
Коефицијент детерминације	R ²	0,85146106		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,80194807		
F (2,6)	F	17,197		
p<	p	0,00328		
Стандардна грешка	Se	0,44543		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$		$I_z = 1,003I_t - 0,270S_o - 0,814$		

Вредност уз променљиву S_o је несигнификантна на датом нивоу значајности.

Табела 4.120.: Трострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{10}, K_d)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-0,726003	0,754048	-0,962808	0,379863
a_1-I_t	1,034914	0,232264	4,455763	0,006667
a_2-d_{10}	-0,262090	0,549609	-0,476867	0,653570
a_3-K_d	-0,011738	0,052838	-0,222148	0,832987
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,92634036		
Коефицијент детерминације	R ²	0,85810646		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,77297034		
F (3,5)	F	10,079		
p<	p	0,01464		
Стандардна грешка	Se	0,47690		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$		$I_z = 1,035I_t - 0,262d_{10} - 0,012K_d - 0,730$		

Вредност уз променљиву K_d је несигнификантна на датом нивоу значајности.

Табела 4.121.: Трострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{30}, K_d)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-0,814819	0,720147	-1,13146	0,309190
a_1-I_t	1,116609	0,251807	4,43438	0,006800
a_2-d_{30}	-0,042527	0,050770	-0,83764	0,440425
a_3-K_d	0,200954	0,058015	-0,55992	0,599693
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,9326881		
Коефицијент детерминације	R ²	0,86990842		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,79185347		
F (3,5)	F	11,145		
p<	p	0,01184		
Стандардна грешка	Se	0,45664		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$ $I_z = 1,117I_t - 0,043d_{30} - 0,032K_d - 0,815$				

Вредности уз променљиве d_{30} и K_d су несигнификантне на датом нивоу значајности.

Табела 4.122.: Трострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{60}, K_d)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-0,433963	0,790280	-0,549126	0,606542
a_1-I_t	1,054353	0,201362	5,236114	0,003365
a_2-d_{60}	-0,018950	0,020221	-0,937177	0,391692
a_3-K_d	-0,042409	0,061532	-0,689220	0,521357
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,93478243		
Коефицијент детерминације	R ²	0,87381819		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,79810911		
F (3,5)	F	11,542		
p<	p	0,01099		
Стандардна грешка	Se	0,44973		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$ $I_z = 1,054I_t - 0,190d_{60} - 0,042K_d - 0,434$				

Вредности уз променљиве d_{60} и K_d су несигнификантне на датом нивоу значајности.

Табела 4.123.: Трострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{10}, S)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-1,32982	0,896146	-1,48393	0,197946
a_1-I_t	1,08033	0,225441	4,79210	0,004918
a_2-d_{10}	-0,11432	0,559703	-0,20425	0,846209
a_3-S	0,07737	0,118740	0,65160	0,543417
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,93162314		
Коефицијент детерминације	R ²	0,86792168		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,78867469		
F (3,5)	F	10,952		
p<	p	0,01229		
Стандардна грешка	Se	0,46011		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$ $I_z = 1,080I_t - 0,114d_{10} + 0,077S - 1,330$				

Вредности уз променљиве d_{10} и S су несигнификантне на датом нивоу значајности.

Табела 4.124.: Трострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{50}, S)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-1,41737	0,847108	-1,67319	0,155148
a_1-I_t	1,11760	0,233472	4,78686	0,004941
a_2-d_{50}	-0,00902	0,019539	-0,46159	0,663763
a_3-S	0,08136	0,109712	0,74159	0,491676
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,93395013		
Коефицијент детерминације	R ²	0,87226285		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,79562057		
F (3,5)	F	11,381		
p<	p	0,01132		
Стандардна грешка	Se	0,45249		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$ $I_z = 1,117I_t - 0,009d_{50} + 0,081S - 1,417$				

Вредности уз променљиве d_{50} и S су несигнификантне на датом нивоу значајности.

Табела 4.125.: Трострука корелација, Вукмановска река $Iz = f(I_t, d_{95}, So)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	0,379332	1,064434	0,356369	0,729775
a_1-I_t	0,275255	0,135619	2,029616	0,072980
a_2-d_{95}	0,004217	0,011581	0,364085	0,724201
a_3-So	0,932450	2,066426	0,451238	0,662494
Статистички параметри				
назив	ознака		вредност	
Коефицијент корелације	R		0,62299172	
Коефицијент детерминације	R ²		0,38811869	
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor		0,18415825	
F (3,5)	F		1,9029	
p<	p		0,19964	
Стандардна грешка	Se		0,97571	
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$ $Iz = 0,379 + 0,2755I_t + 0,004d_{95} + 0,932So$				

Вредности уз променљиве d_{95} и So су несигнификантне на датом нивоу значајности.

Табела 4.126.: Трострука корелација, Вукмановска река $Iz = f(I_t, d_{10}, So)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-0,880818	0,600650	-1,46644	0,202437
a_1-I_t	1,034144	0,248996	4,15325	0,008882
a_2-d_{10}	-0,279591	0,630134	-0,44370	0,675801
a_3-So	0,290954	2,516413	0,11562	0,91252
Статистички параметри				
назив	ознака		вредност	
Коефицијент корелације	R		0,92579052	
Коефицијент детерминације	R ²		0,857088099	
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor		0,77134094	
F (3,5)	F		0,9955	
p<	p		0,01490	
Стандардна грешка	Se		0,47861	
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$ $Iz = 1,034I_t - 0,280d_{10} + 0,291So - 0,881$				

Вредности уз променљиве d_{10} и So су несигнификантне на датом нивоу значајности.

Табела 4.127.: Трострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{30}, S_o)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-1,14349	0,763692	-1,49732	0,194573
a_1-I_t	1,08535	0,266306	4,07556	0,009581
a_2-d_{30}	-0,03339	0,051583	-0,64725	0,546006
a_3-S_o	0,51081	2,448457	0,20863	0,842973
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,92894812		
Коефицијент детерминације	R ²	0,86294461		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,78071137		
F (3,5)	F	10,494		
p<	p	0,01345		
Стандардна грешка	Se	0,046870		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 \quad I_z = 1,085I_t - 0,033d_{30} + 0,511S_o - 1,143$				

Вредности уз променљиве d_{30} и S_o су несигнификантне на датом нивоу значајности.

Табела 4.128.: Трострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{50}, S_o)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-0,897355	0,602888	-1,48843	0,196806
a_1-I_t	1,066778	0,270557	3,94289	0,010928
a_2-d_{50}	-0,010174	0,020582	-0,49432	0,642029
a_3-S_o	-0,168150	2,175483	-0,07729	0,941388
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,92648910		
Коефицијент детерминације	R ²	0,85838205		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,77341128		
F (3,5)	F	10,102		
p<	p	0,01457		
Стандардна грешка	Se	0,47644		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 \quad I_z = 1,067I_t - 0,010d_{50} - 0,168S_o - 0,897$				

Вредности уз променљиве d_{50} и S су несигнификантне на датом нивоу значајности.

Табела 4.129.: Трострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{30}, Kd, d_5)$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-1,56278	0,946886	-1,65044	0,174197
a_1-I_t	1,29572	0,287824	4,50179	0,0108080
a_2-d_{30}	-0,12775	0,088099	-1,45010	0,220636
a_3-Kd	-0,07560	0,067174	-1,12540	0,323375
a_4-d_5	2,33879	2,008227	1,16460	0,308901
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,95018406		
Коефицијент детерминације	R ²	0,90284975		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,80569949		
F (4,4)	F	9,2933		
p<	p	0,02648		
Стандардна грешка	Se	0,44119		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$ $I_z = 1,230I_t - 0,128d_{30} - 0,076Kd + 2,339d_5 - 1,563$				

Вредности уз променљиве d_{30} , Kd и d_5 су несигнификантне на датом нивоу значајности.

Табела 4.130.: Четворострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{10}, Kd, d_{60})$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-0,386193	0,917785	-0,420788	0,695534
a_1-I_t	1,036787	0,243875	4,251303	0,013144
a_2-d_{10}	0,147024	0,803377	0,183008	0,863693
a_3-Kd	-0,047486	0,073912	-0,642464	0,555545
a_4-d_{60}	-0,022941	0,031343	-0,731935	0,504783
Статистички параметри				
назив	ознака	вредност		
Коефицијент корелације	R	0,93534268		
Коефицијент детерминације	R ²	0,87486594		
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor	0,74973187		
F (4,4)	F	6,9914		
p<	p	0,04306		
Стандардна грешка	Se	0,50072		
$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4$ $I_z = 1,037I_t + 0,147d_{10} - 0,047Kd - 0,366d_{60} - 0,386$				

Вредности уз променљиве d_{10} , Kd и d_{60} су несигнификантне на датом нивоу значајности.

Табела 4.131.: Четворострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{10}, S, d_{30})$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-1,87681	1,339701	-1,40092	0,233847
a_1-I_t	1,17831	0,293984	4,00807	0,016022
a_2-d_{10}	0,61578	1,382488	0,44542	0,679062
a_3-S	0,09010	0,129232	0,69721	0,524067
a_4-d_{30}	-0,06594	0,112465	-0,58631	0,589159
Статистички параметри				
назив		ознака	вредност	
Коефицијент корелације		R	0,93721614	
Коефицијент детерминације		R ²	0,87837408	
Кориговани коеф, детерминације		R ² cor	0,75674817	
F (4,4)		F	7,2219	
p<		p	0,04078	
Стандардна грешка		Se	0,49365	
$y = a_0+a_1x_1+a_2x_2+a_3x_3+a_4x_4 \quad I_z = 1,178I_t + 0,616d_{10} + 0,901S - 0,060d_{30} - 1,877$				

Вредности уз променљиве d_{10} , S и d_{30} су несигнификантне на датом нивоу значајности.

Табела 4.132.: Четворострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{50}, S, d_{30})$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-1,43717	0,962408	-1,49331	0,209650
a_1-I_t	1,13021	0,284442	3,97344	0,016491
a_2-d_{50}	-0,00454	0,045920	0,09895	0,925935
a_3-S	0,07622	0,130980	0,58192	0,591839
a_4-d_{30}	-0,01165	0,105234	-0,11074	0,917156
Статистички параметри				
назив		ознака	вредност	
Коефицијент корелације		R	0,93415913	
Коефицијент детерминације		R ²	0,87265329	
Кориговани коеф, детерминације		R ² cor	0,74530657	
F (4,4)		F	6,8526	
p<		p	0,04452	
Стандардна грешка		Se	0,50512	
$y = a_0+a_1x_1+a_2x_2+a_3x_3+a_4x_4 \quad I_z = 1,130I_t - 0,004d_{50}+0,762S - 0,012d_{30} - 1,437$				

Вредности уз променљиве d_{50} , K_d и d_{30} су несигнификантне на датом нивоу значајности.

Табела 4.133.: Четворострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{50}, S_o, d_{30})$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-0,899669	0,674169	-1,33449	0,252944
a_1-I_t	1,062083	0,308085	3,44738	0,026117
a_2-d_{50}	-0,007815	0,037774	0,20689	0,846203
a_3-S_o	-0,009920	3,153820	0,00315	0,997641
a_4-d_{30}	-0,090629	1,151220	-0,07872	0,941033
Статистички параметри				
назив	ознака		вредност	
Коефицијент корелације	R		0,92660732	
Коефицијент детерминације	R ²		0,85860113	
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor		0,71720226	
F (4,4)	F		6,0722	
p<	p		0,05433	
Стандардна грешка	Se		0,53226	
$y = a_0+a_1x_1+a_2x_2+a_3x_3+a_4x_4 \quad I_z = 1,062I_t - 0,008d_{50} - 0,01S_o - 0,091d_{30} - 0,90$				

Вредности уз променљиве d_{50} , S_o и d_{30} су несигнификантне на датом нивоу значајности.

Табела 4.134.: Четворострука корелација, Вукмановска река $I_z = f(I_t, d_{30}, S_o, d_{60})$

Променљиве	Вредности	Se	t	p
a_0	-1,01629	2,020834	-0,502908	0,641457
a_1-I_t	1,08683	0,298323	3,643121	0,021904
a_2-d_{30}	-0,02045	0,194985	-0,104897	0,921507
a_3-S_o	0,16001	5,745365	0,027850	0,979116
a_4-d_{60}	-0,00444	0,063948	-0,069436	0,947975
Статистички параметри				
назив	ознака		вредност	
Коефицијент корелације	R		0,92903692	
Коефицијент детерминације	R ²		0,86310961	
Кориговани коеф, детерминације	R ² cor		0,72621921	
F (4,4)	F		6,3051	
p<	p		0,05109	
Стандардна грешка	Se		0,52371	
$y = a_0+a_1x_1+a_2x_2+a_3x_3+a_4x_4 \quad I_z = 1,087I_t - 0,020d_{30} + 0,16S_o - 0,004d_{60} - 1,016$				

Вредности уз променљиве d_{30} , S_o и d_{60} су несигнификантне на датом нивоу значајности.

ПРИЛОГ 4.56.

Уздужни профил корита Габровачке реке

ПРИЛОГ 4.57.

Уздужни профил корита Вукмановске реке

5. ДИСКУСИЈА

Тежиште теме дисертације, полазних хипотеза и концепције обављених истраживања јесте идентификација сливова на којима су изведени противерозиони радови, утврђивање и квантификација хидролошких и псамолошких ефеката изведених противерозионих радова, и њихов утицај на стање ерозије и појаву бујичних поплавних таласа на сливу, продукцију ерозионог материјала, доспевање до хидрографске мреже и транспорт наноса. Дефинисање промена, које су настале на истраживаном подручју, извршено је кроз анализу хидролошких ефеката, упоређивањем максималних протицаја одређене вероватноће појаве у три временска пресека (1955., 1970. и 2016. године), на три сливна подручја (Лукачева Долина, Габровачка и Градашничка река). Приказ промена стања на истраживаним сливовима, утврђен је, такође, упоређивањем интензитета и распрострањености ерозионих процеса, у три различита временска пресека.

Подручје истраживања представљају три слива, карактеристична по појави деструктивних ерозионих процеса и бујичних поплава, што је био повод за њихово уређење применом комплексног система радова и мера, током 60-их година XX века. Противерозиони радови на предметним сливовима су изведени на основу одговарајуће техничке документације: *„Главни пројекат уређења бујице зване Лукачева Долина, слив Власине“*, 1955. године; *„Главни пројекат уређења слива Габровачке реке“*, 1957. године; Идејни пројекат: *„Слив реке Нишаве – бујица звана Градашничка река“*, 1956. године. Наведеним документима предвиђено је извођење биолошких, биотехничких и техничких објеката, уз примену неопходних административних мера.

На одабраним бујичним сливовима примењена је адекватна методологија истраживања, формирана база података и обављена обимна теренска истраживања. Примењена ГИС технологија омогућила је „слојевито“ и комплексно просторно сагледавање свих анализираних параметара и њихових

међусобних утицаја, у три временска пресека. Комплексна анализа начина коришћења простора, односно намене површина, била је иницијална фаза у компарацијама стања сливова у различитим временским пресецима, што је био основ за касније вредновање хидролошких и псамолошких ефекта изведених противерозионих радова. Политика управљања земљиштем, са аспекта одрживости, далеко је ефикаснија применом ГИС-а (Malaviya et al., 2010), чиме је олакшан и процес квантификовања интензитета ерозионих процеса и ефеката изведених техничких, биотехничких и биолошких радова на три бујична подслива Јужне Мораве.

Детерминисане су природне и антропогено измењене карактеристике предметних бујичних сливова (физичко-географске; хидрографске; климатске; геолошке; педолошке; социо-демографске; вегетациони покривач, односно начин коришћења простора), од значаја за генезу и транспорт ерозионог материјала и појаву бујичних поплавних таласа.

Нагиб терена има јак утицај на генезу и развој ерозионих процеса. На сливу Лукачеве Долине најзаступљеније су површине под нагибом од 9-27% (61,71% од укупне површине слива), где су уочене спорадичне појаве интензивног спирања и кретања маса. На сливовима Габровачке и Градашничке реке најзаступљеније су површине под нагибом од 4-9% и њихово учешће у укупној површини износи 80,31%, односно 76,64%. Међутим, изражена је и заступљеност нагиба од 9-27%, на сливовима Габровачке (13,88% од укупне површине слива) и Градашничке реке (17,56% од укупне површине слива).

Развијеност хидрографске мреже, такође, погодује развоју бујичних поплава. Слив Лукачеве Долине има добро развијену хидрографску мрежу, густине $G=3,9 \text{ km/km}^2$. Дужина главног тока износи 4,19 km, док је укупна дужина свих притока 12,14 km. Слив Габровачке реке има знатно мању развијеност хидрографске мреже, која износи око $G=1,0 \text{ km/km}^2$. Дужина главног тока износи 12,77 km, док

је укупна дужина свих притока 20,91 km. Слив Градашничке има средње развијену хидрографску мрежу, чија је густина $G=1,122 \text{ km/km}^2$. Дужина главног тока износи 17,10 km, док је укупна дужина свих притока 31,92 km.

Истраживани сливови су под утицајем умерено-континенталне и континенталне климе, са благим модификацијама. Средње годишње температуре ваздуха су прилично уједначене: 11,94°C на сливу Лукачеве Долине; 11,6°C на сливу Габровачке реке; 10,8°C на сливу Градашничке реке. Просечне годишње падавине су одређене за сва три временска пресека (1955., 1970. и 2016. година), тако да распон вредности на сливу Лукачеве Долине износи од 673,5-825 mm, на сливу Габровачке реке од 529-625 mm и на сливу Градшничке реке од 568-671 mm.

Геолошка грађа терена такође снажно утиче на појаву и развој ерозионих процеса, због чега су израђене карте еродибилности. На сливу Лукачеве Долине доминирају веома чврсте 35,54% и условно еродибилне 34,8% геолошке формације, док су условно чврсте стене заступљене на 28,19% површине и веома еродибилне на свега 1,47% сливне површине. На сливу Габровачке реке доминирају веома еродибилне 59,05% и условно чврсте 32,09% стене, док су условно еродибилне заступљене на 8,59% површине, а веома чврсте на свега 0,27% сливне површине. На сливу Градашничке реке доминирају веома еродибилне 45,55% и условно еродибилне 32,80% геолошке формације, док се условно чврсте стене простиру на 12,58% површине, а веома чврсте на свега 9,07% сливне површине.

Анализа броја становника показује да су насеља у оквиру подручја истраживања, у периоду од 50-их до 70-их година XX века, имала раст број становника, а од тада до данас сталан пад популације. Доминирала су насеља разбијеног и полуразбијеног типа, са мањим засецима. Услед депопулације и смањеног антропогеног притиска, дошло је до спонтаног обрастања напуштених ораница и воћњака жбунастим и дрвенастим врстама. Негативни демографски процеси

резултирала су умањеним обимом пољопривредне производње (Paquette, Domon 2003; Костадинов, Златић, 1987; Билибајкић, С., 2011; Стефановић, 2016).

Противерозионо уређење предметних сливова, током 50-их и 60-их година XX века, резултирало је у првом кораку променом структуре начина коришћења простора (намена површина), а касније кроз повољне модификације стања ерозионих процеса и процеса отицаја, пре свега кроз смањену продукцију ерозионог материјал и пронос наноса, као и редукцију потенцијала за формирање брзог површинског отицаја и појаву бујичних поплавних таласа.

Стање сливова које је представљено у техничкој документацији, практично представља „нулта“ стање, односно, референтни ниво који је омогућио примену поредбеног модела вредновања ефеката изведених противерозионих радова. Пројектна документација за сливова Лукачеве Долине и Градашничке реке третира је целокупно сливно подручје, док је на сливу Габровачке реке примењен приступ којим су обухваћена само жаришта ерозионих процеса. Примењени приступи последично су довели су значајних разлика у ефектима изведених противерозионих радова.

На сливу Лукачеве Долине обављени су обимни биолошки радови, који су обухватили пошумљавање на 78,7 ha и затрављивање на 15,9 ha. Од биотехничких радова, извршено је терасирање косина са засадима на дужини од 7 km и израда контурних бразда, са засадима на површини од 9,3 ha, као и израда 4.800 m³ зидања против спирања. Технички радови су обухватили изградњу 2 преграде, једног појаса од камена у цементном малтеру и једног појаса од габиона. Ова количина радова представља око 80% планираних биолошких и биотехничких радова, док су изведени технички радови заступљени са мање од 10% (изведена су свега 2 од 31 пројектованог попречног објекта).

На сливу Габроваке реке предвиђено је извођење радова на 15 радних локација, односно, површина које су биле изложене интензивним ерозионим процесима. Од биолошких радова, извршено је пошумљавање са мерама неге на 117 ha и затрављивање са мелиорацијом пашњака на 38,5 ha. Од биотехничких радова, изведени су рустикални зидићи са засадима на дужини од 2.680 m и плетери на дужини од 200 m`. Биолошки и биотехнички радови изведени су у обиму од око 80%, од планираних радова према техничкој документацији. Од техничких радова, изведена су 22 попречна, депонијско-консолидациона објекта, као и 3,55 km линијских објеката за одбрану од поплава и стабилизацију речног корита. Обим изведених техничких радова представља скоро 50% од планираних радова, којима је била предвиђена изградња 49 попречних објеката.

Према техничкој документацији, на сливу Градашничке реке издвојене су 143 површине на којима је требало обавити одговарајуће противерозионе радове. Пројектна документација за уређење слива рађена је истовремено са пројектном документацијом за уређење низводне деонице корита реке Градашнице, до ушћа у реку Нишаву (1956. године). Биолошки радови, односно, пошумљавање и мелиорације пашњака обављени су на површини од 396,6 ha. Биотехнички радови су реализовани изградњом 2.005 m³ камених хоризонталних зидића против спирања, 580 m` плетера и 586 ha радова на нагибима (микроретензиони вегетациони појасеви, терасирање и контурни ровови са воћем). Обим изведених биолошких и биотехничких радова представља око 70% од радова који су предвиђени техничком документацијом. Обим изведених техничких радова износи свега 5% од пројектованих радова, с обзиром да је изграђено свега 6 депонијско-консолидационих објеката и 5,75 km регулационих радова, у виду линијских заштитних објеката. Техничком документацијом била је предвиђена изградња 116 попречних објеката (преграда, појасева, прагова).

Примарна функција изведених попречних објеката била је задржавање наноса у заплавима преграда и консолидација обала. У заплаву 2 преграде у главном току

Лукачеве Долине задржано је укупно 24.875,00 m³ наноса, док су 22 попречна објекта на сливу Габровачке реке задржала укупно 34.217,97 m³ наноса. Ово потврђује рационалност приступа чија је суштина пројектовање мањег броја попречних објеката веће корисне висине, уколико је примарна функција задржавање наноса, што потврђују и резултати моделирања за бујичне сливове централне Србије (Вулевић, 2017).

Резултати прорачуна коефицијената неједнородности указују на нехомогеност наноса у заповима преграда на сливу Лукачеве Долине, с обзиром да се вредности крећу у распону од $U=23,33-38,75$. Нехомогеност је уочена и на сливу Градашничке реке, са вредностима у распону од $U=42,22-42,86$. Нанос у заповима преграда на Габровачкој реци показује нешто шири распон вредности коефицијента неједнородности материјала: на главном току се креће $U=22,0-82,50$ (са изузетком хомогеног наноса из запови преграде 1, где је $U=5,0$); на Вукмановској реци се креће од $U=17,60-50$ (са изузетком наноса из запови преграда 7 и 9, где је уочена средња хомогеност са вредностима $U=10,85$ и $U=14,29$).

У саставу већине формираних запови доминира ситан до средње крупан шљунак: код преграда на сливу Лукачеве Долине, $d_{sr}=d_{50}=10,9-17,5$ mm; код преграда на сливу Габровачке реке, $d_{sr}=d_{50}=6,0-46,0$ mm; код преграда на сливу Градашничке реке, $d_{sr}=d_{50}=1,5-9,0$ mm. У заповима код преграда на горњем делу слива Градашничке реке нису узимани узорци, с обзиром да је нанос у форми стена, стенских одломака и фракција камена чије димензије прелазе 100 mm.

На основу снимљеног стања на терену, података из коришћене документације и урађених статистичких анализа, добијени су регресиони модели, који се могу користити за прогнозу пада запови на сливу Габровачке реке. Регресиони модели су формирани посебно за леви изворишни крак (Габровачка река) и десни изворишни крак (Вукмановска река). Уочено је да значајну улогу у формирању

пада заплава, поред осталих чинилаца, има природан пад терена. Као најприхватљивије показале су се следеће зависности:

- зависноста пада заплава од пада природног корита за леви изворишни крак (Габровачка река), $I_z=f(I_t)$, са коефицијентом корелације $R=0,606$, представљена је у форми једначине:

$$I_z=0,297I_t+0,870$$

- зависност пада заплава од пада природног корита за десни изворишни крак (Вукмановска река), $I_z=f(I_t)$, са коефицијентом корелације $R=0,923$, представљена је у форми једначине:

$$I_z=0,856I_t+1,144$$

- зависност пада заплава од пречника зрна наноса, за десни изворишни крак (Вукмановска река), $I_z=f(d_{30})$, са коефицијентом корелације $R=0,726$, представљена је у форми једначине:

$$I_z=0,127 d_{30}+2,217$$

За цео слив Габровачке реке, посматрајући зависност пада заплава од пада природног корита, $I_{z_слив}=f(I_t)$, са коефицијентом корелације $R=0,629$, издвојена је релација:

$$I_{z_слив}=0,352I_t+0,761$$

Код вишефакторских анализа посматрана је повезаност пречника зрна наноса и коефицијената неједнородности са падом заплава, и закључено је да су везе лошег квалитета или да слагања уопште нема. Зависност пада заплава од природног пада корита омогућила је издвајање најквалитетнијих регресионих модела. До исте констатације, односно, да природан пад корита има најизраженији утицај на формирање пада заплава, дошли су и Велојић, М. (2002) за подручје реке Нишаве, Тодосијевић, М. (2004) за слив реке Дрине на сектору Лозница-Бачевци, Костадинов, С. и сар. (2006b) за слив реке Дрине на сектору Љубовија-Бајина

Башта, Билибајкић, С. (2011) за слив Трговишког Тимока и Стефановић, Т. (2016) за слив реке Јабланице, узводно од будуће акумулације „Ровни“.

Резултати истраживања која су обављена 2016. године, на огледним пољима унутар предметних сливова, показали су ефекте изведених противерозионих радова. Њима је потврђен став да су кључна својства земљишта као што су текстура, структура, влажност или садржај органске материје, променљива током времена, услед примене различитих модела коришћења (Кадовић, 1999). Приликом узимања узорка земљишта са огледних и контролних (поредбено референтних) поља одређене су и упоређене вредности фактора еродибилности тла (К). Упоредивањем добијених вредности констатоване су разлике у вредностима К-фактора, који је одређиван на огледним пољима (K_{OP}) у односу на одговарајуће контролно поље (K_{KP}).

На сливу Лукачеве Долине одређена су три локалитета на којима су узета по два узорка, чије су вредности: $K_{KP1}=0,031658541$, $K_{OP1}=0,049794616$; $K_{KP2}=0,060812937$, $K_{OP2}=0,058880314$; $K_{KP3}=0,058083526$, $K_{OP3}=0,050911535$. На сливу Габровачке реке одређена су три локалитета на којима су узета по два узорка, чије су вредности: $K_{KP4}=0,036073849$, $K_{OP4}=0,037276297$; $K_{KP5}=0,036137113$, $K_{OP5}=0,052052206$; $K_{KP6}=0,034666174$, $K_{OP6}=0,04397288$. На сливу Градашничке реке одређена су три локалитета на којима су узета по два узорка, чије су вредности: $K_{KP7}=0,026908096$, $K_{OP7}=0,019776533$; $K_{KP8}=0,029250796$, $K_{OP8}=0,023111099$; $K_{KP9}=0,034509034$, $K_{OP9}=0,032627304$. Просторна расподела К фактора на истраживаним локалитетима се креће у распону вредности од $K=0,01977-0,0608$, са средњом вредношћу од $K=0,0398 \text{ t}\cdot\text{ha}\cdot\text{h}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{MJ}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$, што је блиско вредностима К-фактора за подручје Европе (Panagos et al., 2015). Веома слична средња вредност К-фактора утврђена је и на простору слива акумулације „Првонек“, $K=0,032 \text{ t}\cdot\text{ha}\cdot\text{h}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{MJ}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$ (Перовић, 2015).

Промене су констатоване и у укупном учешћу органске материје (ОМ), које се код 75% земљишта јужне Европе креће у распону од ОМ=1,7% (веома ниско) до ОМ=3,4% (ниско) (Jones et al., 2004):

На сливу Лукачеве Долине утврђене су следеће вредности садржаја органске материје: $ОМ_{КП1}=0,74\%$, $ОМ_{ОП1}=2,71\%$; $ОМ_{КП2}=0,76\%$, $ОМ_{ОП2}=1,75\%$; $ОМ_{КП3}=0,80\%$, $ОМ_{ОП3}=2,31\%$. На сливу Габровачке реке утврђене су следеће вредности садржаја органске материје: $ОМ_{КП4}=1,81\%$, $ОМ_{ОП4}=3,45\%$; $ОМ_{КП5}=0,74\%$, $ОМ_{ОП5}=1,87\%$; $ОМ_{КП6}=0,59\%$, $ОМ_{ОП6}=4,13\%$. На сливу Градашничке реке утврђене су следеће вредности садржаја органске материје: $ОМ_{КП7}=5,12\%$, $ОМ_{ОП7}=9,07\%$; $ОМ_{КП8}=6,71\%$, $ОМ_{ОП8}=9,15\%$; $ОМ_{КП9}=4,74\%$, $ОМ_{ОП9}=5,42\%$.

Током 2016. године обављена су истраживања на огледним пољима, где је анализирано стање у културама, старости 45-60 година. У односу на прираст, најбоље се показала култура црног бора на ОП9, слив Градашничке реке (северна експозиција, старост 60 година, надморска висина 683 mnm, техника пошумљавања на градоне). Следи култура црног бора и багрема, на ОП6, слив Габровачке реке (западна експозиција, старост 50 година, надморска висина 552 mnm, техника пошумљавања на терасама). Суштина противерозионог пошумљавања јесте заштита земљишта од ерозије и формирање педолошког слоја отпорнијег на површинско спирање, као и формирање хумусно-акумулационог хоризонта високих инфилтрационо-ретенционих својстава, док је продукција дрвне масе споредан циљ. У том смислу, на свим огледним пољима је остварен видан напредак у формирању квалитетнијег земљишта, дубине 20-30 cm, са стабилним структурним агрегатима. Дебљина хумусно-акумулативног хоризонта достиже 10 cm, земљишта су добро аерисана, средње водопропустљивости са повољним садржајем калијума.

Промене у начину коришћења простора, односно, намене површина, последица су: примењених противерозионих радова и мера, миграција становништва, смањења обима пољопривредне производње и урбанизације. Начин коришћења земљишта на сливу јесте фактор који директно утиче на интензитет ерозионих процеса и могућност појаве бујичних поплава. Такође, ово је једини фактор који је у потпуности под контролом човека, јер је условљен његовим активностима на различитим просторним размерама. Деградација земљишта и ерозиони процеси често се вреднују на три референтна нивоа: просторна заступљеност и проценат угроженог становништва, врста еколошке политике и њена повезаност са другим аспектима заштите животне средине, као што је биодиверзитет (Gisladottir, Stocking, 2005). На истраживаним сливовима дошло је до промена начина коришћења простора, што је утврђено у три различита временска пресека (1955., 1970. и 2016. године). На сливу Лукачеве Долине, који је био најугроженији ерозионим процесима и са најслабијим потенцијалом за пољопривредну производњу, дошло је до значајних промена на површинама под обрадивим земљиштем. Наиме, већи део ораница је претворен у ливадско-пашњачке површине, док су шумске површине доведене до састојина средњег и доброг склопа, после примене биолошких и биотехничких радова. Применом административних мера забрањено је сечење лисника ради исхране стоке, као и остали поступци који би могли довести до деградације шума и оштећења земљишта. Захваљујући таквом приступу шумовитост је повећана на 51,47%, у периоду од 50-их до 70-их година XX века, док данас износи 77,51%. Површине под голетима пролазе спору (вишегодишњу) трансформацију у ливаде и пашњаке, а затим у шуме, док реколонизација вегетације која се шири и прелази у жбунасту и дрвенасту вегетацију, доприноси прогресивном ублажавању неповољних хидролошких услова на раније огољеним локалитетима (Garcia-Ruiz, 2010). Мали проценат голети који се ипак задржао на сливу Лукачеве Долине, сведочи о томе да је могућност спонтаног обнављања шума на појединим локалитетима веома мала, услед веома великих нагиба терена и неразвијених земљишта, малог производног потенцијала.

Промене у начину коришћења земљишта су имале другачију динамику на сливовима Габровачке и Градашничке реке. У периоду од 50-тих до 70-их година XX века удео површина под ораницама и разноврсном пољопривредном производњом се повећао на сливу Габровачке реке, услед насељавања на нижим деловима речне долине и ширења урбанизованих површина. Повећање пољопривредних површина, због потреба локалног становништва углавном руралног порекла, вршено је на рачун шумских и ливадских површина. Степен шумовитости је смањен на сливу Габровачке реке са 32,58% на 28,08%, између I (1955. године) и II временског пресека (1970. године), што је случај и на сливу Градашничке реке, где је смањен са 35,24% на 16,58%. Голети су третиране мелиорационим радовима, у циљу формирања пашњака (мелиорисани пашњак Куси Брест, село Бербатово). У периоду од 70-их година XX века до данас, се поново уочавају промене али у смеру напуштања пољопривредних површина и повећања шумских површина. Сходно томе, данас је укупна шумовитост на сливу Габровачке реке 42,36%, односно 53,61% на сливу Градашничке реке, услед спонтаног ширења шумске вегетације на напуштеним ораницама, воћњацима и пашњацима.

Утицај промене начина коришћења земљишта се најбоље сагледава кроз губитке земљишта, о чему сведоче и резултати примене RUSLE модела. На сливу Лукачеве Долине средња вредност губитака земљишта показује очекивани тренд пада: 1955. године- 47,43 t \cdot ha $^{-1}$ \cdot god $^{-1}$; 1970. године-1,97 t \cdot ha $^{-1}$ \cdot god $^{-1}$; 2016. године- 1,83 t \cdot ha $^{-1}$ \cdot god $^{-1}$. Просторна анализа показује да је највећи интензитет губитака управо на површинама под голетима, деградираним шумом и на обрадивом земљишту, на локалитетима са великим нагибом падина, у зонама интензивног спирања материјала кроз густу мрежу повремених токова, јаруга и вододерина. На сливу Лукачеве Долине примењен је и WaTEM/SEDEM модел, на основу којег је добијена просечна годишња вредност губитака земљишта од 1,0 t \cdot ha $^{-1}$ \cdot god $^{-1}$, за 2016. годину (нешто ниже у односу на RUSLE). Према интензитету, губици

одговарају категорији врло слабе ерозије, чије се вредности крећу од $0-3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$. Циљ примене овог модела био је приказ просторног распореда акумулираног материјала на сливу Лукачеве Долине у 2016. години (*Поглавље 4.5.5.; Прилог 4.43.*). Зоне интензивног акумулирања материјала који се продукује на сливу су ушћа, како главног тока, тако и свих бочних притока, али и прелазне површине између различитих типова коришћења земљишта.

На сливу Габровачке реке, средња вредност губитака земљишта, 50-их година XX века, износила је $2,88 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$, затим долази до повећања на $3,98 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$ 70-их година XX века, што се објашњава повећаним уделом површина под интензивном пољопривредном производњом (обрада земљишта низ нагиб). Напуштањем ораница и спонтаним обнављањем шума, од 70-их година XX века до данас, средња вредност губитака сведена је на $1,14 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$. На сливу Градашничке реке средња вредност губитака земљишта креће се од $5,96 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$ током 50-их година XX века, затим се током 70-их година XX века смањује на $3,04 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$, а данас износи свега $1,08 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{god}^{-1}$. Ово се објашњава чињеницом да су на овом сливу примењене противерозионе мере и радови, у првом реду биотехнички (терасирање и контурне бразде) и биолошки (микроретензиони појасеви живица). Иако је повећан удео површина под ораницама, настављен је тренд смањења губитака земљишта, што је последица примене противерозионих радова.

Извођење противерозионих радова утицало је на смиривање ерозионих процеса на сливу Лукачеве Долине. Пре извођења противерозионих радова 1955. године, на сливу су доминирале слаба (32,27%) и јака (26,16%) ерозија, док се ексцесивна ерозија простирала на 14,43% површине слива. После извођења противерозионих радова, 1970. године, регистровани су, као доминантни, процеси врло слабе ерозије (50,98%), док је ексцесивна ерозија сведена на свега 0,49% од укупне површине слива. Данас, на сливу Лукачеве Долине доминира врло слаба ерозија (93,87%), док процеси ексцесивне ерозије нису регистровани.

На сливу Габровачке реке, пре извођења противерозионих радова, били су доминантни процеси јаке (34,98%) и врло слабе ерозије (32,92%), док се ексцесивна ерозија простирала на 1,33% површине слива. У II временском пресеку (1970. година), око 15 година након извођења противерозионих радова, установљена је доминација средње ерозије (34,93%), уз мало смањење површина под јаком ерозијом (31,90%), док процеси ексцесивне ерозије нису регистровани. Готово потпуна заштита површина под ексцесивном ерозијом, резултат је усмереног дејства на 15 локалитета који су били изложени дејству најинтензивнијих ерозионих процеса. У III временском пресеку (2016. година), уочена је доминација врло слабе (60,76%) и средње ерозије (33,56%).

На сливу Градашничке реке, пре извођења противерозионих радова, доминирали су процеси врло слабе (51,60%) и јаке (21,18%) ерозије, док се ексцесивна ерозија простирала на 2,78% површине слива. Током 70-их година XX века, уочена је доминација средње (41,74%) и врло слабе ерозије (41,34%), док процеси ексцесивне ерозије нису регистровани. Смањење површина под јаком ерозијом резултат је извођења обимних биолошких и биотехничких радова, док су површине под ексцесивном ерозијом третиране техничким радовима, примењеним током санације јаруга и вододерина. Данас, на сливу Градашничке реке доминирају врло слаба (57,54%) и слаба (36,09%) ерозија.

Примењени противерозиони радови и остварени степен заштите довели су до смањења коефицијента ерозије Z , најважнијег показатеља интензитета ерозионих процеса, према МПЕ. На сливу Лукачеве Долине уочљив је драстичан пад средње вредности коефицијента ерозије: са $Z_{1955}=1,124$, преко $Z_{1970}=0,322$, до $Z_{2016}=0,238$. На сливу Габровачке реке промена средње вредности коефицијента ерозије показује блажи тренд пада: од $Z_{1955}=0,410$, преко $Z_{1970}=0,249$, до $Z_{2016}=0,153$. Слично је забележено и на сливу Градашничке реке: од $Z_{1955}=0,465$, преко $Z_{1970}=0,341$, до $Z_{2016}=0,151$.

Смањење коефицијента ерозије Z , после извођења противерозионих радова, одразило се и на редукуцију вредности ерозионе продукције и проноса наноса, што је важан показатељ остварених повољних ефеката. Упоредњујући вредности годишње продукције ерозионог материјала и проноса наноса на сливу Лукачеве Долине, у I (1955. године) и II временском пресеку (1970. године), добија се редукација од чак 87%, ($W_{\text{god1955}}=14.327 \text{ m}^3$; $G_{\text{god1955}}=6.269,96 \text{ m}^3/\text{god}$ и $W_{\text{god1970}}=1.877,59 \text{ m}^3$; $G_{\text{god1970}}=821,69 \text{ m}^3/\text{god}$), да би у поређењу са III временским пресеком (2016. година), смањење достигло 92% ($W_{\text{god2016}}=1.203,07 \text{ m}^3$; $G_{\text{god2016}}=526,50 \text{ m}^3/\text{god}$). Поређењем вредности годишње продукције и проноса наноса у II и III временском пресеку, уочава се редукација од 36%.

На сливу Габровачке реке дошло је до смањења вредности годишње продукције и проноса наноса, поређењем вредности у I (1955. година) и II (1970. година) временском пресеку, за 47% ($W_{\text{god1955}}=16.182,63\text{m}^3$; $G_{\text{god1955}}=7.026,23 \text{ m}^3/\text{god}$ и $W_{\text{god1970}}=8.598,21 \text{ m}^3$; $G_{\text{god1970}}=3.733,20 \text{ m}^3/\text{god}$), да би се поређењем вредности у I и III временском пресеку установило смањење од 73% ($W_{\text{god2016}}=4.353,48 \text{ m}^3$; $G_{\text{god2016}}=1.892,38 \text{ m}^3/\text{god}$). Између II (1970. година) и III временског пресека (2016. година) дошло је до смањења вредности годишње ерозионе продукције и проноса наноса од 49%.

На сливу Градашничке реке долази до потпуно другачијег тренда смањења годишње ерозионе продукције и проноса наноса. Поређењем вредности у I (1955. година) и II временском пресеку (1970. година), утврђено је смањење од 23% ($W_{\text{god1955}}=25.508,14 \text{ m}^3$; $G_{\text{god1955}}=14.259,68 \text{ m}^3/\text{god}$ и $W_{\text{god1970}}=19.665,52 \text{ m}^3$; $G_{\text{god1970}}=10.779,10 \text{ m}^3/\text{god}$), а до III временског пресека (2016. година) то смањење износи 80% ($W_{\text{god2016}}=5.178,71 \text{ m}^3$; $G_{\text{god2016}}=2.838,56 \text{ m}^3/\text{god}$). Поређењем вредности између II и III временског пресека, уочено је смањење од 74%.

Промене у структури површина на истраживаним сливовима, пре свега повећање шумовитости и површина под травном вегетацијом, санација падина које гравитирају хидрографској мрежи, као и смањење уздужних падова речних и поточних корита, директно су утицали на редуцију потенцијала за формирање брзог површинског отицаја и бујичних поплавних таласа. Хидролошки ефекти изведених противерозионих радова, у функцији промене структуре површина на предметним сливовима, вредновани су кроз три референтна периода, преко вредности максималних протицаја и запремина хидрограма директног отицаја, одређених вероватноћа појава. Упоређујући максималне протицаје ($Q_{0.5\%}$) на сливу Лукачеве Долине, у I и II временском пресеку, уочава се смањење максималног протицаја за 46% ($Q_{0.5\%,1955}=54,24 \text{ m}^3$; $Q_{0.5\%,1970}=29,40 \text{ m}^3$), а поређењем вредности из I и III временског пресека утврђено је смањење од 52% ($Q_{0.5\%,2016}=25,66 \text{ m}^3$). Поређењем вредности $Q_{0.5\%}$ из II и III временског пресека уочено је смањење од 12%. Запремина хидрограма директног отицаја редукована је за 38%, поређењем вредности из I и II временског пресека ($W_{d,1955}=0,376 \cdot 10^6 \text{ m}^3$; $W_{d,1970}=0,231 \cdot 10^6 \text{ m}^3$), односно, за 42% поређењем вредности из I и III временског пресека ($W_{d,2016}=0,219 \cdot 10^6 \text{ m}^3$). Вредност запремине директног отицаја у III временском пресеку показује смањење од 5%, у односу на вредност у II временском пресеку.

Упоређујући максималне протицаје ($Q_{0.5\%}$) на сливу Габровачке реке уочени су другачији трендови: наиме, поређењем вредности из I (1955. године) и II временског пресека (1970. године) уочено је смањење максималног протицаја за око 40% ($Q_{0.5\%,1955}=62,37 \text{ m}^3$; $Q_{0.5\%,1970}=37,32 \text{ m}^3$), као и запремине хидрограма директног отицаја за око 37% ($W_{d,1955}=1,043 \cdot 10^6 \text{ m}^3$; $W_{d,1970}=0,658 \cdot 10^6 \text{ m}^3$). Поређењем вредности из II и III временског пресека уочено је повећање вредности максималног протицаја за чак 25% ($Q_{0.5\%,2016}=49,95 \text{ m}^3$), односно, запремине хидрограма директног отицаја за око 33% ($W_{d,2016}=0,874 \cdot 10^6 \text{ m}^3$), услед значајног повећања урбанизованих површина, са 7,44% од укупне површине слива (1970. године) на 18,01% (2016. године). Сагледавајући читав истраживани период,

односно, I и III временски пресек, вредности максималног протицаја су смањене за 20% и запремина хидрограма директног отицаја за 16%.

Упоредјујући вредности из I и II временског пресека на сливу Градашничке реке уочена је редукција максималног протицаја ($Q_{0.5\%}$) и запремине хидрограма директног отицаја, за око 41% ($Q_{0.5\%,1955}=132,38 \text{ m}^3$; $Q_{0.5\%,1970}=77,89 \text{ m}^3$), односно, за око 38%, ($W_{d,1955}=2,451 \cdot 10^6 \text{ m}^3$; $W_{d,1970}=1,515 \cdot 10^6 \text{ m}^3$). Упоредјујући вредности из I и III временског пресека утврђена је редукција максималног протицаја од око 47% ($Q_{0.5\%,2016}=62,10 \text{ m}^3$), односно, запремине хидрограма директног отицаја за око 48% ($W_{d,2016}=1,273 \cdot 10^6 \text{ m}^3$). Поређењем вредности из II и III временског пресека утврђено је смањење максималног протицаја од око 20%, односно, запремине хидрограма директног отицаја за око 16%. Наиме, на сливу Градашничке реке се вредности максималног протицаја смањују, као и код слива Лукачеве Долине, иако се намена земљишта (увећане пољопривредне и урбанизоване површине) мењала као код слива Габровачке реке.

Противерозионо уређење се сагледава у контексту оптималног обима радова и мера које је потребно реализовати како би се ефикасно уредио један бујични слив, односно, минимизирали деструктивни ерозиони процеси и смањила могућност појаве бујичних поплава. На истраживаним сливовима је примењен, у мањем или већем обиму, „класичан европски систем“ за уређење бујичних сливова. Предности „класичног европског система“ се огледају кроз ефекте примене противерозионих радова, док се као „недостаци“ у већем броју истраживања код нас (Костадинов, 2008; Брауновић 2013; Стефановић 2016) наводи изостанак редовног одржавања изграђених техничких објеката и неуспешност одржавања формираних састојина, најчешће монокултура црног или белог бора. На истраживаном подручју уочено је да се потреба за одржавањем техничких објеката јавља само на сливу на којем као мера уређења доминирају технички радови у кориту. Наиме, само се у сливу Габровачке реке јављају попречни објекти који су оштећени и затрпани наносом.

Са друге стране, мање површине под монокултурама показале су веома задовољавајуће резултате, како је већ објашњено у резултатима са огледних поља. Ове изоловане „површине“ на којима је вршено противерозионо пошумљавање црним бором су обезбедиле заштиту од даљег спирања тла и у потпуности спречиле ширење ерозионих процеса (пре свега, формирање нових јаруга).

У раду су анализиране и цене коштања изведених противерозионих радова. Циљ анализе цена јесте однос укупних трошкова за обављене противерозионе радове, са исказивањем вредности у два временска пресека, односно, 1960. и 2016. године. С обзиром да је временски период од 1960-2016. године релативно дугачак за анализу цена, и да је у том периоду било и промена вредности динара (шест деноминација и 23 девалвације), јасно је да се вредности динара из 60-тих година XX века и 2016. године значајно разликују, тако да су цене коштања изведених радова представљене у динарима и америчким доларима (*Табеле 4.33., 4.37. и 4.40.*).

Стављањем у однос износ трошкова текућег периода (временски пресек 2016. година) са претходним периодом (временски пресек 1960. година), исказаних у УСД по врстама радова, долази се до закључка да је највећи раст цена био код техничких, затим биотехничких и на крају биолошких радова и то са следећим индексом:

- Технички радови, чији је индекс у просеку 415,17%, за сва три подручја;
- Биотехнички радови, чији је индекс у просеку 365,69%, за сва три подручја;
- Биолошки радови, чији је индекс у просеку 170,52%, за сва три подручја.

Цене биолошких радова су имале најмањи раст, што значи да су цене већине радова из ове групе остале исте (на нивоу базне године), или је дошло до малог повећања. Посматрано за временски пресек 2016. године, сви пројектовани радови (биолошки, биотехнички и технички), за сва три сливна подручја, у односу на

базни период (временски пресек 1960. година), имају индекс 360,06%. То значи да је за исте послове у 2016. години требало издвојити 2.6 пута више средстава него 1960. године (посматрано у УСД).

Слив Лукачеве Долине је претрпео највеће промене, с обзиром да је на њему реализован највећи обим противерозионих радова, у односу на укупну површину слива. Остварена је потпуна санација деградираних површина, пре свега рестаурацијом падина кроз биотехничке радове (терасе и контурне бразде). Укупна цена свих предвиђених противерозионих радова (биолошких, биотехничких и техничких), према предмеру радова и предрачуну трошкова из техничке документације (*Табела 4.33.*), износила је 63.324.686,2 динара, што је према данашњим ценама 113.774.860,3 динара, односно, 27.885.995,17 дин/km². Међутим, од планираних радова изведено је свега 10% техничких (5.180.260,367 динара према данашњим ценама) и 80% биолошких и биотехничких објеката (49.577.805,3 динара према данашњим ценама), чија је укупна цена 54.758.065,67 динара, односно, 13.689.516,42 дин/km². Лукачева Долина је репрезентативан пример малог, планинског слива са високим степеном осетљивости на услове средине и антропогени утицај (Costin et al., 1962; Chang, 2003; Morgan, 2005; Радић, 2014), који је из стања потпуне деградације (60-их година XX века) преведен у стабилно стање (2016. године).

На сливу Габровачке реке противерозионим радовима третирана су само „жаришта“ ерозије. Недовољан обим изведених биолошких и биотехничких радова на целом сливу огледа се кроз незадовољавајуће стање у којем се данас налазе изграђени попречни објекти: делимично су засути наносом услед великог прилива ерозионог материјала са деградираних падина, а неки и оштећени. Ефекти техничких објеката су релативно мали уколико се не примењују у комбинацији са биолошким и биотехничким радовима. Укупна цена свих предвиђених радова (биолошких, биотехничких и техничких), према предмеру радова и предрачуну трошкова из техничке документације (*Табела 4.37.*), износила је 76.200.648,83

динара, што је према данашњим ценама 137.153.834,68 динара, односно, 4.156.176,81 дин/km². Међутим, од планираних радова изведено је 50% техничких (31.623.711,49 динара према данашњим ценама) и 80% биолошких и биотехничких објеката (59.125.129,36 динара према данашњим ценама), чија је укупна цена 90.748.840,85 динара, односно, 2.759.964,87 дин/km².

Приликом планирања уређења слива Градашничке реке, у обзир је узето, као и код слива Лукачеве Долине, цело сливно подручје. Пресудну улогу у уређењу овог слива имао је ниво детаљности у планирању рестаурације појединачних површина (143 локалитета), што је било веома захтевно, с обзиром да је величина слива готово 10 пута већа од Лукачеве Долине. Укупна цена свих предвиђених радова (биолошких, биотехничких и техничких), према предмеру радова и предрачуна трошкова из техничке документације (*Табела 4.40.*), износила је 148.551.842,08 динара, што је према данашњим ценама 155.199.109,41 динара, односно, 3.609.281,61 дин/km². Међутим, од планираних радова изведено је свега 5% техничких (998.896,44 динара према данашњим ценама) и 70% биолошких и биотехничких објеката (94.654.826,41 динара према данашњим ценама), чија је укупна цена 95.653.722,85 динара, односно, 2.224.505,18 дин/km². Посматрано кроз однос цене коштања радова по јединици површине, може се констатовати да је код уређења слива Градашничке реке остварен оптималан однос између обима планираних (изведених) противерозионих радова, цене коштања по јединици површине и остварених ефеката.

6. ЗАКЉУЧЦИ

Сврха израде ове дисертације јесте вредновање хидролошких и псамолошких ефеката изведених противерозионих радова на бујичним подсливовима Јужне Мораве, у циљу дефинисања смерница за израду модела примењивог и на другим бујичним подсливовима Јужне Мораве. Први корак у реализацији тог циља била је идентификација сливова на којима су изведени противерозиони радови, са јасном представом о почетном и завршном стању, како би било могуће вредновати промене статуса ерозионих процеса, продукције ерозионог материјала и проноса наноса, као и хидролошке ефекте у домену максималних протицаја одређених вероватноћа појава. Закључци су изведени кроз компарацију стања на експерименталним сливовима пре и после извођења противерозионих, рестаурационих радова, кроз три временска пресека: I (1955. године, почетно стање), II (1970. године, међустање) и III (2016. године, завршно стање). Идентификовани су сливови бујичних токова Лукачеве Долине, Габровачке и Градашничке реке, на којима су изведени противерозиони радови, углавном 60-их година XX века. Почетно стање на експерименталним сливовима је утврђено анализом референтне техничке документације, међустање анализом аерофотоснимака и доступне техничке документације, док је завршно стање утврђено на основу непосредних теренских истражних радова и анализе аерофотоснимака.

На основу обављених истраживања и приказаних резултата изведени су следећи закључци:

- Природне карактеристике бујичних сливова, у садејству са антропогеним фактором, веома су погодивале развоју ерозионих процеса и појави бујичних поплава на експерименталним сливовима, који се одликују израженим средњим нагибима терена и главног тока ($I_{sr}=21-45,8\%$; $I_s=4,27-11,51\%$), развијеном хидрографском мрежом ($G=1,0-3,9 \text{ km}^2$), значајним учешћем еродибилних стена у геолошкој грађи терена ($36,27-78,35\%$), недовољним учешћем квалитетних

шума у укупној структури површина (4,42-35,24%), као и неповољним плувиометријским режимом са појавом екстремних дневних падавина (141,5 mm, К.С. Пирот);

- Изведени противерозиони радови довели су до смањења коефицијента ерозије Z , најважнијег показатеља интензитета ерозионих процеса, према МПЕ: на сливу Лукачеве Долине, са $Z_{1955}=1,124$ на $Z_{2016}=0,238$ (из I у IV категорију ерозије); на сливу Габровачке реке, са $Z_{1955}=0,410$ на $Z_{2016}=0,153$ (из III у V категорију ерозије); на сливу Градашничке реке, са $Z_{1955}=0,465$ на $Z_{2016}=0,151$ (из III у V категорију ерозије). Годишња продукција ерозионог материјала и пронос наноса на експерименталним сливовима су вишеструко редуковани: 11,9 пута на сливу Лукачеве Долине; готово 3,71 пута на сливу Габровачке реке; 4,93 пута на сливу Градашничке реке.
- Карактеристични максимални протицаји ($Q_{max1\%}$) и одговарајуће запремине хидрограма директног отицаја су значајно редуковани, што је утврђено поређењем рачунских вредности за хидролошке услове у I (1955. година) и III (2016. година) временском пресеку. Редукција максималног протицаја ($Q_{max1\%}$) износи: на сливу Лукачеве Долине 53.6%, на сливу Габровачке реке 21.69%, на сливу Градашничке реке 57.77%. Запремине хидрограма директног отицаја ($W_{d1\%}$) су редуковане за 41.8%, на сливу Лукачеве Долине, 16.2% на сливу Габровачке реке и 48.1% на сливу Градашничке реке.
- На свим експерименталним сливовима су постигнути задовољавајући ефекти противерозионе заштите, иако планирани радови нису изведени у пуном обиму: на сливу Лукачеве Долине изведено је свега 10% техничких и 80% биолошких и биотехничких објеката; на сливу Габровачке реке изведено је 50% техничких и 80% биолошких и биотехничких објеката; на сливу Градашничке реке изведено је свега 5% техничких и 70% биолошких и биотехничких објеката.
- Изведени технички објекти омогућили су одређене повољне ефекте одмах по завршетку процеса градње (формирање заплава и задржавање наноса; смањење природног пада корита; стабилизацију обала). Ефекти биолошких и биотехничких

објеката у значајнијој мери су били видљиви већ у II временском пресеку (1970. година), а нарочито у III временском пресеку (2016. године).

- Повољни ефекти биолошких и биотехничких радова уочени су кроз побољшање структуре земљишних агрегата и повећан садржај органске материје (ОМ), у односу на околне локалитете, на којима нису извођени противерозиони радови: на сливу Лукачеве Долине то увећање износи од 2,3 до 3,66 пута (апсолутни садржај ОМ износи 1,75-2,71%); на сливу Габровачке реке увећање износи од 1,91 до 7 пута (апсолутни садржај ОМ износи 1,87-4,13%); на сливу Градашничке реке увећање износи од 1,14 до 1,77 пута (апсолутни садржај ОМ износи 5,42-9,15%).
- Противерозионе ефекте изведених биолошких и биотехничких објеката могуће је додатно појачати, посебно кроз побољшање структуре шумских површина, повећање покривности, превођење у високе састојине и уношење лишћарских врста у четинарске монокултуре. Циљ је повећање ефекта интерцепције, као и инфилтрационо-ретенционог капацитета земљишта.
- Противерозионо уређење условило је промену структуре површина на експерименталним сливовима, где су уочљиве специфичне посебности, поређењем стања из I и III временског пресека: на сливу Лукачеве Долине процентуално учешће голети је сведено са 25,6% на свега 0,73%, ораница са 36,12% на 3,42%, док је учешће површина под шумама порасло са 4,42% на 77,51%; на сливу Габровачке процентуално учешће ораница је смањено са 35,24% на 27,46%, док је повећано учешће шума са 32,58% на 42,36% и урбанизованих површина са 2,08% на 18,01%; на сливу Градашничке реке процентуално учешће голети је смањено са 10,54% на 0,72%, ораница и осталог пољопривредног земљишта са 24,19% на 3,22%, деградираних шума са 10,8% на 0%, док су шумске површине порасле са 35,24% на 53,61%.
- Највиши делови експерименталних сливова су били изложени депопулацији тако да је значајно редукован антропогени притисак на пољопривредне и шумске површине, што је утицало на смањење интензитета ерозионих процеса.

- Карактеристике експерименталних сливова, степен угрожености ерозионим процесима и примењени концепти противерозионе заштите значајно се разликују, док су истовремено остварени веома повољни хидролошки и псамолошки ефекти.
- Смернице за израду модела, примењивог и на другим бујичним подсливовима Јужне Мораве, налазе се у широкој палети биолошких и биотехничких радова, који су основ противерозионе заштите, уз прикладне административне мере. Технички радови су неопходан, комплементарни сегмент, чији су ефекти ограничени на одређене деонице хидрографске мреже.
- Ефикасна превенција деструктивних ерозионих процеса и бујичних поплава могућа је кроз концептуални модел интегралне заштите, односно, оптималан однос изведених биолошких, биотехничких и техничких радова, уз примену одговарајућих административних мера. Различитост природних и антропогено индукованих својстава бујичних подсливова Јужне Мораве условљава примену прилагођених, специфично обликованих решења.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Alcantara, A. I., (2002): Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries, *Geomorphology*, 47, 107–124.
2. Ananda, J., Herath, G. (2003): A critical review of multi-criteria decision making methods with special reference to forest management and planning, *Ecological economics* 68 (10), 2535-2548.
3. Barredo, J. I., (2007): Major flood disaster in Europe: 1950–2005, *Natural Hazards (Springer)*, 42, 125-148.
4. Belanovic, S., Perovic, V., Vidojević, D., Kostadinov, S., Knežević, M., Kadović, R., Košanin, O., (2013): Assessment of soil erosion intensity in Kolubara district, Serbia, *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol 22; No.
5. Berz, G., Kron, W., Loster, T., Rauch, E., Schimetschek, J., Schmieder, J., Siebert A., Smolka, A., Wirtz, A., (2001): World Map of Natural Hazards – A Global View of the Distribution and Intensity of Significant Exposures, Volume 23, Issue 2–3, pp 443–465.
6. Билибајкић, С., (2011): Утицај изведених техничких и биолошких радова на интензитет ерозионих процеса у сливу Трговишког Тимока, Докторска дисертација, Шумарски факултет, Београд.
7. Биро за пројектовање у шумарству (1960): „Главни пројекат за уређење бујице Габровачке реке“.
8. Biolčev, A., Kitin, B., Angelov, S., (1975): Определјане наклоне на задбараžнија насип, *Gorskostopanska nauka* 1, 64–71.
9. Blinkov, I., Kostadinov, S., (2010): Applicability of various erosion risk assessment methods for engineering purposes. BALWOIS conference, Ohrid, Macedonia.

10. Blinkov, I., Kostadinov, S., Marinov, I., (2013): Comparison of erosion and erosion control works in Macedonia, Serbia and Bulgaria, International Soil and Water Conservation Research, Vol.1, No. 3, 15- 28.
11. Bossard, M., Feranec, J., Otahel, J., (2000): CORINE land cover technical guide – Addendum 2000, Technical report No. 40, European Environment Agency, Copenhagen.
12. Брауновић, С., (2013): Ефекти противерозионих радова на стање ерозије у Грделичкој клисури и Врањској котлини, Докторска дисертација, Шумарски факултете Београд.
13. Brovn, L. R., Wolf, E. C., (1984): Soil erosion: The Quiet Crisis in the World Economy, Worldwatch Paper, No. 60, Washington, DC.
14. Burrough, A., McDonnell A., (2000): Principi geografskih informacionih sistema, Geografski fakultet Beograd.
15. Van der Knijff, J.M., Jones, R.J.A., Montanarella, L., (1999): Soil erosion risk assessment in Italy. European Soil Bureau. EUR 19022 EN, 52pp.
16. Van Oost, K., Govers, G., Desmet, P., (2000): Evaluating the effects of changes in land structure on soil erosion by water and tillage, Landscape Ecol 15, 577-589.
17. Van Rompaey, A., Verstraeten, G., Van Oost, K., Govers, G., Poesen, J., (2001): Modelling mean annual sediment yield using a distributed approach. Earth Surface Processes and Landforms 26 (11), 1221-1236. 57.
18. Велојић, М., (2002): Природни ефекти антиерозионих техничких објеката усливу реке Нишаве, Посебна издања, Задужбина Андрејевић, Београд.
19. ВО „Јужна Морава“, ООУР „Водопривреда“ – Ниш (1978): „Главни пројекат регулације Градашничке реке од ушћа у Нишаву до села Градашница од км 0+000 до км 2+800“.

20. ВО „Ерозија“ Ниш, Здружено опште водопривредно предузеће „Морава“ – Београд (1972): „Катастар бујица у сливу Нишаве“, свеске I и II, Ниш.
21. Vopravil, J., Janecsek, M., Tippl, M., (2007): Revised Soil Erodibility Faktor K in the Czech Republic, Soil and water res., 2, pp. 1-9.
22. ВП „Галовица“, Београд-Земун (2011): „Пројекат изведеног стања регулације Габровачке реке у Нишу од км 0+000 до км 1+600“.
23. Вулевић, Т., (2017): Вишекритеријумско одлучивање у функцији конзервације земљишних и водних ресурса брдско-планинских подручја централне Србије, Докторска дисертација, Шумарски факултет, Универзитет у Београду.
24. Gísladóttir, G., Stocking, M., (2005): Land Degradation and Mitigation. Land Degrad. Dev., 16: 97. doi:10.1002/ldr.668.
25. Gabasova, I. M., Suleymanov, R., (2009): Degradation and remediation of soils in the South Ural Region, Conference proceedings (ISBN 978-86-7299-160-4), International conference on land conservation – Landcon 1209, Faculty of Forestry, Belgrade, 240 pages.
26. Гавриловић, С., (1972): Инжењеринг о бујичним токовима и ерозији, часопис „Изградња“, специјално издање, Београд.
27. Garcia-Ruiz, J. M., (2010): The effects of land uses on soil erosion in Spain: A review, Catena 81 (2010), 1-11.
28. Golosov, V. N., (2009): Quantitative assesment of sediment transport from cultivated fields to the river bottoms: Overview of latest achievements, Conference abstracts (ISBN 978-86-7299-160-4), International conference on land conservation – Landcon 1209, Faculty of Forestry, Belgrade, 240 pages.
29. Gomez, B., Banbury, K., Marden, M., Trustrum, N. A., Peacock, D. H., Hoskin, P. J., (2003): Gully erosion and sediment production: Te Weraroa Stream, New Zealand. Water Resources Research, 39 (7), 1187.

30. Gordon, J. M., Bennet S. J., Alfonso C. V., Binger, R. I., (2008): Modeling long term soil losses on agricultural fields due to ephemeral gully erosion. *Journal of soil and water conservation*, 63, 173–181.
31. Grimm, M., Jones, R. J. A., Rusco, E., Montanarella, L., (2003): Soil Erosion Risk in Italy: a revised USLE approach. European Soil Bureau Research Report No.11, EUR 20677 EN, (2002), 28pp, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
32. ДВП „Ерозија“ Ниш (2012): „Главни пројекат изградње 2 депонијске прегаде на Габровачкој реци у Нишу – заштита постојеће регулације“.
33. De Roo, A. P. J., Wesseling, C. G., Ritsema, C. J., (1996): LISEM: a single event physically-based hydrologic and soil erosion model for drainage basins: I. Theory, input and output. *Hydrological Processes* 108, 1107–1117.
34. De Roo, A. P. J., Jetten, V. G., (1999): Calibrating and validating the LISEM model for two data sets from the Netherlands and South Africa, *Catena* 37, 477–493.
35. Dragičević, S., Filipović, D., Kostadinov, S., Ristić, R., Novković, I., Tivković, N., Andjelković, G., Abolmasov, B., Šećerov, V., Djurdjić, S., (2011): Natural Hazard assessment for land-use planning in Serbia, *International Journal of Environmental Research* (ISSN: 1735-6865), No. 5, Vol. 2, pg. 371-380.
36. Dregne, H. E., (1990): Erosion and soil productivity in Africa. *Journal of Soil and Water Conservation*, 45, 431–436.
37. Dudley, N., Stolton, S., (2003): World Bank/WWF Alliance for Forest Conservation and Sustainable Use.
38. Ђоровић, М., (2005): Водна и еолска ерозија земљишта. Унија биолошких научних друштава Југославије, ЈДПЗ, Подкомисија за конзервацију земљишта и вода. Београд, стр. 440.

39. Eswaran, H., Lal, R., Reich, P. F., (2001): Land degradation – an overview, Response to land degradation, Proc. 2nd, International Conference on Land degradation and Desertification, Khon Kaen, Thailand, Oxford Press, New Delhi, India.
40. Институт за шумарство, (1957): Главни пројекат уређења слива Габровачке реке“, Београд.
41. Институт „Јарослав Черни“, Београд (2002): „Студија унапређења поузданости прогнозе и упозорења о наиласку великих вода“
42. Institut „Jaroslav Černi“, (2005): Generalni projekat sa prethodnom studijom opravdanosti uređenja Južne Morave od Grdelice do sastava sa Zapadnom Moravom, Beograd.
43. Институт „Јарослав Черни“ (2008): „Пројекат хитних радова за смањење штета од ерозије и бујичних поплава у сливовима Нишаве и Власине, I фаза“, Београд.
44. Институт „Јарослав Черни“, (2009): Студија ерозионе продукције и транспорта наноса на територији Србије, Београд.
45. Институт за земљиште Београд (2008): Земљишта слива Нишаве.
46. Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд (2015): „Стратегија управљања водама на територији Републике Србије“.
47. Janeček, M., Dumbrovský, M., Dostál, T., Hůla, J., Kubátová, E., Podhrázká, J., (2007): Protection of agricultural soils from the soil erosion. VUMOP Praha.
48. Јанковић, Д., (1994): Карактеристике јаких киша за територију Србије, Грађевински календар, Београд.
49. Јевтић, Љ., (1978): Хидрологија бујичних токова, Београд, Шумарски факултет, Универзитет у Београду.
50. Јовановић, С., (1974): Параметарска хидрологија. Београд: Југословенско друштво за хидрологију.

51. Jones, R.J.A., Hiederer, R., Rusco, E., Loveland, P.J. and Montanarella, L., (2004): The map of organic carbon in topsoils in Europe, Version 1.2, September 2003: Explanation of Special Publication Ispra 2004 No.72 (S.P.I.04.72). European Soil Bureau Research Report No.17, EUR 21209 EN, 26pp. and 1 map in ISO B1 format.
52. Кадовић, Р., (1999): Противерозиони агроекосистеми, ИСБН 86-7299-046-3, Шумарски факултет, Београд.
53. Kammerbauer, J., Ardon, C., (1999): Land use dynamics and landscape change pattern in a typical watershed in the hillside region of central Honduras. *Agriculture ecosystems and environment*: 75, 93–100.
54. Kvítek, T., Novák, P., Duffková, R., Fučík, P., Lexa, M., (2004): Principles of the differentiated zones management using the permanent grassland in the water resources catchments. VUMOP Praha.
55. Kisić, I., Bašić, F., Mesić, M., Butorac, A., (2000): Estimate of Erosion Risk on Soils in the Vinodol Valley, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Vol. 65, No. 4, 199-211.
56. Kisić, I., Bašić, F., Butorac, A., Mesić, M., Othmar, N., Sabolić, M., (2005): Soil erosion under different tillage systems, Zagreb, Faculty of Agriculture.
57. Костадинов, С., (1987): Пад заплава у бујичним водотоцима Југоисточне Србије, *Ерозија*: 15, 129–133.
58. Костадинов, С., Златић, М., (1987): Ефекти изведених антиерозионих радова у бујичним сливовима, *Ерозија, стручно-информативни билтен бр. 15*, стр. 105-108, Београд.
59. Kostadinov, S., (1993): Могућост мерења и прогноза пророна наноса у бујичним токовима. *Монографија, Узроци и последице ерозије земљишта и могућности контроле ерозионих процеса*, Шумарски факултет, Београд, стр. 58-67.

60. Kostadinov, S., Mitrović, S., (1994): Effect of Forest Cover on the Stream Flows from Small Watersheds. *Journal of Soil and Water Conservation Vol/Issue 49/4*, pages 382-386; Jul-Aug.1994, Ankeny, USA.
61. Kostadinov, S., Marković, S., Zlatić, M., Stojkov, N., Milošević-Sickinger, S., (1996): Effect of Vegetative Cover on the Distribution and Intensity of Water Erosion in the Watershed, INTERPRAEVENT 1996, Garmisch-Partenkirchen, Tagungspublikation, Band. 1, Seite 225-234.
62. Kostadinov, S., (2002): Effect of Land Use on the Runoff Regime in the Small Drainage Basins; XXIst Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases on Water Management; Bucharest-Romania, Conference Abstracts, p.p.125, Full paper on CD.
63. Kostadinov, S., (2004): Soil Erosion and Sediment Transport Within Small Torrential Drainage Basins of Serbia; Poster Report Booklet „Sediment Transfer Through the Fluvial System“; IAHS Conference, Moscow, August 2-6,2004; p.p.16- 21.
64. Костадинов, С., Петковић, С., Златић, М., Драговић, Н., Тодосијевић, М., Драгичевић, С., Симчов, Т., (2006б): Студија ефеката противерозионих радова у сливу Дрине на сектору Љубовија-Бајина Башта, Шумарски факултет, Београд.
65. Костадинов, С. (2008): Бујични токови и ерозија (ИСБН: 978-86-7229-147-5). Универзитет у Београду Шумарски факултет, стр. 505.
66. Kostadinov, S., Dragović, N., Zlatić, M., Todosijević, M., (2008): Erosion control works and the intensity of soil erosion in the upper part of the river Toplica drainage basin, IOP Publishing Ltd, IOP Conference Series:: Earth and Environmental Science, Volume 4, No. 1, 1-11.
67. Koch, A., McBratney, A. B., Adams, M., Field, D. J., Hill, R., Lal, R., Abbott, L., Anders, D., Baldock, J., Barbier, E., Bird, M., Bouma, J., Chenu, C., Crawford, J., Flora, C.B., Goulding, K., Grunwald, S., Jastrow, J., Lehmann, J., Lorenz, K., Minansy, B., Morgan, C., O'Donnell, A., Parton, W., Rice, C. W., Wall, D. H., Whitehead, D.,

Young, I., Zimmermann, M., (2013): Soil security: solving the global soil crisis, *Global Policy J.*, 2013. Doi:10.1111/1758-5899.12096, 1-8 pg.

68. Kukrika, M., (2000): *Geografski informacioni sistemi*, Geografski fakultet Beograd.

69. Kuhlman, T., Reinhard, S., Gaff, A., (2010): Estimating the costs and benefits of soil conservation in Europe, *Land Use Policy*, 27 (1), 22-32.

70. Kusky, M. T., Toraman, E., Raharimahefa, T., Rasoazanamparany, Ch., (2010): Active tectonics of the Alaotra–Ankay Graben System, Madagascar: Possible extension of Somalian–African diffusive plate boundary; *Gondwana Research*, Volume 18, Issues 2–3, September 2010, Pages 274-294, Elsevier.

71. Lal, R., (1995): Erosion–crop productivity relationships for soils of Africa. *Soil Science Society of America Journal*, 59, 661–667.

72. Linsley, R. K., Kohler, M.A., Paulhus, J. L. H., (1975): *Hydrology for engineers*, New York: McGraw-Hill.

73. Lyles, L., Tatarko, J., Dickerson, J. D., (1984): Windbreak effects on soil water wheat yield, *Trans. Am. Soc. Agric. Engrs* 27 (1), 69-72.

74. Magette, W. L., Brinsfield, R. B., Palmer, R. E., Wood, J. D., (1989): Nutrient and sediment removal by vegetated filter strips, *Trans. Am. Soc. Agric. Engrs* 32 (2), 663-667.

75. Maita, H., (1993): Influence of heterogeneous sediment transport on the function of sediment control of check dam; *Sediment problems: Strategies for monitoring, prediction and control*. IAHS Publ.: 217, 277–284.

76. Malaviya, S., Munsri, M., Oinam, G., Kumar Joshi, P., (2010): Landscape approach for quantifying land use land cover change (1972-2006) and habitat diversity in a mining area in Central India (Bokaro, Jharkhand), *Environmental Monitoring and Assessment*, 170 (1-4), 215-229.

77. Milosavljević, A., (2006): Okvir za realizaciju Web zasnovanih geografskih informacionih sistema, magistarski rad Elektronski fakultet Niš.
78. Минчев, И., (2014): Развој на методологија за утврдување заштитни зони околу водна акумулација од аспект на ерозијата и транспортот на нанос, Докторска дисертација, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје, Шумарски факултет во Скопје.
79. Morgan, R., (2004): Soil Erosion and Conservation (ISBN: 978-1-4051-1781-4), Wiley-Blackwell, 316 pages.
80. McBratney, A., Field, D., Koch, A., (2014): The dimensions of soil security, *Geoderma*, 2013, 203-213.
81. Несторов, И., Протић, Д., (2006): Имплементација ЦОРИНЕ Ланд Цовер пројекта у Србији и Црној Гори, Геодетска Служба, Београд.
82. Nikolova, M., (2011): Sustainable development in mountain regions (Springer): 3–7, 63-72.
83. „Нишинвест“ д.о.о. Ниш (2009): „Главни пројекат регулације Габровачке реке у Нишу од км 0+000 до км 1+660“.
84. Notebaert, B., Vaes, B., Versraeten, G., Govers, G., (2006): WaTEM/SEDEM version 2006 manual; K.U. Leuven, Belgium.
85. Oldeman, L. R., (1992): Global extent of soil degradation, International soil reference and information centre, The Netherlands: 19–36.
86. Paquette, S., Domon, G., (2003): Changing ruralities, changing landscapes: Exploring social recomposition using a multi scale approach, *Journal of Rural Studies*, 19 (4), 425-444.
87. Panagos, P., Meusburger, K., Ballabio, C., Borrelli, P., Alewell, C., (2014): Soil erodibility in Europe: A high-resolution dataset based on LUCAS, *Science of Total Environment*, 479–480 (2014) pp. 189-200.

88. Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., Meusburger, K., Klik, A., Rousseva, S., Tadic, M.P., Michaelides, S., Hrabalíková, M., Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, M., Rymaszewicz, A., Dumitrescu, A., Beguería, S., Alewell, C., (2015): Rainfall erosivity in Europe. *Sci Total Environ.* 511 (2015), pp. 801–814. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.01.008.
89. Perović, V., Đorđević, A., Tivotić, L.J., Nikolić, N., Kadović, R., Belanović, S., (2012): Soil Erosion Modelling in the Complex terrain of Pirot Municipality. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, May 2012, Vol. 7, No. 2, 93 - 100.
90. Perovic, V., Tivotic L.J., Kadović R., Đorđević A., Jaramaz, D., Mrvić V., Todorović M., (2012a): Spatial modelling of soil erosion potential in a mountainous watershed of South-eastern Serbia, *Environmental Earth Sciences*, ISSN 1866 – 6280, DOI 10.1007/s12665-012-1720-1.
91. Перовић, В., (2015): Процена потенцијалне ерозије земљишта применом USLE и PESERA модела на подручју слива акумулације Првонек, Докторска дисертација, Шумарски факултете Београд.
92. Petz, V., (1974): *Osnove statističke metode*, Informator, Zagreb.
93. Петковић, Т., Прохаска, С., (1990): *Методe за прорачун великих вода*, Грађевински календар, Београд: 183-279.
94. Петровић, М., (2009): *Могућности примене савремених ГИС технологија за успостављање електронског система катастра непокретности*, Магистарска теза, Универзитет Београду, Факултет Организационих наука.
95. Pimente, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kruz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R., Blair, R., (1995): Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits, *Science, New Series*, Vol. 267, No. 5201, 1117-1123.

96. Pla Sentis, I., (2009): Sustainable water management under climate change, Conference proceedings (ISBN 978-86-7299-160-4), International conference on land conservation – Landcon 1209, Faculty of Forestry, Belgrade, 240 pages.
97. Plate, E. J., (2002): Flood risk and flood management, *Journal of Hydrology*, 267, 2–11.
98. Поповић, М., Костадинов, С., (1987): Карактеристике гранулометријског састава наноса у зависности од геолошке подлоге у сливу, *Шумарство* бр.3-4, стр.15-23, Београд.
99. Pottier, N., Penning, R. E., Tunstall, S., Hubert, G., (2005): Land use and flood protection: Contrasting approaches and outcomes in France and in England and Wales. *Applied Geography*: 25, 1–27.
100. Радић, З., (1991): Рационална теорија - 100 или 150 година после. *Водопривреда*, Београд, 131-132.
101. Ранковић, Н., (1996): Економика шумарства, уџбеник, Шумарски факултет, Београд,
102. Регодић, М., (2008): Даљинска детекција као метод прикупљања података о простору, *Војнотехнички гласник*, вол. 56, бр. 1, стр. 91-112.
103. Renard, K.G., Foster GR., Weesies GA., (1991): RUSLE: revised universal soil loss equation. *J Soil Water Conserv* 46(1):30-33.
104. РЗС – Књиге пописа (1948-2011): Становништво и домаћинства Србије, Републички завод за статистику СР Србије и Центар за демографска истраживања ИДН, Београд, 1984. године.
105. РЗС – Књиге пописа (2011): Демографска статистика у Републици Србији, Републички завод за статистику, Београд.
106. РЗС – Републички завод за статистику (2011): Попис становништва, домаћинства и станова 2011. године у Републици Србији.

107. Ристић, Р., (2000): Режим појаве и карактеристике великих вода на бујичним сливовима у Србији, Докторска дисертација, Шумарски факултет, Београд.
108. Ристић, Р., (2002): Режим појаве великих вода на бујичним сливовима у Србији, Шумарство (ИССН 0350-1752), бр. 1-3, стр. 1-14.
109. Ристић, Р., Мацан, Г., (2002): Истраживање процеса интерцепције у буково-јеловој састојини на планини Гоч, Гласник Шумарског факултета, бр. 86, стр. 181-188, Београд.
110. Ristić, R., Stefanović, M., (2005): Extreme discharges on torrential catchments in Serbia. u: International conference on forest impact on hydrological processes and soil erosion, Yundola, Bulgaria, proceedings, 280-286.
111. Ристић, Р., (2006): Време концентрације на бујичним сливовима у Србији, Гласник Шумарског факултета (ISSN0353-4537), бр. 93, стр. 7-21 DOI:10.2298/GSF0693007R.
112. Ристић, Р., Никић, З., (2007): Студија са претходним истраживањима за уређење и заштиту скијашког комплекса Коњарник-Јабучко равниште, Београд, Шумарски факултет.
113. Ristić, R.; Malušević, I.; Nikić, Z. (2007): Watershed protection in erosive regions through concept of "natural reservoirs", International Conference: Erosion and Torrent Control as Factor in Sustainable River Basin Management, Belgrade, Serbia.
114. Ristić R., Radić B., Vasiljević N., Nikić Z., (2011a): Land use change for flood protection – a prospective study for the restoration of the Jelašnica river watershed, Builten of the Faculty of Forestry 103: 115-130.
115. Ристић, Р., Малошевић, Д., (2011b): Хидрологија бујичних токова (ИСБН 978-86-7299-074-4, Универзитет у Београду Шумарски факултет, стр. 221

116. Ristić R., Kostadinov S., Radic, B., Trivan, G., Nikic, Z., (2012a): Torrential floods in Serbia – man made and natural hazards, In Conference Proceedings, INTERPRAEVENT, Grenoble, 771 pages.
117. Ristić, R., Kašanin-Grubin, M., Radić, B., Nikić, Z., Vasiljević, N., (2012b): Land degradation in ski resort „Stara planina“. *Environmental Management*, 49, 580-592. doi: 10.1007/s00267-012-9812-y.
118. Ristić, R., Ljujić, M., Despotović, J., Aleksić, V., Radić, B., Nikić, Z., Milčanović, V., Malušević, I., Radonjić, J., (2013): Reservoir sedimentation and hydrological effects od land use changes-case study od the experimental Dičina river watershed, *Carpathian Journal od earth and Envirovmental Sciences*, Vol. 8, No. I, 91-98.
119. Ristić, R., (2014): Redefinisanje politike prevencije bujičnih poplava u Srbiji, *Časopis za javnu politiku „Polis“*, broj 8, 23, SKGO.
120. Ристић, Р., Милчановић, В., Малушевић, И., Половина, С., (2014): Бујичне поплаве и ерозија као доминантан фактор деградације земљишта у Србији – концепт превенције и заштите, Тематски зборник, Деградација и заштита земљишта, Шумарски факултет, Универзитет у Београду, 200, 138-148.
121. Ристић, Р., Радић, Б., Радоњић, Ј., Милчановић, В., Малушевић, И., (2014): Заштита од ерозије на скијалишту „Стара планина“, *Часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије „Ерозија“*, UDK 626, ISSN 0350-6648, број 40, стр. 5-21.
122. Ritchie, J., Kemper, W., Englert, J., (1997): Narrow stiff grass hedges for erosion control, *Human Impact on Erosion and Sedimentation*, IAHS Publ. No. 245, 195-203.
123. Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Београду и Завод за геолошка и геофизичка истраживања, (1966): Основна геолошка карта и тумач, Београд.
124. РХМЗ, (2016): Републички хидрометеоролошки завод Србије, Сектор националног центра за климатске промене, Метеоролошки годишњак климатолошки подаци:

http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php

125. Секретаријат за шумарство и водопривреду НРС- Београд, Дирекција за сузбијање бујица, Одсек за пројектовање, Реонска секција за заштиту земљишта од ерозије и уређења бујица, Ниш (1955): Главни пројекат уређења бујице Лукачева Долина – слив Власине.
126. Skatula, L., (1964): *Zabudova rzek i potokow gorskich, Panstwowe wxdawnictwo rolnicze i lesne, Warszawa.*
127. Службени гласник РС, број 11/02 (2002): Водопривредна основа Републике Србије, Београд.
128. Службени гласник РС, број 88/10 (2010): Просторни план Републике Србије од 2010. до 2020. године.
129. Службени гласник РС, број 37/11 (2011): Правилник о Националној листи индикатора заштите животне средине.
130. Стефановић, Т., (2016): Ефекти противерозионих радова у сливу реке Јабланице узводно од будуће водне акумулације „Ровни“, Докторска дисертација, Шумарски факултет, Универзитет у Београду.
131. SCS, (1972): *National Engineering Handbook: Hydology (section 4), SCS&U.S. Dept. od agriculture, Washington D.C.*
132. Тодосијевић, М., (2004): Ефекти попречних објеката у бујичним токовима слива реке Дрине на сектору Лозница-Бачевци, Магистарски рад, Шумарски факултет, Београд.
133. UNEP, (1994): *Land Degradation in South Asia: Its Severity, Causes and Effects upon the People, INDP/UNEP/FAO, World Soil Resources Report 78. Rome: FAO.*
134. Управа за водопривреду НРС, Хидротехнички одељак у Нишу (1954): „Идејни пројекат регулације реке Нишаве од км 0+000 до км 27+450“.

135. Управа за шумарство НОС, (1956): Идејни пројекат уређења слив реке Нишаве – бујица звана Градашничка река, Београд.
136. Fahran, Y., Zgerat, D., Farhan, I., (2013): Spatial Estimation of Soil Erosion Risk Using RUSLE Approach, RS, and GIS Techniques: A Case Study of Kufranja Watershed, Northern Jordan, Journal of Water Resource and Protection, 2013, 5, 1247-1261 Published Online December 2013 (<http://www.scirp.org/journal/jwarp>).
137. Flanagan, D.C., Foster, G.R., Neibling, W.H., Burt, J.P., (1989): Simplified equations for filter strip design, Trans. Am. Soc. Agric. Engrs 32 (6), 2001-2007.
138. Хадивуковић, С., (1991): Статистички методи с применом у пољопривредним и биолошким истраживањима, друго проширено издање, Пољопривредни факултет институт за економику пољопривреде и социологију села, Нови Сад.
139. Hejduk, S., Kasprzak, K., (2004): Advantages and risks of grassland stands from the viewpoint of flood occurrence. Grassland Science in Europe, 9, 228–230.
140. Hogan, M., (2005): The sediment source control handbook, The California Alpine Resort Environmental Cooperative, Part III.
141. Huggins, L.F., (1982): Hydrologic modeling of small watersheds. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers/ASAE, Chapter 5 - Surface runoff, storage and routing.
142. CTSW-RT-03-049, (2003): (Caltrans erosion control new technology report), California Department of Transportation.
143. Cummings, J., (2003): Using process-oriented parameters to assess degradation. Ecological Management and Restoration: 4, 79–82.
144. Chang, M., (2003): Forest hydrology. New York: CRC Press.
145. Chanson, H., (2004): Sabo check dams mountain protection. International Journal Of River Basin Management, Vol. 2; 4, 301–307.

146. Chen, H., Cai, Q., (2006): Impact of hillslope vegetation restoration on gully erosion induced sediment yield, *Science in China: Series D Earth Sciences*, 49 (2), 176–192 pg.
147. Шумарски факултет, Београд (1997): „Студија уређења бујичних токова у горњем делу слива Јужне Мораве“.
148. Шумарски Факултет, Београд (2001): Студија водопривредне проблематике брдско-планинских подручја у Србији.
149. Шумарски факултет, Београд (2009): Генерални пројекат уређења ерозионих и бујичних подручја у Србији, шеста фаза.
150. Wang B., Zheng, F., Romkens, M.J.M., (2013): Comparasion od soil erodibility factors in USLE, Rusle2, EPIC and DG model based on a Chinese soil erodability database, *Acta Agriculturae Scandinavica Section B – Soil and Plant Science*, Vol. 63, No. 1, 67-79.
151. Wischmeier, W.H., Smith D.D., (1978): Predicting rainfall erosion losses-A guide to conservation planning, USDA-SEA, US, Gouvernmental printing office, Washington.

Биографија

Јасмина Радоњић је рођена 26.06.1986. године у Лесковцу, где је завршила основну школу и природно-математички смер гимназије „Станислав Велички Зеле“. Основне студије на Шумарском факултету у Београду уписала је 2005. године (смер за Заштиту од ерозије и уређење бујица), где је Одлуком декана Шумарског факултета именована за једног од најбољих дипломираних студената у школској 2009–2010. години. Мастер студије на Шумарском факултету уписала је 2010. године (смер за Еколошки инжењеринг у заштити водних и земљишних ресурса, модул – Заштита водних ресурса брдско – планинских подручја). Од 2011. године студент је докторских студија (студијски програм ЕИ).

Од 2010. године у радном односу у ЈВП „Србијаводе“ Београд, ВПЦ „Морава“ Ниш на месту самосталног инжењера за водне ресурсе. Одлуком Истраживачко-стручног већа Шумарског факултета, изабрана је у стручно звање истраживач-приправник, 2011. године. Стручни испит за водопривреду ерозионих подручја положила је 2012. године. Лиценцу одговорног пројектанта објеката за уређење бујица и заштиту од ерозије и мелиорација шумских и пољопривредних површина поседује од 2013. године. Лиценцу одговорног извођача радова поседује од 2016. године.

Током докторских студија, са својим професорима и колегама објавила је три научна рада, од којих је један објављен у међународном часопису са SCI листе. Учествовала је са рефератом у међународној конференцији „LANDCON 1209“, одржане 2012. године. Учествовала са рефератом у међународној конференцији „3rd WASWAC CONFERENCE“ 2016. године.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписана: **Јасмина Радоњић**

број уписа: **14/2011**

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:

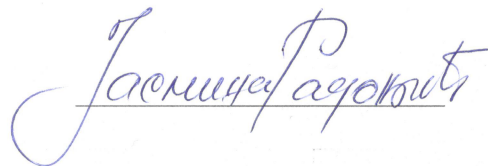
**„Хидролошки и псамолошки ефекти противерозионих радова на бујичним
подсливовима Јужне Мораве“**

- 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 кршила ауторска права и користило интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду,

30.3.2018. године

Handwritten signature of Jasmina Radonjic in blue ink.

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Јасмина Радоњић, мастер инж. шум.

Број уписа: 14/2011

Студијски програм: Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса

Наслов рада: „Хидролошки и псамолошки ефекти противерозионих радова на бујичним подсливовима Јужне Мораве“

Ментор: проф. др Ратко Ристић, редовни професор Универзитета у Београду, Шумарски Факултет

Потписана: Јасмина Радоњић

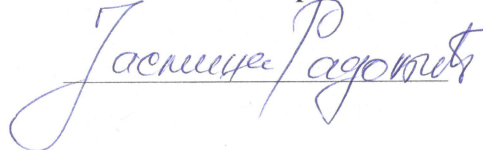
Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предала за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду.**

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду,
30.3.2018. године

Потпис докторанда

Handwritten signature of Jasmina Radonjic in blue ink, written over a horizontal line.

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом: **„Хидролошки и псамолошки ефекти противерозионих радова на бујичним подсливовима Јужне Мораве“** која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предала сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

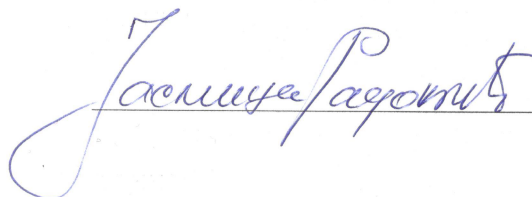
Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

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,
30.3.2018. године



1. Ауторство - Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. Ауторство – без прераде. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.