

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Милена Ј. Николић

**УТИЦАЈ ПРИРОДНИХ И
АНТРОПОГЕНИХ ФАКТОРА НА
ИНТЕНЗИТЕТ ЕРОЗИЈЕ У
СЛИВОВИМА ЈАБЛАНИЦЕ И
КУТИНСКЕ РЕКЕ**

докторска дисертација

Београд, 2019

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF GEOGRAPHY

Milena J. Nikolić

**THE INFLUENCE OF NATURAL AND
ANTROPOGENIC FACTORS ON
INTENSITY OF EROSION IN JABLANICA
AND KUTINSKA RIVER BASINS**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2019

МЕНТОР:

др Славољуб Драгићевић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Географски Факултет

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Сања Манојловић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Географски Факултет

др Марија Антић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Географски Факултет

др Миодраг Златић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Шумарски Факултет

др Мрђан Ђокић, доцент,
Универзитет у Нишу – Природно-математички Факултет

ДАТУМ ОДБРАНЕ:

УТИЦАЈ ПРИРОДНИХ И АНТРОПОГЕНИХ ФАКТОРА НА ИНТЕНЗИТЕТ ЕРОЗИЈЕ У СЛИВОВИМА ЈАБЛАНИЦЕ И КУТИНСКЕ РЕКЕ

САЖЕТАК

Предмет докторске дисертације представља комплексна анализа природних и антропогених фактора у циљу утврђивања интензитета ерозивних процеса у сливовима Јабланице и Кутинске реке, као и квантификовање утицаја свих фактора на геопросторни распоред интензитета ерозије.

Највећи интензитет механичке водне ерозије утврђен је у сливу Кутинске реке због већих нагиба рељефа, геолошке грађе и промене у начину коришћења земљишта. У периоду од израде Карте ерозије Србије (1966-1971) до данас, интензитет ерозије је смањен на простору оба слива. Ово смањење резултат је промена које су условљене антропогеним утицајем. Услед дуготрајне појаве исељавања становништва из руралних простора, а с тим у вези и промене начина коришћења пољопривредног земљишта, настале су велике промене у интензитету ерозивних процеса. Ово, заједно са природним условима који су присутни у сливовима условљава одређене промене у просторном распореду интензитета ерозије и проноса наноса.

Допринос и значај истраживања садржан је у анализи веза и односа између различитих елемената географске средине који делују један на други, и стим у вези утврђивања и формулисања законитости настанка и промена интензитета механичке водне ерозије.

Основни циљ докторске дисертације је да се изврши квантификација механичке водне ерозије у сливовима Јабланице и Кутинске реке, анализа одредишних фактора и утврде појединачне и интерактивне везе између њих, прикаже просторни распоред интензитета процеса током два одвојена периода, анализирају настале промене, дефинише ниво угрожености и правилна намена коришћења земљишта у циљу очувања земљишних ресурса и заштите животне средине. Крајњи циљ је дефинисање стратегије за контролу површина угрожених различитим категоријама ерозије, као и утврђивање предлога за оптималну намену коришћење земљишта.

Кључне речи: геолошка грађа, рељеф, педолошки покривач, клима, протицај, вегетација, антропогени утицај, суспендовани нанос, интензитет ерозије

Научна област: Географија

Ужа научна област: Физичка географија

УДК: 551.3.053..556.53(497.11)(043.3)

THE INFLUENCE OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS ON INTENSITY OF EROSION IN JABLANICA AND KUTINSKA RIVER BASINS

ABSTRACT

The subject of the doctoral dissertation is a complex analysis of the natural and anthropogenic factors in order to determine the intensity of erosive processes in the basins of Jablanica and Kutinska River, as well as the quantification of the influence of all factors on the geospatial distribution of the erosion intensity.

The highest intensity of soil erosion was recorded in the area of the Kutinska river basin due to higher inclination of relief, geological structure, changes in land cover and land use. Since erosion process have been mapped on the soil erosion map of the Republic of Serbia (1966-1971) until now, significant changes have been identified on the basins as a consequence of anthropogenic influences. The erosion intensity has been reduced in the area of both basins in the last few decades. Due to the long-term displacement of the population from rural areas, and in connection with changes in the use of agricultural land, there were major changes in the intensity of erosive processes. This, together with the natural conditions, causes certain changes in the spatial distribution of the categories of intensity of erosion and sediment transport.

The importance of the research is in the analysis of the relationships and relations between the different elements of the geographical environment, acting on one another, and stimulating the determination and formulation of the law of origin and changes in the intensity of mechanical water erosion.

The main objective of the doctoral dissertation is to quantify mechanical water erosion in the Jablanica and Kutinska River basins, perform the analysis of the major factors and determine the individual and interactive connections between them, show the spatial distribution of the intensity of the process over two separate periods, analyze the resulting changes, define the level of vulnerability and the proper land use in order to conserve land resources and protect the environment. The final aim is to define a strategy for controlling areas endangered by different categories of soil erosion, as well as defining proposals for the optimal purpose of land use.

Key words: geological structure, relief, pedological cover, climate, discharge, vegetation, anthropogenic influence, suspended sediment load, erosion intensity

Scientific field: Geography

Scientific subfield: Physical Geography

UDK: 551.3.053..556.53(497.11)(043.3)

САДРЖАЈ

1.УВОД	1
1.1.ПРЕДМЕТ, ЦИЉ, ЗАДАЦИ, ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ И.....	4
ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА	4
1.2.ЕРОЗИЈА ЗЕМЉИШТА КАО ДЕТЕРМИНАНТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ....	8
2.ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА	10
3.МЕТОДОЛОШКЕ КОНЦЕПЦИЈЕ ИСТРАЖИВАЊА МЕХАНИЧКЕ ВОДНЕ ЕРОЗИЈЕ У СВЕТУ	12
4.ПРИМЕЊЕНА МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА	17
5.ПРОСТОР ИСТРАЖИВАЊА	28
5.1.ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ СЛИВА ЈАБЛАНИЦЕ	31
6.ПРИРОДНИ УСЛОВИ У СЛИВУ ЈАБЛАНИЦЕ	33
6.1.ГЕОЛОШКИ УСЛОВИ.....	33
6.2.ПЕДОЛОШКИ УСЛОВИ.....	39
6.3.РЕЉЕФНИ УСЛОВИ.....	44
6.3.1.Хипсометријске карактеристике слива Јабланице	47
6.3.2.Нагиб рељефа.....	48
6.3.3.Експозиција рељефа	50
6.4.КЛИМАТСКИ УСЛОВИ	52
6.4.1.Падавине	52
6.4.2.Температура ваздуха	61
6.5.ХИДРОЛОШКИ УСЛОВИ	67
6.5.1.Протицај.....	69
6.5.2.Специфични отицај	81
6.6.БИОГЕОГРАФСКИ УСЛОВИ.....	82
7.АНТРОПОГЕНИ УТИЦАЈ НА ИНТЕНЗИТЕТ ЕРОЗИВНОГ ПРОЦЕСА	85
7.1.КРЕТАЊЕ УКУПНОГ БРОЈА СТАНОВНИКА И ДОМАЋИНСТАВА У НАСЕЉИМА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА ЈАБЛАНИЦЕ	86
7.2.ПРОМЕНЕ ПОПУЛАЦИОНЕ ВЕЛИЧИНЕ НАСЕЉА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА ЈАБЛАНИЦЕ ОД 1948. ДО 2011. ГОДИНЕ	90
7.3.ПРОМЕНЕ СТАРОСНЕ СТРУКТУРЕ СТАНОВНИШТВА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА ЈАБЛАНИЦЕ У ПЕРИОДУ 1961-2011.	93

7.4.КРЕТАЊЕ ПОЉОПРИВРЕДНОГ СТАНОВНИШТВА СЕОСКИХ НАСЕЉА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА ЈАБЛАНИЦЕ 1961. И 2011. ГОДИНЕ.....	94
7.5.ТИПОЛОГИЈА НАСЕЉА ПРЕМА ПОПУЛАЦИОНОЈ ДИНАМИЦИ НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА ЈАБЛАНИЦЕ 1961-2011. ГОДИНЕ	95
7.6.ПРОМЕНЕ НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА У СЛИВУ ЈАБЛАНИЦЕ	98
7.7.ТИПОЛОГИЈА ПРОМЕНЕ ПОВРШИНА ОБРАДИВОГ ЗЕМЉИШТА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА ЈАБЛАНИЦЕ 1961-2012. ГОДИНЕ	100
7.8.СПРОВЕДЕНЕ АНТИЕРОЗИВНЕ МЕРЕ КАО ФАКТОР ПРОМЕНЕ ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ У СЛИВУ ЈАБЛАНИЦЕ.....	102
8.ИНТЕРГОДИШЊА И ИНТРАГОДИШЊА ВАРИЈАБИЛНОСТ КОНЦЕНТРАЦИЈА И ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА НА РЕЦИ ЈАБЛАНИЦИ.....	105
8.1.ИНТЕРГОДИШЊА ВАРИЈАБИЛНОСТ КОНЦЕНТРАЦИЈА И ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА	105
8.2.ИНТРАГОДИШЊА ВАРИЈАБИЛНОСТ КОНЦЕНТРАЦИЈА И ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА	107
8.3.ХИСТЕРЕЗИС ПЕТЉЕ	114
8.4.ДЕТЕРМИНАЦИЈА ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА ПРЕМА УЧЕСТАЛОСТИ ЈАВЉАЊА ПРОТИЦАЈА НА РЕЦИ ЈАБЛАНИЦИ	118
8.4.1.Анализа годишње суме проноса суспендованог наноса и екстремних протицаја	123
9.СТАЊЕ ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ И ПРОНОСА НАНОСА У СЛИВУ ЈАБЛАНИЦЕ.....	127
10.ДЕТЕРМИНАЦИЈА ПРИРОДНИХ И АНТРОПОГЕНИХ ФАКТОРА ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ	133
10.1.УТИЦАЈ ПРИРОДНИХ ФАКТОРА НА ИНТЕНЗИТЕТ МЕХАНИЧКЕ ВОДНЕ ЕРОЗИЈЕ У СЛИВУ ЈАБЛАНИЦЕ	133
10.2.УТИЦАЈ АНТРОПОГЕНОГ ФАКТОРА НА ИНТЕЗИТЕТ МЕХАНИЧКЕ ВОДНЕ ЕРОЗИЈЕ У СЛИВУ ЈАБЛАНИЦЕ.....	138
11.ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ СЛИВА КУТИНСКЕ РЕКЕ	141
12.ПРИРОДНИ УСЛОВИ У СЛИВУ КУТИНСКЕ РЕКЕ.....	142

12.1.ГЕОЛОШКИ УСЛОВИ.....	142
12.2.ПЕДОЛОШКИ УСЛОВИ.....	145
12.3.РЕЉЕФНИ УСЛОВИ.....	149
12.3.1.Хипсометријске карактеристике слива Кутинске реке	151
12.3.2.Нагиб рељефа.....	152
12.3.3.Експозиција рељефа	154
12.4.КЛИМАТСКИ УСЛОВИ	156
12.4.1.Падавине	156
12.4.2.Температура ваздуха	167
12.5.ХИДРОЛОШКИ УСЛОВИ	173
12.5.1.Протицај.....	175
12.5.2.Специфични отицај.....	185
12.6.БИОГЕОГРАФСКИ УСЛОВИ.....	186
13.АНТРОПОГЕНИ УТИЦАЈ НА ИНТЕНЗИТЕТ ЕРОЗИВНОГ	
ПРОЦЕСА.....	188
13.1.КРЕТАЊЕ УКУПНОГ БРОЈА СТАНОВНИКА И ДОМАЋИНСТАВА У	
НАСЕЉИМА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА КУТИНСКЕ РЕКЕ.....	189
13.2.ПРОМЕНЕ ПОПУЛАЦИОНЕ ВЕЛИЧИНЕ НАСЕЉА НА ТЕРИТОРИЈИ	
СЛИВА КУТИНСКЕ РЕКЕ ОД 1948. ДО 2011. ГОДИНЕ.....	192
13.3.ПРОМЕНЕ СТАРОСНЕ СТРУКТУРЕ СТАНОВНИШТВА НА	
ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА КУТИНСКЕ РЕКЕ У ПЕРИОДУ 1961-2011.....	195
13.4.КРЕТАЊЕ ПОЉОПРИВРЕДНОГ СТАНОВНИШТВА СЕОСКИХ	
НАСЕЉА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА КУТИНСКЕ РЕКЕ 1961. И 2011.	
ГОДИНЕ	196
13.5.ТИПОЛОГИЈА НАСЕЉА ПРЕМА ПОПУЛАЦИОНОЈ ДИНАМИЦИ НА	
ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА КУТИНСКЕ РЕКЕ 1961-2011. ГОДИНЕ	197
13.6.ПРОМЕНЕ НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА У СЛИВУ	
КУТИНСКЕ РЕКЕ	199
13.7.ТИПОЛОГИЈА ПРОМЕНЕ ПОВРШИНА ОБРАДИВОГ ЗЕМЉИШТА НА	
ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА КУТИНСКЕ РЕКЕ 1961-2012. ГОДИНЕ	201
13.8.СПРОВЕДЕНЕ АНТИЕРОЗИВНЕ МЕРЕ КАО ФАКТОР СМАЊЕЊА	
ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ У СЛИВУ КУТИНСКЕ РЕКЕ	204
14.ИНТЕРГОДИШЊА И ИНТРАГОДИШЊА ВАРИЈАБИЛНОСТ	
КОНЦЕНТРАЦИЈА И ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА	207

14.1.ИНТЕРГОДИШЊА ВАРИЈАБИЛНОСТ КОНЦЕНТРАЦИЈА И ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА	207
14.2.ХИСТЕРЕЗИС ПЕТЉЕ	214
14.3.ДЕТЕРМИНАЦИЈА ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА ПРЕМА УЧЕСТАЛОСТИ ЈАВЉАЊА ПРОТИЦАЈА НА КУТИНСКОЈ РЕЦИ	221
14.3.1.Прогноза годишње суме проноса суспендованог наноса преко екстремних протицаја	228
15.СТАЊЕ ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ И ПРОНОСА НАНОСА У СЛИВУ КУТИНСКЕ РЕКЕ.....	230
16.ДЕТЕРМИНАЦИЈА ПРИРОДНИХ И АНТРОПОГЕНИХ ФАКТОРА ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ	236
16.1.УТИЦАЈ ПРИРОДНИХ ФАКТОРА НА ИНТЕНЗИТЕТ ВОДНЕ ЕРОЗИЈЕ У СЛИВУ КУТИНСКЕ РЕКЕ.....	236
16.2.УТИЦАЈ АНТРОПОГЕНОГ ФАКТОРА НА ИНТЕНЗИТЕТ ВОДНЕ ЕРОЗИЈЕ У СЛИВУ КУТИНСКЕ РЕКЕ.....	241
17.УПОРЕДНА АНАЛИЗА КОНЦЕНТРАЦИЈА, ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА И ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ У ИСТРАЖИВАНИМ СЛИВОВИМА	244
18.ДЕФИНИСАЊЕ СТРАТЕГИЈЕ ЗА КОНТРОЛУ ПОВРШИНА УГРОЖЕНИХ ЕРОЗИЈОМ У НАВЕДЕНИМ СЛИВОВИМА.....	249
19.ЗАКЉУЧАК.....	253
20.ЛИТЕРАТУРА.....	257
21.ПРИЛОЗИ	276
БИОГРАФИЈА АУТОРА.....	295
Изјава о ауторству.....	296
Изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада	297
Изјава о коришћењу.....	298

1.УВОД

Како би оправдала карактер научног рада, ова докторска дисертација пружиће оригиналне резултате истраживања који могу бити од користи будућим научним истраживањима у области геоморфологије, шумарства, пољопривреде, водопривреде, заштите животне средине и сл. Докторска дисертација се базира на фундаменталним и примењеним истраживањима, примени већ постојећих методологија, и откривање нових научних чињеница, појава и законитости о интензитету и просторном распореду механичке водне ерозије.

Познавање интензитета процеса механичке водне ерозије важно је због чињенице што се он може сматрати универзалним, свеобухватним, и најраспрострањенијим процесом на Земљиној површини. Већи део територије Републике Србије угрожен је процесом механичке водне ерозије различитог интензитета, а 27% је захваћено јачим категоријама ерозије (Тумач за Карту ерозије СР Србије, 1983). Овај процес представља предмет интересовања научника различитих струка и области истраживања. Стога, спроведено истраживање обухвата различите аспекте овог геоморфолошког процеса.

Механичка водна ерозија је глобални процес и заузима значајно место у савременим географским и интердисциплинарним истраживањима. Апликативни значај изучавања проблематике механичке водне ерозије и речног наноса је изузетно велики, имајући у виду чињеницу да ови проблеми задиру у све људске делатности које се одвијају на ерозионим подручјима, на падинама речних сливова, али и у приобаљу водотока. Директни утицаји ерозионих процеса угрожавају пољопривреду и шумарство на ерозионим подручјима, док се индиректни ефекти ерозије манифестују кроз проблеме транспорта и акумулације речног наноса у хидрографској мрежи па имају велики водопривредни значај. Сходно томе, проблем водне ерозије садржи у себи два основна аспекта, директни, настао у зони ерозионе продукције (on site effect) и индиректни (off site effect) створен разношењем ерозионог материјала путем хидрографске мреже. Оба аспекта морају бити истовремено анализирана, јер се једино на тај начин могу правилно сагледати рецентно стање и потенцијалне опасности од овог деградационог процеса.

Интензитет механичке водне ерозије одређен је рецентним природним условима (геолошки, педолошки, рељефни, климатски, хидролошки, биогеографски), али и утицајем и активностима човека. Процес механичке водне ерозије присутан је на знатном делу Земљине површине, али је интензитет процеса различит и зависи од карактеристика наведених фактора који на одређеном простору делују. На основу тога, као важно питање намеће се потреба детерминисања и квантификовања одредишних фактора, али и модификатора овог процеса. Осим чињенице да су природни услови важна детерминанта интензитета ерозије земљишта, овај геоморфолошки процес има демографски, социо-економски, еколошки, али и мултидисциплинарни аспект, што га чини комплексним за правилно детерминисање фактора и квантификовање интензитета и последица његових деловања.

Спроведеним истраживањима током израде докторске дисертације извршена је комплексна анализа природних и антропогених фактора у циљу утврђивања интензитета ерозивних процеса у сливовима Јабланице и Кутинске реке, али и квантификовање утицаја ових фактора на геопросторни распоред интензитета ерозије. Резултати спроведеног истраживања су омогућили квантификовање промена интензитета механичке водне ерозије у изабраним сливовима (Јабланице и Кутинске реке), детерминисање и квантификовање одредишних фактора, а то је реализовано упоређењем њеног интензитета и просторног распореда ерозије на основу претходно урађене Карте ерозије СР Србије (1966-1971) и резултата најновијих истраживања добијених савременим картирањем интензитета овог процеса.

Многе студије показују да интензивне падавине (Shen et al., 2016; Kostadinov et al., 2017; Stefanidis et al., 2017), топографија (Mitasova et al., 1996), тип вегетације (Panagos, Borrelli, Meusbürger, 2015; Kostadinov, Mitrović, 1994; Živković et al., 2015), начин коришћења земљишта (Bakker et al., 2005; Zlatić et al., 2008; Lopez-Vicente et al., 2013; Khaledian et al., 2017; Ozsahin, Duru, Euroglu, 2018) и противерозивни радови (Kostadinov et al., 2014) представљају главне факторе који утичу на интензитет ерозије, пронос наноса и просторни распоред одређених категорија ерозије на неком простору (Kostadinov et al., 2018).

Од периода израде Карте ерозије Републике Србије (1966-1971), климатске, али и демографске и социо-економске промене у наредних 45 година су узроковале јасне измене и у интензитету механичке водне ерозије. Стање ерозије током израде Карте ерозије представљало је њен максимални интензитет који данас служи за јасно дефинисање потенцијала ерозије, односно издвајање ерозионих подручја. Од тог периода, као резултат активне борбе против ерозије, али и демографских и социо-економских промена (намене коришћења земљишта) настаје константно смањење интензитета овог геоморфолошког процеса. Промена у начину коришћења земљишта условила је и промену интензитета ерозивних процеса, те је на тај начин човек несвесно и посредно, условио смањење губитка земљишта и промене његовог просторног распореда и интензитета. Због тога, од изузетне важности било је утврђивање рецентног стања ерозионих процеса, утврђивање очекиване промене интензитета процеса, сагледавање последица и предлози будућих активности.

1.1. ПРЕДМЕТ, ЦИЉ, ЗАДАЦИ, ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ И ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА

Због разноврсности облика рељефа и површине коју захвата, процес механичке водне ерозије се може уврстити у доминантне геоморфолошке процесе на територији наше земље. Познавање динамике процеса механичке водне ерозије важно је због чињенице што се може сматрати универзалним, свеобухватним, најраспрострањенијим и непрестаним процесом на читавој територији Србије. Због наведених карактеристика јасно је зашто овај процес представља предмет интересовања научника различитих струка и области истраживања. Применљивост истраживања везаних за процес ерозије земљишта захтева интердисциплинарни рад, односно сарадњу између природних, друштвених, техничких и економских наука.

Механичка водна ерозија као глобални процес заузима значајно место и у савременим географским и интердисциплинарним истраживањима. Практични значај изучавања проблематике водне ерозије и речног наноса је изузетно велики, имајући у виду чињеницу да ови проблеми задиру у све људске делатности које се одвијају на ерозионим подручјима, на падинама речних сливова, али и у приобаљу водотока. Директни утицаји ерозионих процеса угрожавају земљишне и шумске ресурсе на ерозионим подручјима, док се индиректни ефекти ерозије манифестују кроз проблеме транспорта и акумулације речног наноса у хидрографској мрежи и имају велики водoprивредни значај.

Ерозија је један од видова деградације земљишта које се сматра необновљивим ресурсом (Zlatic, Vukelić, 2002; Костадинов, Борисављевић, 2012). Ерозиони процеси у сваком сливу су условљени природним условима (нагиб терена, геолошка подлога, режим падавина и отицаја), али значајан утицај на њихов развој има људски фактор (на пример, начин коришћења земљишта) (Kostadinov et al., 1992). Ерозија земљишта са својим последицама, као што су губитак земљишта, поремећај режима отицања, бујичне поплаве, засипање акумулација наносом, проузрокује штетне еколошке on-site“ и „off-site“ ефекте (Kostadinov et al., 1997). Годишња продукција ерозионог наноса у Србији је четири пута већа од нормалне геолошке ерозије (Kostadinov, 2007). Неодговарајуће коришћење земљишта утиче на развој ерозионих процеса услед

чега долази до деградације, смањења инфилтрационо–ретенционог капацитета, односно, повећавају се непропусне и слабо пропусне на рачун пропусних површина. На тај начин се стварају услови за чешћу појаву бујичних поплава и депоновање вученог наноса на низводним секторима. Деградиција животне средине ствара економско-социјалне проблеме у оквиру локалних заједница коју често прати и депопулација (Ristić i dr., 2011). Различите категорије ерозије земљишта су присутне на око 86,4% територије Србије, а 70,61% на површинама са нагибом већим од 5% (Ristić i dr., 2012).

Предмет докторске дисертације представља комплексна анализа природних и антропогених фактора у циљу утврђивања интензитета ерозивних процеса у сливовима Јабланице и Кутинске реке, али и квантификовање утицаја свих фактора на геопросторни распоред интензитета ерозије. Резултати истраживања су омогућили квантификовање промена интензитета механичке водне ерозије у изабраним сливовима (Јабланица и Кутинска река), детерминисање и квантификовање одредишних фактора. На основу тога извршено је упоређење њеног интензитета и просторног распореда ерозије на основу претходно урађене карте ерозије Србије (1966-1971) и резултата најновијих истраживања добијених савременим картирањем интензитета процеса. На основу добијених резултата омогућено је приказивање просторног распореда интензитета ерозије, што је од изузетне важности за правилну намену коришћења земљишта. Добијени резултати су проверени анализама проноса суспендованог наноса током вишегодишњег периода (на основу података добијених од РХМЗ-а), али и током хидролошке 2016. године током које су извршена картирања ерозије на терену. За реку Јабланицу, од 1985. године не постоје подаци о концентрацијама суспендованог наноса, тако да је овим истраживањем обновљено утврђивање псамолошких карактеристика овог водотока. Кутинска река спада у псамолошки неизучене водотоке, тако да ће подаци о концентрацијама суспендованог наноса имати велики водопривредни значај.

У корелацији са предметом истраживања, издвојени су основни циљ и задаци ове докторске дисертације. Основни циљ докторске дисертације је да се изврши квантификација механичке водне ерозије у сливовима Јабланице и Кутинске реке, изврши анализа одредишних фактора и утврде појединачне и

интерактивне везе између њих, прикаже просторни распоред интензитета процеса током два одвојена периода (период израде Карте ерозије 1966-1971. године и рецентно стање), анализирају настале промене, дефинише ниво угрожености и правилна намена коришћења земљишта у циљу очувања земљишних ресурса и заштите животне средине. Крајњи циљ је дефинисање стратегије за контролу површина угрожених различитим категоријама водне ерозије, као и утврђивање предлога за оптималну намену коришћење земљишта.

Као значајни задаци истраживања, који произилазе из предмета и циљева докторске дисертације, издвајају се:

- Анализа одређених фактора интензитета механичке водне ерозије: природни услови (услови подлоге, рељефни, климатски, хидролошки, биогеографски услови) и антропогени утицаји (намена коришћења земљишта, демографске и социо-економске карактеристике проучаваног простора) у изабраним сливовима;
- Формирање GIS базе података (прикупљање свих података од значаја за механичку водну ерозију и њихова систематизација, анализа и визуелизација);
- Обрада климатолошких, хидролошких и псамолошких података добијених од Републичког хидрометеоролошког завода Србије и података добијених мониторингом током последње хидролошке године. У циљу квантификације интензитета механичке водне ерозије извршено је израчунавање дневних концентрација суспендованог наноса на изабраним хидролошким профилима (псамолошка анализа), дефинисање односа концентрације суспендованог наноса и протицаја, израчунавање проноса суспендованог наноса у изабраним сливовима током вишегодишњег периода и последње хидролошке године, биланс наноса;
- Картирање просторног распореда категорија ерозије и одређивање њеног интензитета у изабраним сливовима;
- Просторно-временска анализа интензитета механичке водне ерозије са аспекта ексцесивности процеса (утврђивање варијабилности интензитета процеса у простору и времену);

- Анализа утицаја демографских и социо-економских карактеристика на промену интензитета ерозије у изабраним сливовима добијена је сакупљањем, обрадом и анализом статистичких података везаних за демографска и социо-економска обележја насеља у периоду 1961-2011.
- Детерминисање утицаја географских фактора на процес механичке водне ерозије ерозије, дефинисање доминантних географских фактора, квантификавање и утврђивање квалитативног и квантитативног дејства сваког фактора на интензитет водне ерозије, али и њиховог интерактивног утицаја;
- Утврђивање еколошког аспекта кроз сагледавање утицаја водне ерозије на квалитет животне средине (лоцирање најугроженијих зона као и утврђивање потенцијалних зона угрожености природне средине ерозивним процесима);
- Анализа спроведених антиерозивних мера и њихов утицај на рецентно стање интензитета ерозивних процеса;
- Моделовање интензитета ерозије у зависности од различитих географских фактора (промене количине и интензитета падавина, хидролошких и псамолошких карактеристика водотока, антропопресије, намене коришћења земљишта).

Главна хипотеза од које се кренуло у овом истраживању је постојање просторне и временске променљивости интензитета механичке водне ерозије услед деловања великог броја природних и антропогених појава и процеса, али и активација ексцесивности процеса са појавом екстремних климатско-хидролошких појава у сливу. Интензитет механичке водне ерозије зависи од великог броја фактора који се могу поделити на оне који су условљени природним појавама и процесима и оне који су директно или индиректно детерминисани антропогеним утицајима. Од природних фактора, најзначајнији су услови подлоге, рељефни, климатски, хидролошки и биогеографски услови.

Антропогени утицај на промену интензитета ерозије се огледа у промени броја становника, густине насељености, економској структури становништва, начину коришћења земљишта и примени антиерозивних мера. Услед дуготрајне појаве иселавања из руралних подручја, а с тим у вези и промене начина коришћења пољопривредног земљишта, настају и велике промене у интензитету

ерозивних процеса. Други значајан антропогени утицај је примена антиерозивних мера, пре свега биотехничких, на заштиту земљишта од ерозије. Стога, друга хипотеза дисертације је да природни услови и антропогени утицаји детерминишу настанак механичке водне ерозије, њен просторни распоред, интензитет и последице, те да постоји веза између природних услова, трендова демографских и социо-економског развоја, начина коришћења земљишних ресурса и интензитета, али и ексцесивности интензитета ерозије.

1.2. ЕРОЗИЈА ЗЕМЉИШТА КАО ДЕТЕРМИНАНТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Ерозија земљишта је један од видова деградације земљишта, за које се сматра да припада необновљивим или споро обновљивим ресурсима (Костадинов, Борисављевић, 2012). То је природни геоморфолошки процес који се дешава континуирано свуда на Земљиној површини и један је од значајних форми деградације земљишта углавном под утицајем промене намене земљишта (Тошић, Драгићевић, 2012; Златић, Тодосијевић, Костадинов, 2012).

На територији Европе, површине угрожене механичком водном ерозијом захватају 16 % укупне површине континента, односно 105 милиона хектара (ЕЕА, 2012). Губици земљишта изазвани процесом ерозије представљају велики проблем и заступљени су на читавој територији Републике Србије (Ристић, Малошевић, 2011). Са аспекта просторне и временске компоненте, ерозија земљишта представља веома сложен и динамичан геоморфолошки процес. Ерозивни процеси узроковани антропогеним утицајем везани су за области где је човек знатно изменио природну средину услед интензивне пољопривредне производње, рударства, грађевинарства, експлоатације шума за добијање површина које су коришћене и у друге намене (Перовић В., 2015). На тај начин деловањем ерозионих процеса јавља се продукција велике количина наноса који доспева у речне токове и претвара их у бујице које изазивају огромне штете у пољопривреди, водопривреди и енергетици (Костадинов С., 2008). Избор и планирање одговарајућих антиерозивних мера и начина коришћења земљишта у сливу представља први корак у контроли интензитета ерозије. Данас постоји велики број модела који се користе за процену ризика од ерозије земљишта, а могу се класификовати на више

начина. Основна подела је на физичке, аналогне и дигиталне моделе у зависности од начина на који се прикупљају, обрађују и приказују подаци. За картирање ерозије земљишта на простору Републике Србије се користи “Метод потенцијала ерозије”. Овај метод израђен је на основу дугогодишњих проучавања ерозије земљишта у сливовима Јужне и Западне Мораве, Ибра, Тимока и Вардара, под руководством С. Гавриловића (1970, 1972). Метод показује висок степен поузданости и користи се као стандардни метод за картирање интензитета ерозије за потребе решавања различитих водопривредних проблема (прорачуни засипања речних токова, акумулација). Применом овог метода извршено је картирање територије Републике Србије, као и делови бивших република у саставу СФР Југославије (Гавриловић З., 2001; Тошић et al., 2012).

2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

Изабрани сливови у оквиру ове докторске дисертације до сада су били предмет малог броја истраживања. Најчешће су се базирала једном од компоненти физичко-географског комплекса, али ниједно од истраживања није обрађивало проблематику детерминисања просторног распореда интензитета механичке водне ерозије.

Проучавањем интензитета ерозије и утицаја географских фактора на територији слива Кутинске реке, као субслива Нишаве, бавила се Мустафић С. (2013) у оквиру своје докторске дисертације: Географски фактори као детерминанте интензитета ерозије на примеру слива Нишаве. У свом раду, дала је комплексну анализу природних услова и антропогених утицаја у истраживаном простору у функцији постављених циљева истраживања, као и анализу интензитета ерозивних процеса. Драгићевић С. (1997) у свом дипломском раду „Пренос силта Јабланицом и Ветерницом“ обрадио је физичко-географске карактеристике као и пренос наноса у сливу Јабланице на основу података о суспендованом наносу за период 1966-1985. Perović V. et al., (2013) су у раду дали процену коефицијента ерозије и просторни распоред одређених категорија за територију слива Нишаве, користећи USLE метод.

Природне и друштвене карактеристике дела слива Јабланице обрадио је Васовић М. (1998) у монографији „Горња Јабланица - географска својства“. Васовић даје приказ физичко-географских карактеристика, али се детаљније бави карактеристикама насеља на простору горњег тока Јабланице

Хидролошке одлике слива Кутинске реке, као интегралног дела слива Нишаве, обрађивао је Ђокић М. (2015) у оквиру докторске дисертације „Нишава - потамолошка студија“, као и Младеновић Т. (1969) у магистарском раду „Слив реке Нишаве – Прилог потамолошком проучавању“. И поред великог броја научних радова који обрађују хидролошке карактеристике слива Нишаве (Мустафић С., 2012; Митић Д., 2006; Живковић Н., 1994), слив Кутинске реке, као засебна целина, није готово уопште истраживан. О хидролошким одликама слива Јабланице писао је Илић Р. (1977) у раду „Извори Горње Јабланице“. Исти аутор је овај слив обрадио и у књизи „Јабланица, Ветерница и Пуста река - Хидролошке

особине и водопривредни значај“. Ракићевић Т. (1972) у раду „Јабланица-највећа сушица у Србији“ детаљно обрађује хидролошке одлике реке Јабланице, али за период до 1970-те године. Новији радови на тему хидролошких одлика представљају статистичку обраду података о протицајима (Гоцић, Мартић Бурсаћ, Радивојевић, 2016.).

Климатске карактеристике сливова су обрађиване у оквиру више научних истраживања: Мартић Бурсаћ и др. (2011), Ђокић М. (2010., 2015.), Živković et al., 2015; Живковић, Анђелковић 2004., Мустафић С. (2012). Ови и други аутори бавили су се статистичким анализама података са метеоролошких, климатских и падавинских станица које се налазе на територији истраживаних сливова или у њиховој непосредној близини.

Демографске карактеристике слива Кутинске реке обрађене су од стране Мартиновић М. (2009) у оквиру докторске дисертације „Антропогеографска и савремена географска истраживања насеља Запања“, чији највећи део припада сливу Кутинске реке. Остали радови који обрађују насеобинске и демографске карактеристике простора овог слива обрађивани су од стране следећих аутора (Мартиновић М., 2012.; Мартиновић, Матијевић, 2006; Антић М., 2016). Демографске и насеобинске карактеристике у оквиру слива Јабланице обрађује Васовић М. (1998) у монографији „Горња Јабланица - географска својства“. Овај аутор у монографији даје приказе насеља на територији дела слива, као и основне демографске карактеристике.

Седамдесетих година 20. века вршени су обимни противерозивни радови у сливу Кутинске реке који су наведени у Катастру бујица за слив Нишаве, свеске 1 и 2 који су извршени од стране Водопривредне организације „Ерозија“ из Ниша (1972. год). У овој свесци наведени су пописи бујичних токова у сливу Кутинске реке као и подаци о положају водотока, геолошкој подлози, биљном покривачу, опису ерозивних процеса, површина под ерозивним процесом и начина коришћења земљишта, максималне воде, годишњи пронос наноса, процена штете на годишњем нивоу коју је бујични водоток нанео (изражену у динарима), подаци о изведеним и пројектованим антиерозивним радовима у сливу, реализованим пројектима и врсти биолошких и техничких радова, као и трошкова за све изведене радове и активности.

3.МЕТОДОЛОШКЕ КОНЦЕПЦИЈЕ ИСТРАЖИВАЊА МЕХАНИЧКЕ ВОДНЕ ЕРОЗИЈЕ У СВЕТУ

Применом одговарајућих и поузданих метода добијају се тачни подаци који се даље примењују у истраживању. Проучавање ерозивних процеса базирано је на примени различитих методологија. Методе и модели који се примењују имају одређена ограничења. Из тог разлога развио се велики број модела који се базира на тачности улазних параметара.

Класификација метода је различита у зависности од критеријума који се за њу користи. Ерозијом земљишта баве се стручњаци различитих профила и сваки од њих указује преко предмета и циљева свог истраживања на сложеност овог процеса. Из тог разлога, у научној литератури, постоји велики број метода и модела који се примењују у циљу истраживања механичке водне ерозије на одређеном простору. Како би се на адекватан начин спровело неко истраживање неопходно је да се сагледа већи број постојећих метода, њихове добре стране и недостаци да би се коначно одабрала методологија која ће дати најпоузданије резултате.

Приликом одабира најпогодније методологије треба имати у виду да она мора на адекватан начин да одговори на постављене циљеве и задатке датог истраживања. С тим у вези, изабрани су за приказ методолошки поступци и модели у светским оквирима који су најшире примењиви и најједноставнији за коришћење на основу улазних параметара које обрађујемо. Међутим, још увек није развијен јединствен ерозиони модел који би се могао применити на нивоу било ког слива, а да при томе даје прихватљиве излазне резултате. Потешкоће у дефинисању једног свеобухватног ерозионог модела произилазе из сложености природе ерозионог процеса, његове просторне хетерогености, али најчешће и недостатка адекватних мерења у циљу добијања релевантних улазних података који се користе у ерозионим моделима (Костадинов С., 1985; Mitasova et al., 1996; de Vente et al., 2005, 2006; Тошић R., 2006, 2007, 2008; Тошић et al., 2011; Драгићевић С., 2002, 2007, Драгићевић и др., 2007, 2009). Улазни подаци су основа ерозионих модела и зато је развој и коришћење доступних модела нераскидиво повезан са реално расположивим подацима (Тошић, Драгићевић, 2012).

Емпиријске математичке методе се највише користе за истраживање ерозионог процеса. Најчешће се користе за истраживање постојеће, очекиване и прогнозиране вредности интезитета ерозије. Недостатак или недовољна тачност података су главни проблеми при коришћењу емпиријских метода. Зато се у таквим случајевима коришћење појединих емпиријских једначина ограничено.

Могу се поделити на оне које се користе на глобалном нивоу и оне са регионалним распрострањењем. У овом поглављу, дат је кратак приказ најпознатијих метода, као и њихова досадашња примена на територији Србије.

USLE (Universal Soil Loss Equation) метод развијен је од стране научника из САД-а у оквиру Националног информационог центра за отицање и губитак земљишта. Најчешће примељиван модел за прорачун ерозије земљишта представља једначина USLE метода, развијена од стране Wischmeier-а и Smith-а. Формула је настала као резултат анализе мерења са 49 локација широм САД-а и преко 11000 парцела. Wischmeier V. је формулу дао 1958. год. али је током следећих двадесет година допуњавао и коначно објавио са својим истраживањима 1978. године (Wischmeier V., Smith, 1978). Овај метод се и данас доста користи као средство у конзервацији земљишта у сврху просторног планирања. Једначина којом се може представити ова метода је:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (1)$$

где је А - процењени просечан губитак земљишта у t/km²/год.; R - фактор падавина; K - фактор еродибилности земљишта; LS - фактор дужине пада и нагиба падине (израчунава се преко DEM-а); C - фактор коришћења земљишта; P - фактор противерозивних мера и радова.

Предности ове методе су употреба без географских и климатских ограничења као и да пружа могућност праћења генезе наноса. Ова метода је широко примењена у свету и користи се приликом утврђивања адекватних мера заштите простора, антиерозивног планирања и уређења. Недостатак методе огледа се у немогућности примене у условима наглог губитка земљишта, на пример бујичног поплавног таласа и екстремних краткотрајних падавина (Костадинов С., 2008), такође, даје потенцијалне количине наноса које се губе током ерозије а не и шта се даље дешава са еродованом материјалом (дужина транспорта и место таложења) и није погодан за примену код великих сливова. На

простору Србије први пут је примењен у модификованој верзији на примеру дела Понишавља (Perović et al., 2012) и слива Нишаве (Perović et al., 2013). Могућност примене USLE у ГИС окружењу (Тошић et al., 2012) је главни разлог за његову широку примену.

RUSLE метод (the Revised Universal Soil Loss Equation) развијен је од стране научника из САД-а како би се обезбедило више информација и како би модел имао употребу и у другим областима, осим пољопривреде. Представља модификовану варијанту USLE метода. Модификација појединих фактора изражена је кроз оптималније коришћење базе података. Користи се у областима са интензивним антропогеним утицајем као што су рударски копови, санитарне депоније, грађевинско земљиште (Renard et. al., 1997). Измене у односу на USLE метод односе се на ревизију кишног фактора (R), уважавање сезонског фактора варијабилности фактора еродибилности земљишта (K), модификовање фактора дужине падине (L) и фактора нагиба (S) на начин да се узима у обзир подложност земљишта на линијску ерозију (Renard et. al., 1991). Развојем технологије разрађене су верзије RUSLE модела RUSLE 1.06 и RUSLE 2. Ове верзије су дијзаниране у новијим Windows окружењима и да корисницима обезбеде бољу визуелизацију података (Мустафић С., 2013). Овај метод примењиван је у Босни и Херцеговини (Тошић et al., 2013), Грчкој (Efthimion et al., 2016) и Македонији (Nikolova E., 2016).

PESERA је новији ерозиони модел који је развијен у циљу детерминисања ерозивног ризика на територији Европе, са просторном јединицом у резолуцији 1 km². Овај модел се користи за анализу ерозивних процеса на регионалном нивоу, као новелација постојећих ерозионих модела. Успешно је тестиран на европском простору (Kirkby et al. 2008), али је на територији Србије приказао ниже резултате ерозије земљишта (Перовић В., 2015). Осим у Србији, у регионалним истраживањима је примењен на територији Грчке (Tsara et al. 2005). Прорачун губитка земљишта се изражава у t/ha/year, а врши се по формули (Kirkby et al. 2008):

$$E = K \Delta \Omega$$

Где је K еродибилност добијена на основу коришћења земљишта и његовим параметрима, Δ је топографски потенцијал који се генерише према дигиталном моделу терена и Ω ерозиони потенцијал (www.isric.org).

CORINE erosion risk maps спада у групу полуквантитативних метода који разматрају глобални карактер за процену потенцијалног и стварног ризика од ерозије земљишта у области Медитерана. Модел је предложила Европска Агенција за заштиту животне средине. Овај модел користи следеће факторе: еродибилност земљишта, падавине, топографију и вегетациони покривач (ЕЕА 1992). Предност овог метода је једноставност, а недостатак је велика генерализација података тако да се не осликава стварно стање ерозије на локалном нивоу. Као таква може имати само општи карактер и не може да се користи за решавање инжињерских проблема (Блинков, Костадинов, 2010).

МЕТОДА РАДИОНУКЛИДА. У последњих неколико деценија вршила су се истраживања заснована на коришћењу радионуклида у мерењима интензитета ерозије и акумулације материјала. Метод је развио Walling 80-их година 20. века дајући географску и еколошку конотацију поступку и интерпретацији резултата (Мустафић С., 2013). Овај метод захтева и теренски и лабораторијски рад. Прво је неопходно да се изабере локација за узимање узорка земљишта. Лабораторијски поступци заснивају се на утврђивању појединих радионуклида (Cs^{137} , Pb^{211} , Be^7 , Ra^{226} и др.) применом спектрометрије. Cs^{137} је радионуклид који је настао активношћу човека, нарочито тестирањем термонуклеарног оружја 1950-их и раних 1960-их година 20. века. Овај радионуклид је након ослобађања доспевао у стратосферу и био ношен широм Земљине кугле. Последњих педесетак година техника Cs^{137} се користи за процену ерозивних и акумулативних процеса у речним системима (Walling, Wilkinson, Horowitz, 2011, Walling, He, 1993, 1997, Terry et al., 2002). Walling (2002) је идентификовао велики број локација широм света на којима се ^{137}Cs користио за испитивање ерозије земљишта. Једна од основних претпоставки приликом примене ^{137}Cs за испитивање процеса ерозије и акумулације земљишта јесте да се ^{137}Cs јако и брзо везује за fine честице земљишта, услед чега се под утицајем физичких процеса креће заједно са честицама земљишта за које је везан (Петровић Ј., 2017). Предност методе заснива се на чињеници да праћењем радиоактивног полураспада појединих елемената у земљишту омогућава да се прати интензитет ерозије и акумулације. Ова метода се доста користи у Европи али и у Србији последњих десетак година (Nenadovic et al., 2010; Тошић et al., 2012; Петровић Ј., 2017; Petrović et al., 2013, 2016a, 2016b).

Могуће је да се истовремено мере два или више радионуклида у земљишту али је у пракси чешће да се резултати добију мерењем само једног. Приликом употребе овог метода неопходно је пажљиво руковање земљиштем како не би дошло до контаминације узорака изван узорковане области (Schuller et al., 2004; He, Walling, 2003). Модел *MODERN* је развијен за конвертовање површинске активности радионуклида у интензитет ерозије земљишта (t/ha/god), и применљив је и за обрађивана и необрађивана земљишта. Главна предност овог модела је да се њиме тачно опише тачно одређена вертикална дистрибуција било ког радионуклида у земљишту, независно од облика функције његове дистрибуције по дубини профила. Применом модела израчунава се дебљина еродованог или акумулираног слоја (cm) на основу упоређивања укупне површинске активности радионуклида добијене на локацијама узроковања и референтног профила земљишта где тачка пресека дуж профила земљишта представља решење модела (Петровић Ј., 2017).

За проучавање интензитета механичке водне ерозије користе се многобројне методе и модели. Неке од њих су: **SLEMSA** (The Soil Loss Estimation Model for Southern Africa) модел (Mutowo G., Chikodzi D., 2013), Soil and Water Assessment Tool (**SWAT**) (<http://swat.tamu.edu>), **SEMMED** Soil Erosion Model for Mediterranean areas модел (De Jong S.M. et al., 1999), **WEPP** (Water Erosion Prediction Project) модел (Laflen et al., 1991, 1997; Flanagan et al., 1995), **EUROSEM** (European Soil Erosion Model) модел, **MESALES** (Modèle d'Evaluation Spatiale de l'ALéa Erosion des Sols - Regional Modelling of Soil Erosion Risk) (Le Bissonnais et al., 2002), које се користе у светским оквирима, али још увек нису примењени у нашој земљи или државама у окружењу тако да из тог разлога нису детаљно објашњавани.

4. ПРИМЕЊЕНА МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

Због великог броја фактора који утичу на интензитет механичке водне ерозије све њих је неопходно узети у разматрање како би се тачно утврдило који од њих колико утиче на дати процес и у којој мери. Лазаревић Р. (2004) указује да је веома тешко диференцирати бројне факторе, а затим „мултиплицирати све те факторе у свим могућим комбинацијама“. Диференцијација фактора и одређивање његовог самосталног и интерактивног утицаја на промене интензитета ерозије није могуће утврдити коришћењем само једне методе. То је и главни разлог да се проучавање процеса механичке водне ерозије заснова на вишефазном нивоу (Мустафић С., 2013).

Последњих неколико деценија развијен је велики број различитих ерозионих модела са различитом просторном и временском основом која представља њихову концептуалну базу, а све у циљу бољег разумевања законитости ерозионог процеса и транспорта наноса. Акцент већине истраживања био је на унапређењу три главне групе модела: емпиријских, концептуалних, али и модела базираних на физичким законитостима. Међутим, још увек није развијен јединствен ерозиони модел који би се могао применити на нивоу било ког слива, а да при томе даје прихватљиве излазне резултате (Тошић, Драгићевић, 2012). Потешкоће у дефинисању једног свеобухватног ерозионог модела произилазе из сложености природе ерозионог процеса, његове просторне хетерогености, али најчешће и недостатка адекватних мерења у циљу добијања релевантних улазних података који се користе у ерозионим моделима (Костадинов, 1985; Mitasova et al., 1996; de Vente et al., 2005, 2006; Тошић, 2006, 2007, 2008; Тошић и др., 2011; Драгићевић, 2002, 2007, Драгићевић и др., 2007а, 2009).

За потребе израде докторске дисертације коришћене су технике за ограничавање простора истраживања, а затим и за анализу природних услова у истраживаним сливовима. У циљу утврђивања интензитета механичке водне ерозије у сливовима Јабланице и Кутинске реке и проноса наноса, неопходно је било да се приступи статистичкој обради података.

Истраживани сливови су ограничени дигитализацијом у GIS софтверу, програму QGIS. Овај програм не служи само као визуелно средство за сагледавања ерозивног процеса и проноса наноса, већ је коришћен у побољшању емпиријског метода Гавриловића, при чему је метод модификован увођењем метода јединичних поља уз одговарајуће лејере који су геореференцирани.

На основу топографских карата размера 1:25000 (листови: Ниш 4-3, 4-4; Лесковац 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 2-1, 2-2, 2-4, 3-1, 3-2, 4-1; Приштина 2-2, 2-4, 4-2; Куршумлија 4-4 за слив Јабланице и листови: Ниш 2-4, 4-2, Бела Паланка 1-3, 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, за слив Кутинске реке) урађене су дигиталне карте: хипсометријска карта; нагиба рељефа; експозиције. Ове топографске карте су из 70-их година 20. века тако да су разлике у односу на фактичко стање на терену одређене поред теренских истраживања, коришћењем програма Google Earth.

Геолошке карактеристике простора истраживања су урађене дигитализовањем геолошке карте, а као основа је коришћена Основна геолошка карта Србије у размери 1:100000 (листови Лесковац, Ниш, Подујево, Бела Паланка и Врање) и одговарајући тумачи (Димитријевић М. и др., 1973; 1973; 1977; 1980; 1982). Са наведених подлога, издвојени су типови геолошке подлоге и мерењем површина израчунато њихово процентуално учешће.

Климатске карактеристике истраживаних сливова анализирани су на основу података из Метеоролошких годишњака Републичког Хидрометеоролошког Завода Србије (www.hidmet.gov.rs) за период 1961-2016. Коришћени су подаци о температури ваздуха и анализирани су дневне, средње месечне, сезонске и средње годишње вредности као и екстремне вредности на станицама Ниш, Лесковац, Куршумлија, Прокупље. Подаци су обрађени и статистичким тестовима како би се утврдило да ли постоји тренд промене (Mann-Kendall тест) (Mann H. B., 1945) и година промене (Pettitt A. N., 1979) у подацима за температуру ваздуха на станицама Ниш и Лесковац.

Анализа падавина обухватила је дневне, месечне, сезонске и годишње вредности на станицама Куршумлија, Лесковац и Прокупље за слив Јабланице и Ниш, Раутово и Калетинац у сливу Кутинске реке. Анализиран је тренд значајности непараметарским тестом Mann-Kendall и детекција године промене у подацима непараметарским Pettit тестом. Израчунате су месечне и годишње

вредности за издвајање година у којој је дошло до промене у подацима, вредности стандардних девијација, коефицијента варијације, месечне максималне и минималне вредности падавина, број дана са падавинама већим од 10 mm и већим од 0,1 mm. Mann-Kendall тест је непараметарски тест који идентификује тренд у серијама података упоређујући све податке у временској серији са подацима који следе у времену (Stojković, 2015; Stojković et. al., 2015; Kendall, 1975) и Sen's метод за утврђивање статистичке значајности и нагиба тренда (Helsel and Hirsch 2002). На основу Pettit теста анализирано је постојање преломне тачке (година) у низу података у којој долази до промене средње вредности. Тестови су рачунати помоћу статистичког додатка MS Excel – XLSTAT 2014 и тестирани на нивоу значајности $\alpha=0,05$; 0,01 и 0,001.

Вршено је рангирање година према количини падавина за станицу Ниш и Лесковац. Подела на сушне, нормалне и влажне године према количини падавина извршена је на основу вредности средње годишње количине падавина и половине вредности стандардне девијације за исти период. Као сушне године издвојене су оне чија је вредност нижа од вредности која је добијена када је од средње годишње количине падавина за одређени временски период одузета половина вредности стандардне девијације; а влажне када је вредност већа од збира средње годишње количине падавина и половине стандардне девијације. Нормалне године по овој подели имају вредности између сушних и влажних (Луковић Ј., 2013; Kutiel et al., 2014).

За екстремне вредности климатских елемената када је расподела честине вредности карактеристична по шпигевима, као код падавина, користи се метод прага (Вукмировић В., 1990). Вредност прага одређена је као средња вредност екстремних годишњих вредности за одређени период. И на основу тога колико дате вредности одступају од прага извршено је рангирање падавина (Анђелковић Г., 2010). Овај метод коришћен је за одређивање прагова код максималних дневних количина падавина.

Просторни распоред средњих годишњих количина падавина у истраживаним сливовима, из којих су добијени подаци о средњим годишњим падавинама, добијен је успостављањем регресионе зависности између надморске висине одговарајућих станица и вредности средњих годишњих количина

падавина на њима. Живковић Н. (2009) даје једначине за израчунавање годишњих падавина (P) преко надморске висине (H) и за слив Јабланице формула је:

$$P = 0,506 * H + 480 \text{ (рејон 53)} \quad (3)$$

За слив Кутинске реке формула гласи:

$$P = 0,325 * H + 597 \text{ (рејон 56)} \quad (4)$$

Исти аутор даје и формуле за процену средњих годишњих температура ваздуха у Србији за подручје јужно од Саве и Дунава. Читава територија је подељена на 15 рејона где су границе углавном представљене развођима сливова. Једанаести рејон обухвата слив Нишаве у границама Србије, а у оквиру њега и слив Кутинске реке. Формула за процену средње годишње температуре ваздуха (Живковић Н., 2009) гласи:

$$T = -0,0058 * H + 12,54 \quad (5)$$

Десети рејон обухвата слив реке Јабланице а формула за процену средње годишње температуре ваздуха гласи:

$$T = -0,0042 * H + 11,70 \quad (6)$$

Коришћењем формула израђене су изотермне и изохијетне карте истраживаних сливова.

У анализи хидролошких карактеристика, речна мрежа истраживаних сливова дигитализована је са топографских карата, размера 1:25000, а подаци о дужинама токова, густини речне мреже добијени су анализом топографских карата дигитализацијом у GIS-у и преко DEM-а. Хидролошке одлике анализирани су на основу података о протицајима из хидролошких годишњака Републичког Хидрометеоролошког Завода Србије за период 1961-2016. (www.hidmet.gov.rs). Коришћени су подаци о дневним протицајима, на основу којих су добијене средње годишње, сезонске и месечне вредности протицаја, а на основу њих и вредности специфичног отицаја. Анализа различитих трендова хидролошких параметра извршена је преко Mann-Kendall теста статистичке значајности и Pettitt теста који се користи за детектовање тачке промене у низовима података. На основу максималних месечних и годишњих протицаја, урађене су бројне анализе и прогнозе. У поглављу о хидролошким карактеристикама дата је класификација година према водности коришћењем Streamflow Drought Index-а (SDI). Овај индекс се рачуна на основу података о средње

годишњим протицајима (Nalbantis I., 2008., Rimkus E. at all., 2013; Ђокић М., 2015). На основу добијених резултата користећи SDI издваја се осам категорија година по водности:

- Екстремно водне године $SDI > 2,0$
- Јако водне године $1,5 < SDI \leq 2,0$
- Умерено водне године $1,0 < SDI \leq 1,5$
- Благо водне године $0,0 < SDI \leq 1,0$
- Благо сушне године $-1,0 \leq SDI \leq 0,0$
- Умерено сушне године $-1,5 \leq SDI < -1,0$
- Јако сушне године $-2,0 \leq SDI < -1,5$
- Екстремно сушне године $SDI < -2,0$

Рангирање година је вршено на хидролошким профилима Радикине Баре на Кутинској реци и Печењевце на Јабланици, где је вршено и узорковање воде за утврђивање концентрације суспендованог наноса.

С обиром да су обезбеђени подаци о максималним и минималним месечним протицајима за период 1961-2016. анализирана је њихова учесталост изнад и испод највећег средњемаксималног годишњег протицаја (Q_{srmax}), односно најмањег средњеминималног годишњег протицаја (Q_{srmin}). Највећа просечно велика вода (Q_{srmax}) дефинисана је као аритметичка средина годишњих апсолутно максималних протицаја (пикова) за период 1961-2016 (Драгићевић и др., 2015). Минимални месечни протицаји (Q_{min}) добијени су као аритметичка средина годишњих минимума (Q_{srmin}). На основу ових података анализирани су вредности протицаја и учесталост јављања у периоду 1961-2016.

Математичко-статистичким методама је процењена вероватноћа појаве максималних годишњих протицаја на одабраним хидролошким станицама коришћењем Log-Pearson III расподеле (Гавриловић Љ., 1988; Ђокић М., 2016). Извршена је процена протицаја који се могу очекивати у будућности на неком хидролошком профилу, односно прогнозе појаве одређених протицаја. Поступак прогнозирања протицаја подразумева израчунавање средње вредности протицаја за одређени период Q_{sr} и за сваку вредност годишњег протицаја рачуна се модулни коефицијент k , дељењем са средњом вредношћу целог низа, односно $k = Q/Q_{sr}$. Коефицијент варијације протицаја израчунат је по формули $C_v = \sqrt{\sum(k-1)^2/n}$,

где је n број података, дужина низа. Коефицијент асиметрије одређен је по формули $C_s = \sum(k-1)^3/n * C_v$. Како би се избегло добијање негативних вредности протицаја узима се да је $C_s = 2C_v$. У табели Рибикина, за сваку вредност коефицијента асиметрије дато је одступање ординате биномиалне асиметричне криве обезбеђености од средине при $C_v=1$ (\emptyset), и израчунати су параметри за конструисање криве средњихгодишњих протицаја (Гавриловић Љ., 1988; Ђокић М., 2015). Крајњи резултат је процена вероватноће појаве протицаја од 0,01% до 99,9% и процена појаве протицаја изражена у годинама. Табеларно и графички су приказане вредности процењених максималних протицаја и периоди појављивања на Кутинској реци и Јабланици. Како се располагало вредностима концентрација суспендованог наноса на профилу Лебане, на реци Јабланици, за период 1966-1985. година, како би се добиле вредности проноса наноса неопходно је било да се располаже одговарајућим дневним вредностима протицаја. Дате су и вредности средњих вредности протицаја за профил Лебане.

За анализу псамолошког режима неопходно је било узимање узорака воде из река, на локацијама које се налазе у близини постојећих хидролошких станица. Узорковање воде због утврђивања концентрације суспендованог наноса и одговарајућих проноса наноса вршено је на профилу Печењевце, на Јабланици, током 2016. године, као и током три године на Кутинској реци, профил Радикине Баре, 2010., 2011. и 2016. године. Осим овог истраживачког периода располагало се и вредностима концентрација суспендованог наноса за период 1966-1985. на профилу Лебане (подаци РХМЗ-а). На основу ових података и одговарајућих дневних вредности протицаја извршен је прорачун проноса наноса, као и успостављење математичке зависности између протицаја и проноса наноса. Коришћен је хидротехнички метод који се заснива на утврђивању проноса суспендованог наноса (Q_s у $t/\text{дан}$) на основу дневних концентрација суспендованог наноса (SSC у g/l) која се доводи у везу са средњим дневним протицајем Q у m^3/s): $Q_s = SSC * Q * 86,4$ (Манојловић С., 2018).

Хистерезис петље показују везу између концентрације суспендованог наноса и протицаја. Ова веза може да се посматра на основу података о средње вишегодишњим вредностима или појединачног догађаја током проласка поплавног таласа у оквиру различитих сезона (Grenfell, Ellery, 2009; Soler, Latron,

Gallart, 2008; Alexandrov, Laronne, Reid, 2007). У било ком случају који се узима у разматрање индентификација различитих типова хистерезис петље указује на врсту и локацију извора седимената, као и на доминантне услове процеса отицања и денудацију, која има за последицу различит транспорт денудационог материјала до речних токова. Williams (1989) издваја пет врста петљи, али се на истраживаним сликовима јављају три врсте: у облику осмице, у смеру казаљке на сату и смера супротног од казаљке на сату. Облик хистерезис петље зависи од доминантних фактора који утичу на транспорт седимената до речног корита.

Подаци о *вегетацији* и *начину коришћења земљишта* добијени су на основу CORINE Land Cover базе података (www.eea.europa.eu). Ова база података представља извор информација о покривачу земљине површине у размери 1:100000. Основу за картирање представљају Landsat-7 ETM сателитски снимци који су усклађени са топографском површином са тачношћу не мањом од 25 m. На картама су приказани полигони, односно површине од најмање 25 ha и ширине од 100 m (Несторов, Протић, 2006). Посебан део програма је CORINE Land Cover база, заснована на тумачењу мултиспектралних снимака (Милановић, Љешевић, 2009). С обзиром да су подаци у поменутој бази генерализовани, неопходна је била њихова корекција. То је учињено на основу мултиспектралних снимака са Landsat 8 сателита (www.usgs.org), односно дигитализацијом садржаја са правих и лажних колор-композиата (Новковић И., 2016).

Педолошке карактеристике су одређене на основу расположиве Педолошке карте размера 1:50000 (Институт за земљиште, 1982.) и детерминисана је заступљеност одређених типова земљишта. Педолошка карта сливова Јабланице и Кутинске реке креирана је у дигиталном запису и на основу ње је израчунато процентуално учешће издвојених типова земљишта. У оквиру слива Јабланице не постоје неке педолошке карте (листови Лебане 3 и Лебане 4) тако да су оне интерполисане на основу геолошке подлоге.

У оквиру *демографских* карактеристика анализирани су промене броја становника, домаћинства и густине насељености, старосне и економске структуре становништва у насељима на територији сливова Јабланице и Кутинске реке на основу података из пописа становништва 1948, 1953, 1961, 1971, 1981, 1991, 2002 и 2011. година. Промене у просторном размештају становништва од

1948. до 2011. године објашњене су анализом популационе величине насеља према висинској зоналности. Анализа наведених демографских одлика извршена је на просторном нивоу насеља која територијално (у целини или њихови делови) припадају сливовима који представљају предмет ове дисертације. Подаци су прикупљени и анализирани за 94 сеоска насеља у сливу Јабланице и 31 у сливу Кутинске реке (<http://ropis2011.stat.rs>). Анализом промена популационог развоја насеља у периоду 1961-2011. пружен је детаљнији увид у процесе депопулације и концентрације становништва, што представља важно полазиште у објашњавању антропогеног утицаја на интензитет ерозивних процеса. Промене популационе динамике насеља одређене су на основу анализе пропорционалних промена (Manojlović et al., 2018):

Промена броја становника (PC_j) насеља (j) одређене је формулом:

$$PC_j = P_j^2 - P_j^1 \quad (7)$$

P_j^1 представља укупан број становника у сеоским насељима 1961. године, а P_j^2 укупан број становника у сеоским насељима 2011. године. Регионална развојна компонента (PN_j) одређена је релацијом укупног броја становника сеоског насеља 1961. године (P_j^1) и пропорционалне промене укупног становништва проучаваног простора 2011. године, према формули:

$$PN_j = P_j^1 \left(\frac{\sum P_j^2}{\sum P_j^1} - 1 \right) \quad (8)$$

Нето релативна промена (PR_j) представљена је разликом између укупног броја становника сеоског насеља 2011. године и хипотетичког броја становника који би насеље имало да је број становника 1961. године промењен пропорционално промени укупног становништва проучаваног простора од 1961. до 2011. године, према формули:

$$PR_j = P_j^2 - P_j^1 \left(\frac{\sum P_j^2}{\sum P_j^1} \right) \quad (9)$$

На основу вредности регионалне развојне компоненте ($\sum PN_j$) и промена у укупном броју становника ($\sum PC_j$) одређене су граничне вредности за издвајање различитих типова популационе динамике насеља – прогресивни, стагнантни, регресивни и доминантно регресивни тип. Наведени типови сесоских насеља

дефинисани су на основу удела нето релативне промене у сваком сеоском насељу (PR_j).

Анализом промена површина обрадивог земљишта у сеоским насељима од 1961. до 2012. године представљене су промене начина коришћења земљишта у сеоским атарима, са циљем објашњавања антропогеног утицаја на интензитет ерозивних процеса. Промене површина обрадивог земљишта одређене су на основу анализе пропорционалних промена (Manojlović et al., 2018):

Промена површина обрадивог земљишта (AC_j) сеоског насеља (j) одређена је формулом:

$$AC_j = A_j^2 - A_j^1 \quad (10)$$

A_j^1 представља површину обрадивог земљишта у сеоским насељима 1961. године а A_j^2 површину обрадивог земљишта у сеоским насељима 2012. године. Регионална развојна компонента (AN_j) одређена је релацијом површине обрадивог земљишта сеоског насеља 1961. године (A_j^1) и пропорционалне промене укупне површине обрадивог земљишта проучаваног простора 2012. године, према формули:

$$AN_j = A_j^1 \left(\frac{\sum A_j^2}{\sum A_j^1} - 1 \right) \quad (11)$$

Нето релативна промена (AR_j) представљена је разликом између површине обрадивог земљишта сеоског насеља 2012. године и хипотетичке површине обрадивог земљишта који би атар насеља имао да је површина обрадивог земљишта 1961. године промењена пропорционално промени укупне површине обрадивог земљишта проучаваног простора од 1961. до 2012. године, према формули:

$$AR_j = A_j^2 - A_j^1 \left(\frac{\sum A_j^2}{\sum A_j^1} \right) \quad (12)$$

На основу вредности регионалне развојне компоненте ($\sum AN_j$) и промена у површини обрадивог земљишта ($\sum AC_j$) одређене су граничне вредности за издвајање различитих типова промене површина обрадивог земљишта – прогресивни, стагнантни, регресивни и доминантно регресивни тип. Наведени типови дефинисани су на основу удела нето релативне промене у атару сваког сеоског насеља (AR_j).

Угроженост ерозијом је анализирана на основу метода потенцијала ерозије С. Гавриловића (1972), према којој се укупна продукција наноса у сливу рачуна према формули:

$$W_{\text{god}} = T \times H_{\text{god}} \times \pi \times \sqrt{Z^3} \times F \quad (13)$$

Где је W_{god} – укупна продукција ерозионих наноса у сливу у m^3/god ; T – температурни коефицијент слива; H_{god} – средња годишња количина падавина у mm ; F – површина слива у km^2 ; Z – коефицијент ерозије.

Температурни коефицијент се рачуна на основу формуле (Гавриловић, 1972):

$$T = \sqrt{t/10} + 0,1 \quad (14)$$

Где је t – средња годишња температура у $^{\circ}\text{C}$.

Коефицијент ерозије (Z) се рачуна на основу формуле (Гавриловић, 1972):

$$Z = Y * X(\varphi + \sqrt{I_{\text{sr}}}) \quad (15)$$

где је Y – коефицијент отпора подлоге од ерозије, који има вредности у распону од 0,1 за подлогу изграђену од пропустљивих и отпорних стена, до 1 за растресито земљиште; X – коефицијент уређења слива, коефицијент заштићености подлоге, који има вредности у распону од 0,1 за шуме доброг склопа, до 1 за површине без вегетације; φ – коефицијент вида ерозије, који има вредности у распону од 0 за акумулације у алувијалним равнинама, до 1,5 за површине избраздане облицима линијске ерозије, а које се не могу користити без антиерозивних мера; I – нагиб терена (Тумач Карте ерозије СР Србије).

Прорачун коефицијента отпора подлоге од ерозије извршен је на основу типова педолошког покривача истраживаних сливова, а коефицијената заштићености подлоге и вида ерозије према CORINE Land Cover бази података и мулти-спектралних сателитских снимака. На основу добијених вредности Z коефицијента, односно према јачини ерозивних процеса, извршена је класификација површина истраживаних сливова на пет категорија ерозивности.

Коришћењем емпиријског метода потенцијала ерозије С. Гавриловића (1972) за израчунавање коефицијента ерозије (Z) и допуњени таблицама за одређивање параметара који улазе у састав једначине, израђена је карта ерозије СР Србије у периоду 1966-1971. године. На карти ерозије интензитети ерозије су сврстани у пет категорија према вредностима коефицијента ерозије (Z): 1.

ексцесивна, категорија I (I-1 ($Z=1,41-1,50$); I-2 ($Z=1,21-1,40$) и I-3 ($Z=1,01-1,20$)); 2. јака, категорија II (II-4 ($Z=0,86-1,00$) и II-5 ($Z=0,71-0,85$)); 3. средња, категорија III (III-6 ($Z=0,56-0,70$) и III-7 ($Z=0,41-0,55$)); 4. слаба, категорија IV (IV-8 ($Z=0,31-0,40$) и IV-9 ($0,21-0,30$)); и 5. врло слаба, категорија V (V-10 ($Z=0,11-0,20$) и V-11 ($Z=0,01-0,10$)) (Гавриловић 1972).

Специфична годишња продукција ерозивних наноса у сливу (W_{god}), добија се када се укупна продукција ерозионих наноса подели са површином слива, а изражава се у $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{god}$.

Свака анализа природних услова праћена је израдом одговарајућих карата. А као крајњи продукт добијене су карте просторног распореда интензитета ерозије за оба слива.

5.ПРОСТОР ИСТРАЖИВАЊА

Узевши у обзир да је значајан део територије Србије, у мањој или већој мери угрожен механичком водном ерозијом, било је потребно издвојити одређене делове њене територије који се одликују различитим степеном угрожености ерозијом. За простор истраживања ове докторске дисертације изабрана су два слива, слив Јабланице (леве притоке Јужне Мораве) и слив Кутинске реке (леве притоке Нишаве). Разлози за избор ових сливова садржани су у чињеници да су се образовали у различитим тектонским, геолошким, климатским и биогеографским условима, што условљава и изразите разлике у комплексности природних услова, а самим тим и у интензитету ерозивних процеса. Изабрани сливови се разликују и према величини сливног подручја, величини и типологији насеља, броју и распореду становника, као и у намени коришћења земљишта. Наглашене разлике условљавају и различитости у просторном распореду и интензитету ерозије, што даје добру основу за комплексну анализу утицаја природних и антропогених фактора на интензитет процеса. Изабрани сливови се налазе у Источној и Јужној Србији, на малој удаљености један од другог, али са изразитим разликама у природним условима (тектоника, геолошка грађа, хипсометрија, дисекција рељефа, густина речне мреже, климатске и биогеографске карактеристике, површина слива), као и антропогеним условима (величина и тип насеља, популациона величина, начин коришћења земљишта...) који их карактеришу, а који су условили и значајне разлике у интензитету ерозивних процеса.

Слив Јабланице захвата површину од 909,74 km² и налази се на територији Јужне Србије. Јабланица се формира спајањем Туларске и Бањске реке код села Маћедонци, а улива се у Јужну Мораву 3 km низводно од насеља Печењевце. Дужина Јабланице је 78,13 km а ако се за изворишни крак узме дужа саставница Туларска река онда је укупна дужина реке 102,605 km. Највиша тачка у сливу је највиши врх планине Радан, Шапот (1408 m), а најнижа тачка је на ушћу у Јужну Мораву на 202 m н.в.

Слив Јабланице обухвата највећи део Јабланичког округа и општине Лебане и Медвеђа, и део општине Лесковац. Слив има повољан географски положај, јер једна саобраћајница европског значаја (Е-75) додирује овај простор у

североисточном делу, недалеко од ушћа у Јужну Мораву. Долином Јабланице пролази и регионални пут Лесковац-Лебане-Приштина.

Слив Кутинске реке захвата површину од 231 km² и налази се у Источној Србији. Кутинска река извире испод врха Попова глава на 792 m надморске висине, са дужином главног тока од 43 km. Најсевернија тачка у сливу је у близини ушћа Кутинске реке код насеља Никола Тесла на 204 m н.в. са географским координатама 43°18' 14,637" С.Г.Ш и 21°59'9,897" И.Г.Д. Најјужнија тачка слива је са координатама 43°4'49,076" и 22°8'58,566". Најнижа тачка у сливу је ушће Кутинске реке у Нишаву на 203 m н.в.. док је највиша врх Суве планине, Трем 1810 m. Слив Кутинске реке обухвата делове Нишавског округа (део градске општине Нишка бања, као и општину Гаџин Хан).



Слика 1 Географски положај сливова Јабланице и Кутинске реке на територији Републике Србије

5.1. ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ СЛИВА ЈАБЛАНИЦЕ

Слив реке Јабланице налази се на територији Јужне Србије и представља део Јужног Поморавља. Површина слива износи 909,74 km², а према облику, слив је асиметричан. Горњи део слива, до Лебана, је лепезастог, скоро кружног облика док је доњи део издужен и узан. Слив је нагнут ка истоку и широко отворен према долини Јужне Мораве. Слив је на југу и југоистоку ограничен планином Гољак (1181 m) која одваја слив Јабланице од Косовског Поморавља и Ветернице. На северозападу је планина Радан (1408 m) која је одваја од слива Топлице и Косанице, као и огранци планине Радан ка северу и североистоку који одвајају Јабланицу од слива Пусте реке. На истоку и североистоку слив је широко отворен ка Бошњачком пољу, западном делу Лесковачке котлине и долини Јужне Мораве.

Између планина спуштене су котлине, од којих је највећа Лесковачка, чији западни део представља Бошњачко поље коме припада доњи ток Јабланице.

Слив Јабланице обухвата већи део Јабланичког округа и општине Лебане и Медвеђу, као и део општине Лесковац. Граница са општином Куршумлија је дугачка 19 km и води развођем сливова Јабланице и Косанице од врха Крш (1065 m) ка северу: Каменим и Суковића брдом, Шолевом и Ђоровића главом, локалитетом Белеве воде, Мајдан (1090 m) и Равном планином (1168 и 1258 m), Јевдином ливадам и Соколовим висом (1370 m). Граница са општином Бојник је дугачка 9 km и води развођем сливова Гајтанске реке и Боринског потока ка југоистоку, тј. планином Радан (врх Св. Петар 1149 m), брдом и селом Петровац и Свињарским потоком до Дугог рида (422 m). Граница са општином Косовска Каменица је дугачка 25,5 km и води Бурдељом до врха Китка (1153 m) а одатле на северозапад развођем сливова Јабланице и Криве реке, тј. планином Гољак преко Тебе, Белог камена, Шајићке и Свирачке карауле (1074 m), Старог бунара (1014 m) врхом Капија (1055 m), Новаковића чуком и Крушаром до врха Караула (1012 m). Граница са општином Подујево је дугачка 14 km, и води ка северу развођем сливова Јабланице и Лаба преко Матовића и Рецевог вуса, Браина чуке (1070 m), брда Куле, Брвеничке (1083 m) и Секирачке (1051 m) карауле и Финансијске страже (995 m) (Просторни план Општине Лебане, 2013).

Најсевернија тачка слива је ушће Јабланице у Јужну Мораву на 202 m надморске висине 3 km низводно од насеља Печењевце. Најјужнија тачка слива је врх Китка (1153 m). Најисточнија тачка слива је на 214 m н.в. на развођу са Ветерницом. Најзападнија тачка слива је 1163 m врх Лисица.



Слика 2 Река Јабланица код насеља Печењевце, фото: Милена Гоцић

6. ПРИРОДНИ УСЛОВИ У СЛИВУ ЈАБЛАНИЦЕ

6.1. ГЕОЛОШКИ УСЛОВИ

Геолошке карактеристике простора истраживања детерминисане су на основу дигиталне геолошке карте, урађене помоћу Основне геолошке карте Србије размере 1:100000 (листови Лесковац, Подујево и Врање) и одговарајућих тумача.

За потребе физичко-географских истраживања потребно је познавати литолошки састав терена, јер је он важан модификатор интензитета ерозивних процеса. Свака геолошка средина различито реагује на природне процесе, јер су неки типови стена подложнији ерозији од других. Али „ако се пође од чињенице да су сви остали природни услови идентични, а да је услед дуготрајног ерозивног дејства однешен површински слој земљишта, онда се може рећи да интензитет ерозије највише зависи од типа стеновите основе“ (Драгићевић С., Филиповић Д., 2016).

Слив Јабланице лежи у средишњем делу Српско-македонске масе. Највећи део слива је изграђен од кристаластих шкриљаца и гранитоида из протерозоика. Кристаласти шкриљци изграђују готово 50% укупне површине слива. Осим гранитоидних гнајсева и амфиболских стена, цео комплекс је седиментогеног карактера и представља дубоко измењену стару геосинклиналну серију (Димитријевић М. и др., 1973). Кристаласти шкриљци су представљени кварц-лискунским стенама, са сочивима амфиболских стена. Кварц-лискунске стене сачињавају биотитски и дволискунски ситнозрни гнајсеви, лептинолити и микашисти (Димитријевић М. и др., 1982).

Кристаласти шкриљци припадају доњем комплексу Српско-македонске масе. Нижи део доњег кристаластог комплекса је откривен западно од Тупалске дислокације. Састоји се од ситнозрних биотитских гнајсева, који су често дифузно мигматисани, лептинолита, амфиболских стена и биотит-амфиболских гнајсева, мигматита, кварцита и масе мермера. Виши део доњег комплекса састављен је од ситнозрних биотитских гнајсева, лептинолита, микашиста, биотит-амфиболских гнајсева (Димитријевић М. и др., 1973). Ове најстарије стене изграђују највећи део слива Јабланице и заступљени су у доњем току Јабланице око села Газдара и Радиновца, подручја средњег и доњег тока Шуманске реке (ситнозрни гнајсеви и

лептинолити), и подручја јужно од тока Јабланице, од горњих делова Туларске и Чокотинске реке па западно до Шуманске реке (биотитски ситнозрни гнајсеви, лептинолити, микашисти, амфиболски гнајсеви). Стене ове старости обухватају површину од 407,174 km². Мермери су констатовани северно од Туларске реке, у виду мањих сочива у кристаластим шкриљцима Српско-македонске масе, беле су боје, изграђени од калцита.

Творевине горње креде (доњи сенон) сачуване су у облику малих ерозионих крпа код села Барје. Сачуван је само танак део серије дебљине неколико десетина метара. Серија почиње црвеним пешчарима у којима се налазе слабо очувани фрагменти фосила. Изнад њих леже бречасте седименти, затим смеђи лискуновити и песковити глинци и лапорци, местимично доста гвожђевити (Димитријевић М. и др., 1982).

Терцијар. Терцијарним творевинама у сливу припадају горњо-олигоценски седименти, андезити и њихови пирокластити и неогене наслаге. Седименти горњег олигоцена седиментно-вулканогена серија, развијени су код Равне Бање, око Тупала и Ваганеша (Димитријевић М. и др., 1973). Седименти горњег олигоцена су најбоље развијени у локалности Равна Бања. Састоје се од теригених, вулканогених и хемогеног материјала. Теригени материјал је спираан са околног прекамбријског подручја и таложен заједно са вулканским стенама. У састав серије улазе поред вулканских и седименти обogaђени пирокластичним материјалом туфни пешчари, агрилити и лапорци. Пирокластични материјал налази се у неколико хоризоната, што одговара различитим фазама вулканске активности. Унутар седиментног комплекса издвојене су: грубокластична серија, пешчарско-глиновита серија, кластична серија, кластична серија са туфовима и седиментно-вулканогена серија. Горњоолигоценске творевине почињу грубокластичним седиментима који леже преко кристаластих шкриљаца. Откривени су само у подручју Равна Бања. У њихов састав улазе брече, конгломерати, пешчари и делом кречњаци. У вишим деловима грубокластичне серије јављају се кречњаци интеркалисани у конгломератима и пешчарима. Откривени су у североисточним и југоисточним деловима басена Равне Бање и у околини Газдара. Седименти пешчарско-глиновите серије откривени су у североисточном и северном делу локалности Равна Бања, код Дуката (локалност

Тупале), у потоку код Леца и код села Ораховица. Серија је представљена пешчарима и глинцима и ситнозрним конгломератима, дебљине око 35 cm. Кластичну серију чине конгломерати, пешчари, глинци и лапорци, дебљине 45 cm, откривени код Равне Бање и Тупала. Изнад ове серије развијени су седименти са пирокластичним стенама, заступљени су у локалностима Равна Бања, Тупале и Ваганеш. Представљени су пешчарима, лапорцима, кречњацима, глинцима, туфовима и туфитима.

Преко доњег хоризонта леже седименти изграђени од вулканског материјала (туфови, вулканске бомбе) са мало кластита којим је извршена депозиција у басену. У току развоја басена отпочела је вулканска активност у овој области (горњи олигоцен) која је трајала све до квартара. Овом дуготрајном вулканском активношћу образован је лецки андезитски масив (Димитријевић М. и др., 1982).

У сливу Јабланице овај масив се простире од Соколовице на северу до Леца и Газдара на југу, Пропаштице на југозападу, изворишних кракова Пусте Реке на истоку и горње Косанице и Куршумлије на западу и северозападу. Лецки масив се налази између две велике геотектонске јединице: кристалиникума Јабланице или српско-македонске масе на истоку и вардарске зоне на западу (Васовић М., 1998). У њему су се дешавале различите деформације током варисцијске орогенезе када су створане простране антиклинале и синклинале, дислокационе зоне са бројним разломним структурама и раседима. За време алпске орогенезе долази до екструзије великих количина андезитске магме и пирокластичних стена дуж дислокационих зона. Кроз разломне зоне долазило је до жичних пробоја пироксенских андезита и андезит-базалта као продукта завршних фаза вулканске активности. Ови пробоји у себи носе и рудно богатство Леца и околине који су настали током терцијера.

У оквиру Лецког масива образоване су три велике калдере: Гајтана (најстарија), Ђавоље вароши (највећа) и Тулара (најмлађа) (Димитријевић М. и др., 1982). У оквиру слива Јабланице налазе се калдере Гајтана и Тулара. Калдера Тулара је најмања и најмлађа у Лецком андезитском комплексу. Грађа калдере је ексцентрична, вулкански центри су мигрирали од југа према северу. Са севера је калдера опасана раседом који се пружа дуж Туларске реке. Овде је утврђено да су

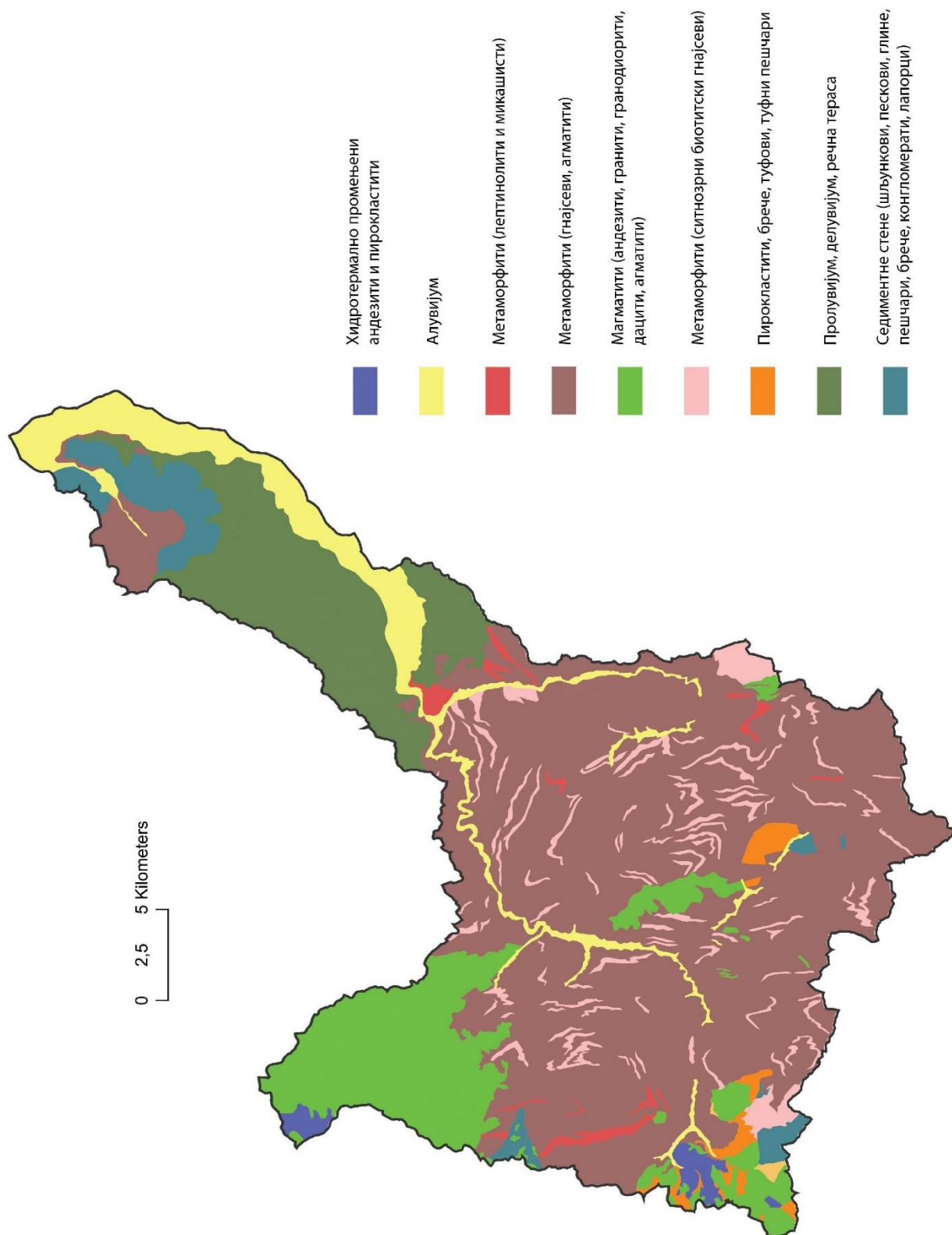
вертикална релативна кретања износила око 700 m. Преко централног дела калдере пружа се расед, дуж кога се данас пружа Медевачка река. Ван калдера јављају се и други центри вулканске делатности (Туларски вис, Мркоњски вис, зона дајкова). У великим просторима унутар калдера измењене су стене снажном хидротермалном активношћу. Посебан феномен је било стварање квацно-бречастих зона са кварцом, калцедоном, сидеритом, хематитом и сулфидима Pb, Zn, Cu, Fe. Поред ових метасоматских измена стена, хидротермална активност је довела и до одлагања галенита, сфалерита, халкопирита са примесама злата у Тулару и Медевцима, сребро и злато у зони Леце-Малигод и у Свирачким потоцима у близини Сијаринске бање (Димитријевић М. и др., 1982). Андезитске стене се јављају на подручју Тупалског Виса и Сијаринске Бање, северним падинама Веља Главе. Вулканска активност у Лецком андезитском масиву одвијала се по типу стратовулкана који су касније образовали калдере. У подручју села Гајтан и Леце образована је гајтанска калдера од које је данас сачуван североисточни и источни део зида висине 550 m. Са јужне стране зид калдере је разорен ерозионим радом површинских вода, док је западни разорен приликом стварања мање калдере. Зид калдере је изграђен од туфова и вулканских бомби, да би у средњем делу настало наизменично смењивање пирокластита и лаве. Дебљина сливова лаве варира од неколико десетина центиметара до око 10 m. У калдери су развијене пукотине правца СЗ-ЈИ које су настале приликом спуштања језгра калдере. Лаве гајтанске калдере припадају андезитском низу, и нема одступања у хемијском погледу, тако да је подела андезита извршена на основу фенокрстала бојених минерала. Издвојени су биотит-хорнбленда андезити (Тупалска маса), пироксенско-амфиболски андезити (код Леца, Петрова Гора), хорнбленда-пироксенски андезити (у селима Гајтан и Петровац), хорнбленда андезити (између Гајтана и Леца). На простору између Д. Гајтана и Леца откривени су лабрадорски андезити. Дацити су пронађени у изворишном делу Стубљанске реке (Димитријевић М. и др., 1982).

Неоген. Седименти неогена распрострањени су у Лесковачком басену, где се везују за Нишко-топлички басен. Наслаге неогена су подељене у две серије: глиновито-песковиту и шљунковито-песковиту серију. Глиновито-песковита серија појављују се на дну падина благо заобљених гребена који се простиру кроз

Лесковачко поље. Ова серија се састоји од алеврита, песковито-глиновитих алеврита и алевритских пескова. Шљунковито-песковита серија представљена је песковитим шљунковима, шљунковитим песковима и алевритским песковима.

Од квартарних наслага јављају се творевине речних тераса, алувијалних равни, пролувијума и делувијума. У ободним деловима басена, где су стене представљене кристаластим шкриљцима, делувијалне насlage садрже крупније комаде стена. Гребени настали усецањем Јабланице кроз централну језерску површ имају на падинама делувијалне творевине прашинастог састава. По благо нагнутим падинама срећу се супескови од села Бошњаци до Турековца. У долинама пролувијум није у потпуности развијен већ ствара само мање конусне наносе састављене од супескова и суглина, обично у јаругама које пресецају речне долине. Пролувијум гради плавинске конусе по јужном кристаластом ободу Лесковачког поља, као и дуж Јабланице и на ушћима њених притока.

После повлачења неогеног језера реке су усецале долине и градиле терасе. На појединим местима могу да се запазе четири терасна нивоа. Две најниже речне терасе су распрострањене и развијене дуж Јабланице и њених већих притока. Изграђена је од лискуна, заобљеног кварца и крупнијих заобљених кристаластих шкриљаца. Највиши терасни ниво сачуван је код села Шилово на десној страни Јабланице (Димитријевић М. и др., 1973). Алувијалне творевине су већих размера уз ток Јабланице. Ове творевине јављају се у три фације. То су фација речних корита, фација поводња и фација мртваје. Наноси речних корита састоје се од доброиспраног песка и шљунка, покривају речне долине. Фација поводња је изграђена од суглина и супескова, а местимично садржи и финозрне пескове и глине. На многим местима се запажају делови напуштеног речног корита који чине фацију мртваја. За ове творевине карактеристична је нагла измена грубозрног са финозрним материјалом (Димитријевић М. и др., 1973). Алувијалне творевине су заступљене дуж читаве дужине тока Јабланице, као и њених већих притока Шуманске реке, Туларске реке, као и у доњим деловима токова Стубљанске реке, Газдарске реке, Капитске реке, Лепаштице, Бањске реке, Големе реке и Клајићке реке.



Слика 3 Геолошка карта слива Јабланице

Табела 1 Геолошке карактеристике слива Јабланице. Генетско-старосне и старосне групе стена (према ОГК Србије 1:100 000)

Генетско старосне групе стена								
Јабланица	Алувијум	Делувијум, пролувијум, колувијум, сипар	Речна тераса	Седименти терцијера	карбонати	Седименти мезозоица и палеозоица, осим карбоната	магматити	метаморфити
F km²	67,4	19,0	26,88	95,46	-	-	101,0	600,0
%	7,4	2,08	2,95	10,49	-	-	11,1	65,95

Старосне групе стена								
Јабланица	Протерозоик	Старији палеозоик	Млађи палеозоик	тријас	јура	креда	терцијар	квартар
F Km²	545,37	-	-	-	-	-	247,5	116,86
%	59,94	-	-	-	-	-	27,22	12,84

6.2. ПЕДОЛОШКИ УСЛОВИ

Педолошка карта слива урађена је у дигиталном облику и израчунато је процентуално учешће одређених типова земљишта.

Формирање различитих типова земљишта условљено је бројним педогенетским факторима: врста матичне стене, клима, живи свет, рељеф и време (Миљковић, 1996). Подела земљишта извршена је на основу савремене класификације Миљковића (1996), која се базира на својствима земљишта: аутоморфна, хидроморфна и халоморфна земљишта и антропоизована земљишта.

Аутоморфна земљишта образују се у условима када је влажење доминантно условљено само атмосферским падавинама. Ова земљишта се деле на 4 класе, али постоји и пета која представља прелаз између неразвијених и хумусно-акумулативних земљишта (Миљковић, 1996).

Литосол (камењар) је тип земљишта који је образован на андезиту, дацито-андезиту, андезитском туфу и кристаластим шкриљцима, односно на супстрату распаднуте матичне стене која пружа неповољне услове за биолошке активности. Особине литосола зависе од стања подлоге. У сливу Јабланице литосол није погодан за биљну производњу без примене мелиорационих мера.

Заступљен је у подножју планине Радан (око Горњег Гајтана), планине Мајдан (око Брајшора), око врха Зуб (Стубла), околина Газдара, у горњем току Газдарске реке, око Мркоњског вуса, између горњих токова Чокотинске и Туларске реке, јужно од Тупалског вуса (околина Сијаринске Бање). У сливу Јабланице овај тип земљишта је заступљен на око 19 km².

Регосол (сирозем) се образује најчешће у пешчарима, лапорцима, шкриљцима и магматским стенама (Миљковић, 1996). Може да садржи до 30% глине и буде водонепропусно земљиште (Антоновић, Мрвић, 2008). У сливу Јабланице доминантно је заступљен на амфиболиту, гнајсу и микашистима и заступљен је око насеља Печењевце, Душаново. Захвата подручје од 46 km² у сливу.

Колувијум настаје процесом спирања земљишта. Ово земљиште се акумулира и преноси речним токовима тако да материјал није сортиран по величини зрна, дубина земљишта је различита, као и количина хумуса у њему (Миљковић, 1996). Колувијум се јавља на мањим површинама око Горњег Гајтана, Брајшора, северно од Газдара, у околини Шилова, уз Тупалски поток, око Лепаштице, око Рафунског потока, са обе стране Шуманске реке, дуж горњег тока Бањског потока, око доњег тока Дукатског потока.

Класа хумусно-акумулативних земљишта одликује се добро развијеним хумусним А хоризонтом. Заступљена је са четири типа земљишта.

Рендзина се образује најчешће на карбонатним супстратима, али се јавља и на серпентинитима (Грачанин, 1951). Карбонати се распадају и дају реголит, а од органске материје формира се хумусни хоризонт. Особине земљишта зависе од матичног супстрата па ако имају нижи садржај глине слабо задржавају воду. (Антоновић, Мрвић, 2008). Овај тип земљишта је најмање заступљен у сливу Јабланице, само у околини Бањског потока.

Ранкери (хумусно – силикатна земљишта) се јављају у брдско- планинским областима. Образују се на амфиболиту, гнајсу, магматским стенама и шкриљцима (Миљковић, 1996). У сливу су највише заступљена на подручју Горњег Гајтана, Стубле, западно од Леца, појас уз Пустоселски поток, уз Лепаштицу, око Секираче, Туларске реке, Градишта, велики појас у јужном делу слива,

од Тупалског вуса до Доње Округлице, јужно од Туларске и Бањске реке све до развођа са Ветерницом и на падинама Гољака, око села Врапче.

Вертисол (смоница) спада у најраспрострањенија земљишта у Србији. Везује за терцијарне језерске басене где се глина издваја као матични супстрат и има велико распрострањење. У сливу Јабланице се јавља још и на андезиту, дацито-андезиту и андезитском туфу. Вертисол је заступљен у Лесковачкој котлини, источно од Лебана, око Леца, Газдарске реке и на мањем подручју око Доњег Гајтана.

Класа камбичних земљишта обухвата земљишта настала дужом еволуцијом при чему настаје камбични (В) хоризонт у коме се распадањем примарних минерала образује глина (Миљковић, 1996).

Еутрични камбисол или гајњача је највише заступљено земљиште ове класе. Образује се у средње влажним условима. Заступљен је највише на андезиту, андезитском туфу и језерским седиментима. Гајњаче су претежно ограничене на висински појас од 100 до 500 m надморске висине. Одлично су шумско и добро пољопривредно земљиште, погодне за воћарске културе, а на мањим нагибима за ратарску и повртарску производњу (Томић, Ракољац, Исајев, 2011). Гајњача има на великом подручју од Г. Гајтана до Бучуметског вуса, Стубле, рудника Леце, око Секираче, Брвеника, Прпора, уз ток Лепаштице (Варадин-Маћедонце), Богдашевца, Чокотина, Тулара, Медвеђе, јужно од тока Јабланице код Шилова, око Лебана. Заузима територију од 195 km² у сливу.

Дистрични камбисол (смеђе кисело земљиште) највеће површине заузима на мигматитима, гнајсу, амфиболиту, микашистима и лептинолитима. Испод тамносивог и смеђег хоризонта на површини јавља се дубоки В хоризонт окер жуте до црвене боје. Као тип шумског земљишта, кисело смеђе земљиште поседује високу еколошку вредност (Томић, Ракољац, Исајев, 2011). У сливу је заступљено на 129 km² и то у подножју планине Мајдан, око Секираче, Копрана, Газдара, Спонца, Рујковца, око Бањског потока и Бањске реке, у околини Сијарине, Стара Бања, Равна Бања, Дукеларе, у горњем току Шуманске реке, око Шумана, Поповца, Медвеђе.

Четврту класу аутоморфних земљишта чине три типа елувијално-илувијалног земљишта од којих је само лувисол заступљен у сливу Јабланице.

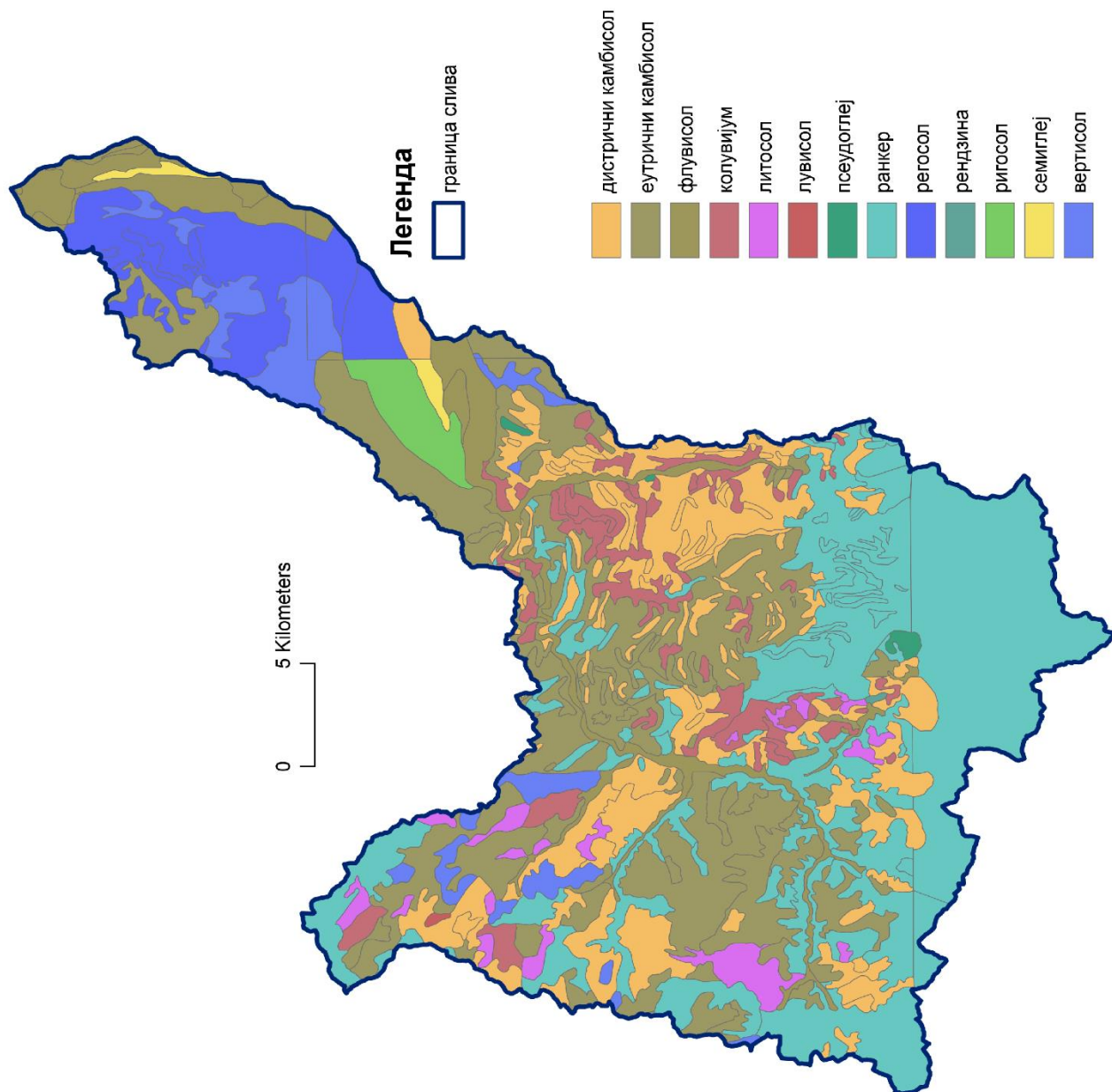
Ово земљиште се јавља у виду два основна подтипа на силикатном и силикатно-карбонатном супстрату или доломитичном супстрату. Овај тип земљишта погодан је као шумска подлога, а за његово коришћење у пољопривреди неопходни су мелиорациони радови (Томић, Ракољац, Исајев, 2011).

Хидроморфна земљишта образују се када постоји повремено или стално влажење падавинама или подземним и површинским водама. Класа флувијалних земљишта у сливу Јабланице заступљена је флувисолом. *Флувисол* настаје акумулацијом речног наноса различитог састава и структуре у зависности од геолошког састава слива. То су дубока и најчешће водопрпустна изузев ако садрже већи проценат глине (Миљковић, 1996). Флувисол се јавља целом дужином тока Јабланице и њених већих притока Шуманске реке, Туларске реке и њених саставница (Реке и Медевачке реке), Газдарске реке, Лепаштице, Бањске реке, као и у доњем току Мркоњске реке.

Псеудоглеј спада у групу хидроморфних земљишта. Формиран је на различитим супстратима, најчешће на пешчарима, глинцима, лапорцима, кречњацима или конгломератима. Углавном се налазе на планинским падинама (Антоновић, Мрвић, 2008). Јавља се око Равне Бање, западно од Шуманске реке и око Лебана.

Семиглеј, припада класи хипоглејних земљишта и одликује се интензивним влажењем дубљих слојева док су површински слојеви суви. Овај тип земљишта је засупљен око Лугара и у јужном делу слива ка развођу са Ветерницом.

Антропоизована земљишта заступљена су у сливу култисолима, природним земљиштима измењеним утицајем човека. На подручју слива Јабланице јавља се *ригосол* настао „риголовањем земљишта, растресањем, мешањем и премештањем земљишних хоризоната до веће дубине“ (Ђокић М., 2015). Ригосол се може наћи у доњем току Јабланице, низводно од Лебана и највише се користи за оранице и воћњаке.



Слика 4 Педолошка карта слива Јабланице

6.3. РЕЉЕФНИ УСЛОВИ

Основне карактеристике рељефа (надморска висина, решчлањеност, нагиб и експозиција) представљају основу за дефинисање рељефних услова, и утицаја његових морфометријских одлика на интезитет природних процеса. Рељеф има велики утицај на развој ерозионих процеса. Нагиб има директан утицај на процес ерозије, што значи да интензитет ерозије расте са повећањем нагиба терена. Међутим, и поред постојања великих нагиба може да се деси да нема интезивнијег износа ерозије, јер се као важни фактори издвајају тип геолошке подлоге и састав вегетације. Ово показује да не може једнострано да се посматра интензитет ерозивних процеса, већ да је неопходно шире сагледавање услова терена на којем се они јављају (Драгићевић, Филиповић, 2016).

Ако се посматра карта рашчлањености рељефа слива Јабланице може да се примети велика рашчлањеност рељефа што је последица бурне геолошке прошлости овог подручја. Према Милојевић С. (1924) у олигомиоцену су се на овом простору дешавали веома снажни покрети током којих је дошло до образовања лесковачке и пољаничке котлине. Током плиоцена, ове две котлине су испуњене водом и преобраћене у језеро, које је било део Панонског језера. У терцијару, у планинском делу слива Јабланице била је изражена вулканска активност. Као доказ постојања вулканске активности, поред вулканских стена, налази се вулканска купа, Мркоњски Вис, изграђен од трахита. Код насеља Леце формиран је пространи андезитски масив „Лецки андезитски масив“. У оквиру Лецког масива образоване су три велике калдере: Гајтана (најстарија), Ђавоље вароши (највећа) и Тулара (најмлађа) (Група аутора, 1982). У оквиру слива Јабланице налазе се калдере Гајтана и Тулара.

Долина Јабланице састоји се од три различита дела: горњег, средњег и доњег (Милојевић С., 1924). Од изворишта до Карауле она представља клисуру стрмих страна, са равним дном широким 100-200 m. То је најстарији део долине усецан у време када је Јабланица била кратка притока неогеног језера. Од Медвеђе до Лебана налази се средњи део долине. Долинске стране у овом делу су благих падова а ерозивна проширења бројна (код Негосавља, Рујковца, Шилова, Медвеђе) па је река створила низ накалемљених меандара. На овом сектору река се усецала у заливском дну које је било покривено меким језерским седиментима

и усецајући се брзо у меке седименте пренела је меандре и на стеновиту подлогу (Милојевић С., 1924). Доњи део долине настаје код изласка Јабланице из клисуре код Лебана до њеног ушћа у Јужну Мораву. У овом делу река тече кроз широку долину усечену у меким седиментима централне језерске равни. С. Милојевић је утврдио постојање шест речних тераса различите висине: 155-17, 125-135, 85-105, 42-55, 8-20 и око 3 m, које означавају шест етапа у развоју долине. Највиша тераса је усечена у заливском поду високом 580-635 m. Друга је очувана око Медвеђе, али се јавља све до Шилова. Трећа тераса изражена је узводно од села Врапце и уз Туларску реку. Остале терасе се пружају поред целог средњег и доњег тока Јабланице.

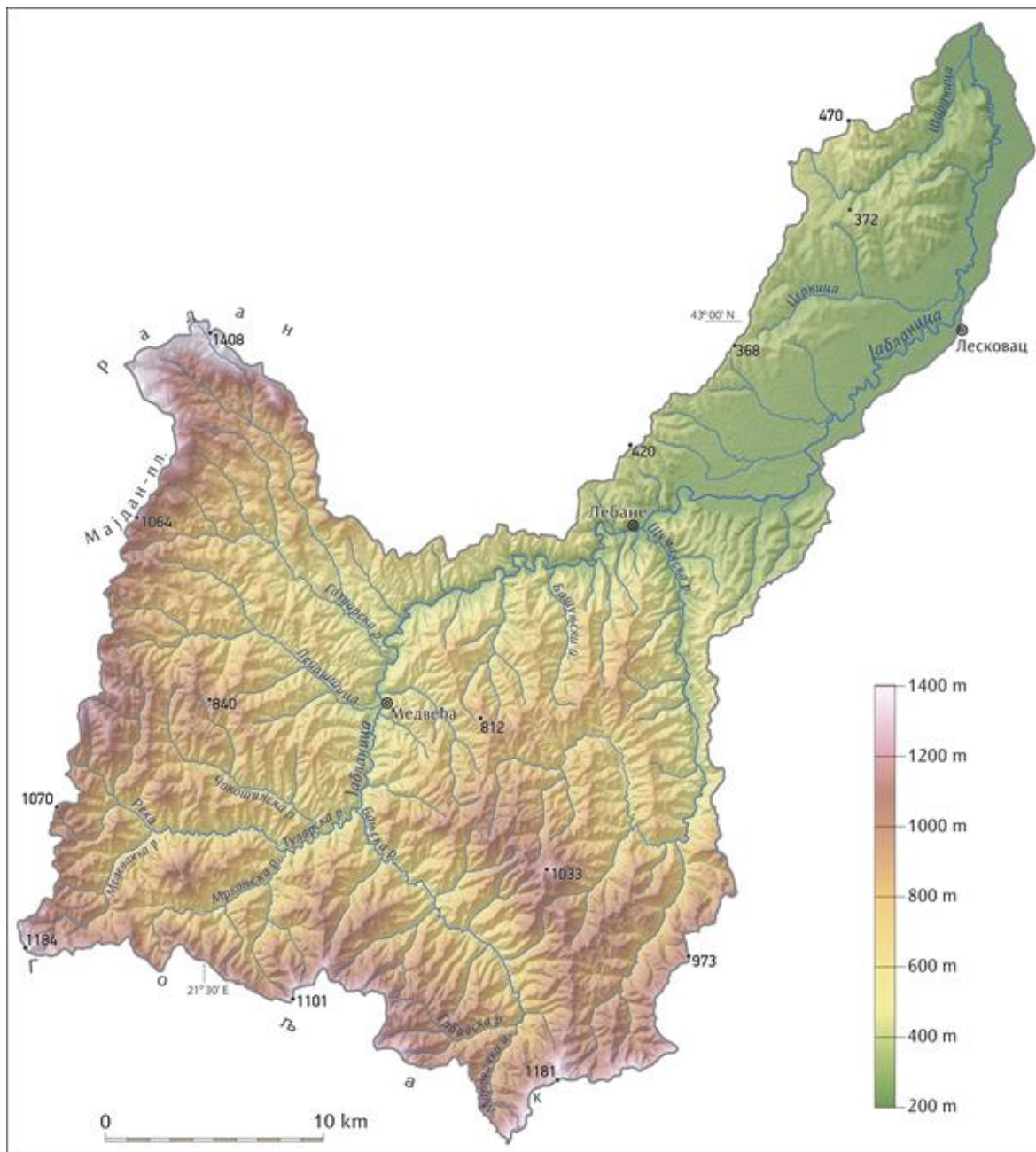
Лесковачка котлина је плитко и пространо, тектонски предиспонирано, проширење у средишњем делу долине Јужне Мораве. Ово је једна од највећих котлина Србије са ширином од око 45 km и меридијанским правцем од око 50 km. Овалан облик, мала надморска висина дна, планине средње висине на ободу су карактеристике котлине. Главни речни ток је Јужна Морава али се у самој котлини стичу токови још четири реке – Ветернице, Пусте реке, Јабланице и Власине. Због тога, котлина није јединствена целина већ је речним токовима подељена на мање делове (Ивановић и др., 2007). Бошњачко поље у североисточном делу Јабланице, је западни део Лесковачке котлине која је настала тектонским спуштањем појединих делова разломљене ерозионе Грделичке површи. По Сими Милојевићу до овог разламања је дошло у олигомиоцену. Сима Милојевић истраживањем рељефа Лесковачке котлине потврђује Цвијићев закључак да је Панонско језеро из Лесковачке котлине продирало на запад и југозапад правцем данашње долине Јабланице. Највиши ниво језера био је током плиоцена када је допирало до Медвеђе.

Планина Радан припада планинама српско-македонске масе. То је хорст планина изграђена у основи од кристаластих шкриљаца. У северозападном делу планине, у сливовима Гајтанске и Пусте реке, кристаласте шкриљце покривају терцијарне творевине, дацити, андезити и туфови. Највиши врх је Шапот 1409 m. Огранци Радана спуштају се на северу ка Косаници и Топлици, на југу према Јабланици, на југоистоку према сливу Пусте реке. Планина се степенасто спушта тако да је проходна из свих праваца (Јовић Г., 2005). У геолошком погледу Радан

планину и околне Соколов вис, Равну планину и Мајдан планину изграђују велике масе андезитско-дацитске масе пространог Лецког масива. Радан планина окружена је венцем планина који чине: Пасјача, Видојевица, Ргајска планина, Соколовица, које је штите од хладних и влажних струја са северне и западне стране. На истоку и југу се отвара у Пусторечку котлину и са те стране је изложена јаком сунчевом загревању, што за последицу има топлију и блажу климу. То је произвело својеврстан феномен, јер се тзв. храстов вегетациони појас са класичних 700 m подигао на 800 – 900 m н.в. Захваљујући топлијој клими на Радан планини је опстало неколико ендемских и реликтних биљних врста (Васовић М. и др., 1994). На југозападном делу планине Радан (Мајдан планина) је рудник Леце код истоименог села. Мајдан планина (1052 m) налази се на развођу сливова Јабланице и Косанице. Пружа се правцем север-југ, од Секираче (950 m) до јужних огранака планине Радан (Горњи Гајтан, Језерина 889 m).

Планина Гољак (1181 m) заузима јужне, југозападне и југоисточне делове развођа Јабланице према Кривој реци и Косовском Поморављу (ка југозападу) и сливу Ветернице (југу и југоистоку). То је систем врхова од превоја Лисице (1186m), завија ка југоистоку и спушта се ка Врању – Веља глава 1181 m и Копиљак 1126 m. Припада родопској српско-македонској маси и њену геолошку основу чине палеозојски кристаласти шкриљци, гранити и гнајсеви. Највиши врх Гољака је Веља Глава 1181 m који се налази на самој граници са Косовом и Метохијом.

Мркоњски вис (1045 m) налази се у изворишту Јабланице близу Прапашнице. Представља купу изграђену од трахитских стена која је кроз гротло избацила пробијајући кристаласте шкриљце. Жујовић је еруптивну стену Мркоња одредио као амфиболски лабрадорит. Цвијић сматра да је купа Мркоњског виса млађа од површи с којом је засечен терен од кристаластих шкриљаца (Цвијић Ј., 2000).



Слика 5 Карта рељефа слива Јабланице

6.3.1.Хипсометријске карактеристике слива Јабланице

Хипсометријске карактеристике рељефа представљају основу свих даљих истраживања и омогућавају базно сазнање о карактеристикама простора. Слив Јабланице се простире између 202 m и 1408 m н.в. и може се поделити на брдски део (200-500 m), који обхвата 36,54% територије слива, ниски планински простор

(500-1000 m) који обухвата 61,61% територије и средње планински простор преко 1000 m који обухвата свега 2,75% површине слива Јабланице. Просечна надморска висина слива је 590 m н.в. У табели 2 може да се виде висинске зоне и површине коју захватају на територији слива Јабланице.

Табела 2 Висинске зоне у сливу Јабланице

<i>h (m н.в.)</i>	<i>F%</i>	<i>F km²</i>
200-300	13,83	125,8
300-400	13,06	118,8
400-500	8,74	79,5
500-600	12,97	118,0
600-700	16,96	154,3
700-800	15,55	141,5
800-900	11,05	100,5
900-1000	5,07	46,1
1000-1100	1,82	16,5
1100-1200	0,49	4,4
1200-1300	0,31	2,8
1300-1400	0,12	1,1
1400-1408	0,0017	0,01
	100	909

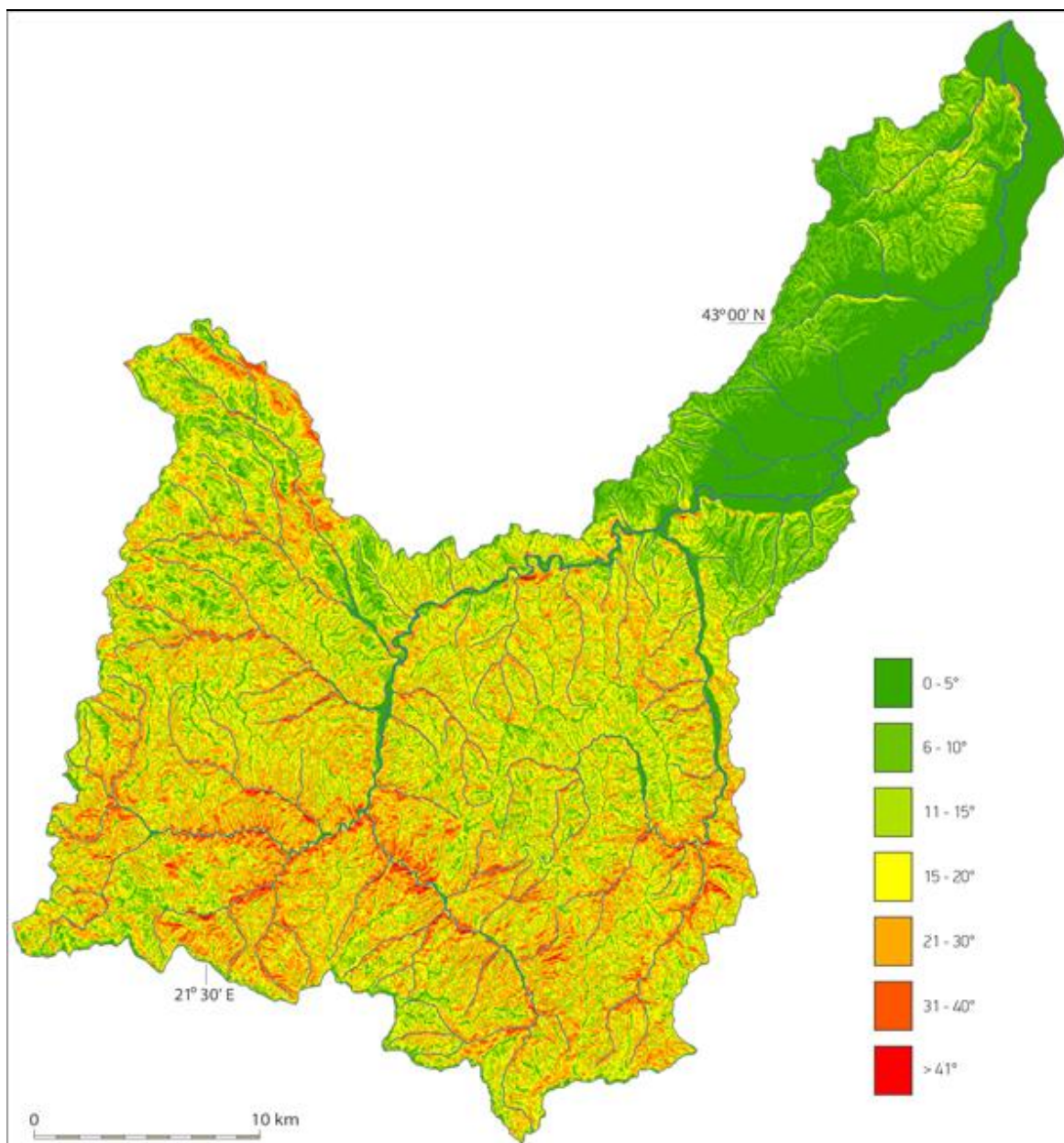
6.3.2. Нагиб рељефа

Нагиб рељефа представља један од најважнијих фактора који дефинише интензитет ерозионих процеса, па је веома погодан за анализу предиспонираности терена за развој ерозионих и акумулативних процеса. У сливу Јабланице постоји повољна предиспозиција за интензиван развој ерозионих процеса, јер површине нагиба до 10° заузимају 36,11% територије слива и углавном су заступљене у Лесковачкој котлини, уз ток Јабланице и готово свих притока. Нагиб од 11-20° је најзаступљенији у сливу и учествује у укупној површини 40,03%, а површине под

нагибима од преко 20° заступљене су у планинском делу слива и захватају територију од 23,97%.

Табела 3 Нагиби терена у сливу Јабланице

I (°)	0-5	6-10	11-15	16-20	21-30	31-40	>41	
F %	20,06	16,05	19,92	20,11	20,50	3,21	0,16	100



Слика 6 Карта нагиба рељефа у сливу Јабланице

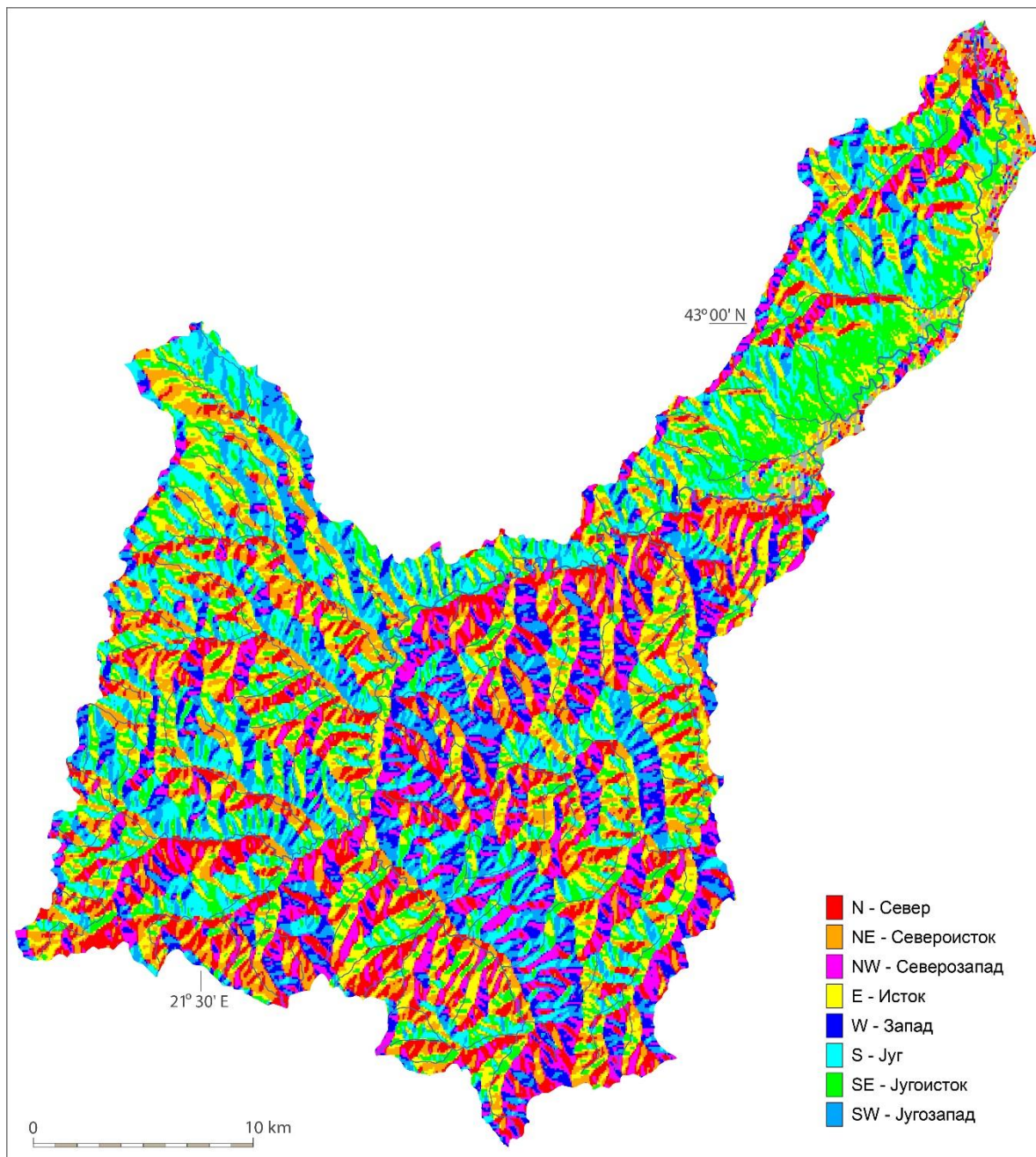
6.3.3. Експозиција рељефа

Експозиција представља положај рељефа у односу на стране света што доводи до различитог трајања инсолације и неједнаке топлотне суме. Експозиција рељефа има битну улогу у просторном размештају пољопривредних култура (Драгићевић, Степић, Карић, 2008).

Под истим условима на некој територији површине са различитим експозицијама имају различит вегетациони покривач, дужину и трајање сунчевог сјаја, температурну суму, што директно или индиректно утиче на процес физичког распадања стена и продукцију наноса. Терени са јужним експозицијама имају слабију вегетацију, земљиште је исушеније и сиромашније органским материјама па су изложенија интензивнијим процесима ерозије (Брауновић С., 2013).

Табела 4 Експозиција рељефа у сливу Јабланице

	F %	км²
N (0-22°, 338°-360°)	13,788	122,6
NE (23°-67°)	13,657	124,2
E (68°-112°)	13,656	124,2
SE (113°-157°)	15,670	142,5
S (158°-202°)	13,602	123,7
SW (203°-247°)	10,712	93,8
W (248°-292°)	8,506	77,3
NW (293°-237°)	10,366	94,24



Слика 7 Карта експозиције терена у сливу Јабланице

Картом експозиције рељефа слива Јабланице приказан је њихов просторни распоред (Слика 7), а у табели 4 дата је и њихова процентуална заступљеност. Топлије експозиције (јужна и југоисточна) заузимају 19,27%, источне 13,65%, западне 8,5%, а хладне (северне, североисточне и северозападне) 38% територије слива.

6.4. КЛИМАТСКИ УСЛОВИ

Према Т. Ракићевићу слив Јабланице припада умерено-континенталној климатској области коју карактерише годишња амплитуда температуре испод 23°C. Доњи део слива припада Нишко-лесковачком климатском рејону, а горњи Копаоничком климатском рејону (Ракићевић Т., 1980). Нишко-лесковачки климатски рејон представља падавинама најсиромашнији рејон у Србији (испод 650 mm). На основу података о највишим средњим месечним температурама ваздуха и апсолутно максималним температурама, као и температурној суми која за станицу Лесковац износи 4223 °С, ово подручје спада у најтоплије делове Србије. Копаонички климатски рејон обухвата планински простор горње Јабланице (планину Радан, Гољак, Мајдан). Годишња количина падавина се креће од 800-1000 mm (Сијаринска Бања 877,5 mm (455 m н.в.); Гољак (Лисица) 950 mm (1186 m н.в.); Радан 942,5 mm (1408 m н.в.)). Предходни подаци се односе на период 1931-1990. Због тога што не постоје подаци за исте временске периоде за све кишомерне станице у сливу није било могуће њихово упоређење. У раду су коришћени подаци за станице Лесковац, Прокупље и Куршумлија за период 1961-2016. (РХМЗ).

Табела 5 Основни подаци за метеоролошке станице

станица	φ (°)	λ (°)	h (m)
Куршумлија	43,08	21,16	383
Лесковац	42,59	21,57	230
Прокупље	43,14	21,36	266

*Извор: Републички хидрометеоролошки завод Србије

6.4.1. Падавине

Бројна истраживања (Serpa et al., 2015; Perović et al., 2019; Panagos et al., 2015b) указују да се са смањењем количине падавина на неком простору смањује и капацитет инфилтрације земљишта, а то је у вези са отицајем и смањењем водне ерозије. Pruski и Nearing (2002) наводе да промена од 1% у количини падавина резултира променом од 1,7% на интензитет ерозије. Све ово указује на значај

анализе климатских карактеристика на продукцију наноса и коефицијент ерозије у сливу.

За проучавање падавина у сливу Јабланице коришћени су подаци са метеоролошких станица Лесковац, Куршумлија и Прокупље за период 1961-2016. На количину падавина велики значај има правац ваздушних маса које доносе падавине, надморска висина, а локално изразит утицај има рељеф терена. Према Ракићевићу (1979) количина падавина у Србији опада од запада ка истоку зато што влажне ваздушне масе долазе са Атлантика западним ветровима. Мања количина падавина која се излучи у котлинама објашњава се њихом заклоњеношћу високим планинама које примају већи део тих падавина (Миловановић Б., 2010). Подела плувиометријских режима на континенталне и маритимне зависи од тога током које сезоне се излучи већи део годишњих падавина, током лета или зиме. На кишомерним станицама обрађеним у овом раду, већа количина падавина се јавља у топлијој половини године.

Падавине су најваријабилнији климатски елемент, јер током године постоје периоди када се излуче велике количине падавина, док током остатка године оне могу готово да изостану. То се може утврдити из података о максималним и минималним месечним и годишњим падавинама приказаним у табели 6. Дукић Д. (1980) је упоређивањем плувиометријских градијената дошао до закључка да места на истим надморским висинама и приближно истим упоредницима примају годишње за 1,11 mm падавина мање на сваком километру растојања при кретању од запада ка истоку. Падавине у сливу Јабланице припадају континенталном плувиометријском режиму са подунавском варијантом (Ракићевић Т., 1980). Према раду Живковић, Анђелковић (2004) висински градијент падавина за територију слива Јабланице (највећи део) износи око 40 mm. Количина падавина на неком простору је у вези са надморском висином. У раду количина падавина процењена је на основу регресионе зависности од надморске висине терена. Једначина за израчунавање годишњих падавина (P) преко надморске висине (H) за слив Јабланице дата је у поглављу Методологија, једначина 3.

Табела 6 Средње месечне и годишње количине падавина (у mm) у периоду 1961-2016., за станице Куршумлија, Прокупље и Лесковац

станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
Куршумлија	43	43	46	54	69	67	60	48	52	47	61	58	648
Прокупље	37	35	39	48	57	57	51	44	43	42	52	52	557
Лесковац	44,3	43,9	49,3	56,6	62,6	66,0	47,3	42,1	49,8	48,7	60,4	54,1	625,2

Извор: РХМЗ

У табели 6 су приказане средње месечне и годишње количине падавина на кишомерним станицама у околини слива Јабланице за период 1961-2016. На основу вредности количине падавина из предходне табеле може да се види да највећу годишњу количину падавина бележи станица Куршумлија, која се налази на највећој надморској висини. Највише месечне количине падавина забележена су током маја на станицама Куршумлија и Прокупље, односно јуна на станици Лесковац.

Табела 7 Средње, минималне и максималне месечне и годишње количине падавина P (у mm) у периоду 1961-2016. на станици Лесковац

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
Pmin	4,9	6,2	6,8	13,1	15,5	8,4	1,2	0	1	0,1	1,1	0,9	405,1
Pmax	112,3	96,1	129,2	185,3	144,3	178,5	126,0	147,6	186,0	129,3	158,4	108,7	899,2
sr	44,3	43,9	49,3	56,6	62,6	66,0	47,3	44,1	49,8	48,7	60,4	54,1	627,2
St Dev	27,3	23,8	27,5	30,9	32,3	36,4	31,8	34,7	38,3	33,6	36,6	29,1	105,5
CV	61,7	54,3	55,9	54,6	51,5	55,2	67,1	78,6	77,0	69,0	60,5	53,7	16,8

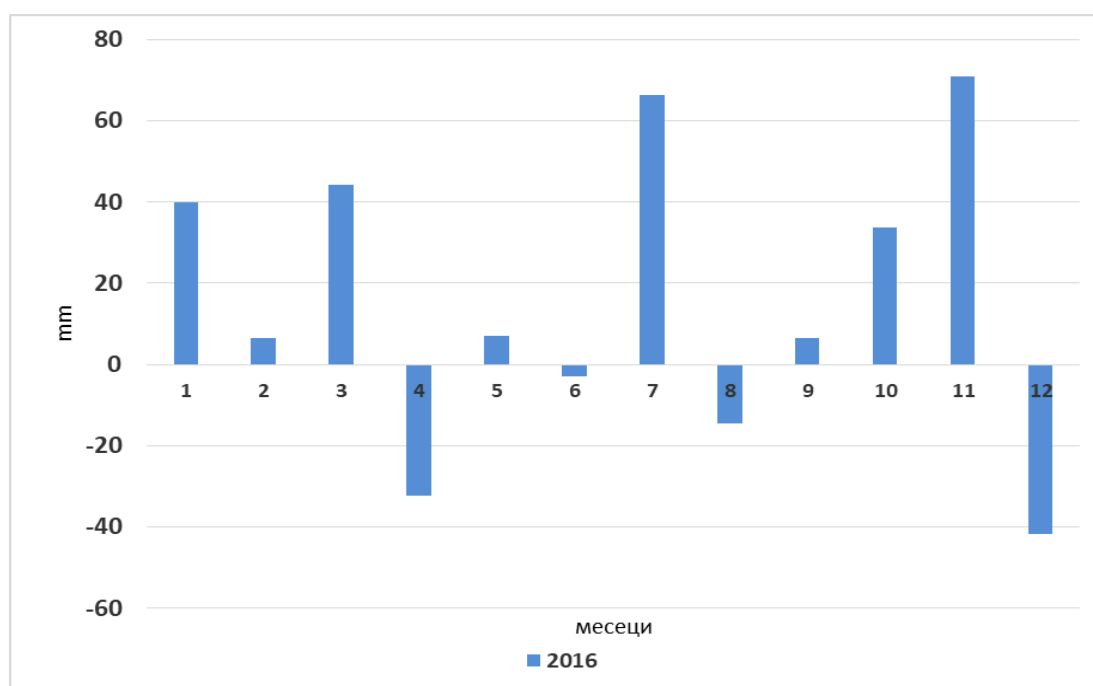
У табели 7 је преглед средњих, максималних и минималних вредности висине падавина на месечном и годишњем нивоу на основу вишегодишњег просека (1961-2016) на станици Лесковац.

Табела 8 Више/мање падавина од просека (1961-2016) током 2016. године на станици Лесковац P (у mm) и %

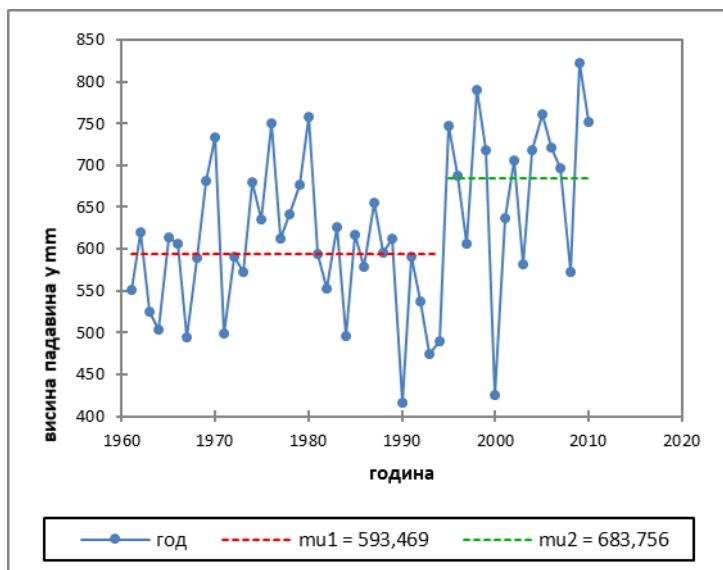
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
2016	+39,8	+6,5	+44,1	-32,4	+7,0	-3,0	+66,3	-14,5	+6,5	+33,8	+71,0	-41,8	+183,2
%	+89,8	+14,7	+89,6	-57,3	+11,2	-4,5	+140,0	-32,9	+13,1	+69,4	+117,4	-77,3	+29,2

*предзнак (-) мање падавина од просека 1961-2016; (+) више падавина од просека

У табели 8 и на слици 8 приказане су табеларно и графички месечне вредности количине падавина измерене у 2016. години и њихово одступање од просечних вишегодишњих вредности. На основу ових података може да се закључи да је током јула, новембра и јануара 2016. године станица Лесковац примила значајно већу количину падавина од просека (1961-2016), и то 66,3 mm, 71 mm и 39,8 mm; односно 140 %, 117 % и 90% више. Само су током априла, јуна, августа и децембра месечне количине падавина биле мање од просечних вишегодишњих вредности. Година 2016. је била за 183 mm влажнија од просека, односно за 30%.



Слика 8 Више/мање падавина од просека (1961-2016) током 2016. године на станици Лесковац (у mm)



Pettitt's test (год):	
K	300,000
t	1994
p-value (Two-tailed)	0,015
alpha	0,05

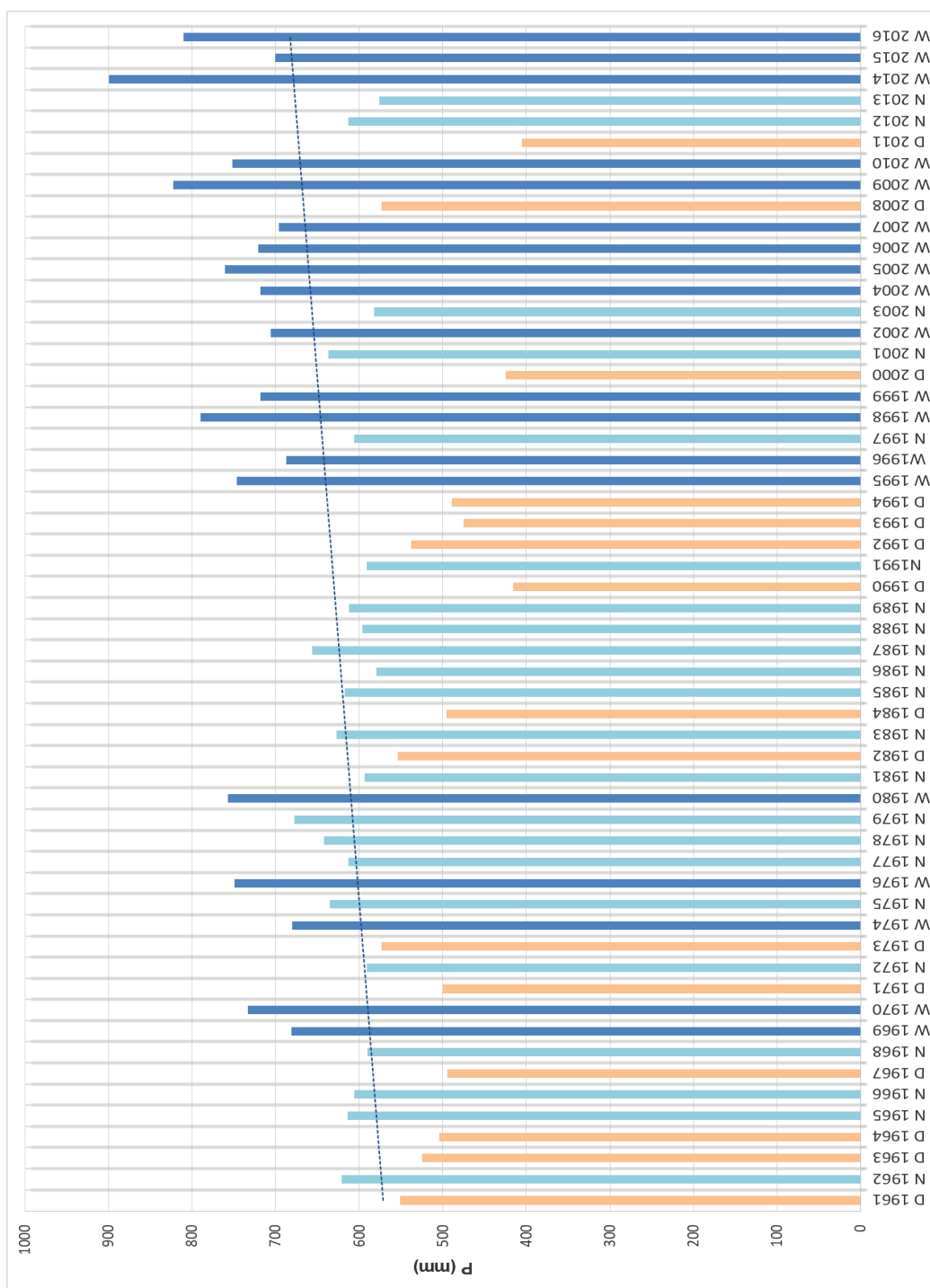
Слика 9 Резултати Pettit теста годишње количин падавина (у mm) за станицу Лесковац са интерпретацијом

Анализа Pettit теста (Слика 9) показује да је дошло до повећања средње годишње количине падавина почевши од 1994. године у износу од 90,287 mm (са 593,46 mm пре 1994. године на 683,756 mm за период након 1994.). Користећи Mann Kendall тест утврђено је да постоји значајан тренд повећања средње годишње количине падавина на станици Лесковац у периоду 1961-2016. Такође је утврђено да током јесени, тачније октобра, постоји значајан позитиван тренд повећања количине падавина ($\alpha=0,01$). Добијени резултати су у складу са резултатима претходних истраживања (Gocić, Trajković, 2014; Tošić, Unikašević, 2005). На станицама Прокупље и Куршумлија не постоје преломне године у годишњој количини падавина (Pettit тест) као ни значајан тренд у промени годишње количине падавина (Mann Kendall тест).

За потребе дисертације, одрађено је рангирање година према количини падавина за станицу Лесковац. Методологија примењена за одређивање сушних, нормалних и влажних година, према количини падавина одређена је на основу вредности средње годишње количине падавина и половине вредности стандардне девијације за исти период (Kutiel et al. 2015; Луковић Ј., 2013). На слици 10 приказано је рангирање година према количини падавина на станици Лесковац.

Табела 9 Детерминација година према количини падавина на станици Лесковац (у mm; влажне W, нормалне N и сушне D)

W	>679,9
N	574,4-679,9
D	<574,4



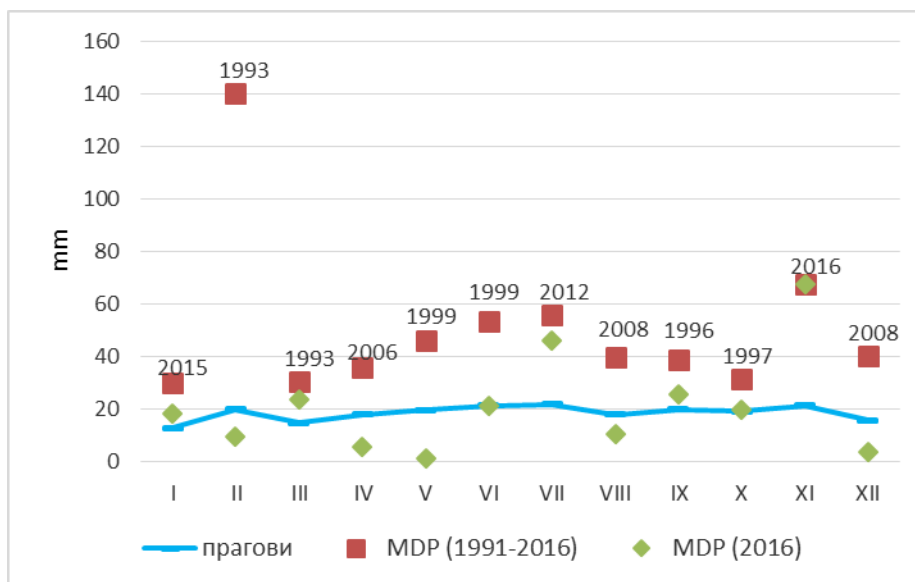
Слика 10 Рангирање година према количини падавина на станици Лесковац (W-влажне, N-нормалне, D-сушне) период 1961-2016.

6.4.1.1.Анализа дневних вредности количине падавина

За екстремне вредности климатских елемената када је расподела честине вредности карактеристична по шпицевима, као код падавина, користи се метод прагова (Вукмировић В., 1990). Вредност прага одређује се као средња вредност екстремних годишњих вредности за одређени период. На основу тога колико дате вредности одступају од прага врши се рангирање падавина (Анђелковић Г., 2010). Овај метод коришћен је за одређивање прагова код максималних дневних количина падавина. Година 2016. је узета за анализе годишњих, месечних и дневних вредности као и екстремних вредности и упоређења зато што су током ове године узимани узорци воде за анализу и вршено је мерење суспендованог наноса.

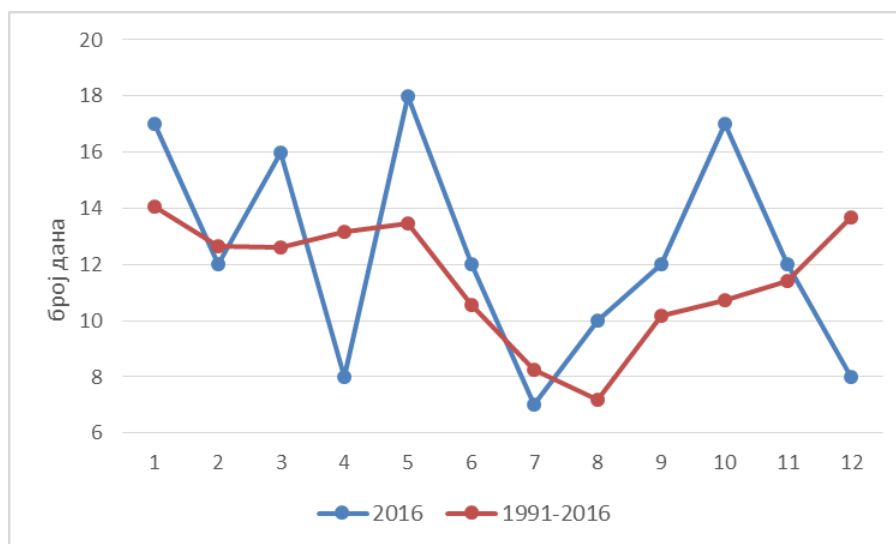
Табела 10 Прагови за екстремне падавине MDP за период 1991-2016. (у mm) и максималне дневне количине падавина MDP 2016. године на станици Лесковац

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
MDP 1991-2016.	13,0	20,1	14,9	18,1	19,8	21,6	22,0	18,0	20,0	19,4	21,5	16,0
MDP 2016	18,4	9,7	23,8	5,8	1,6	21,3	46,2	10,6	25,6	19,7	67,6	3,8



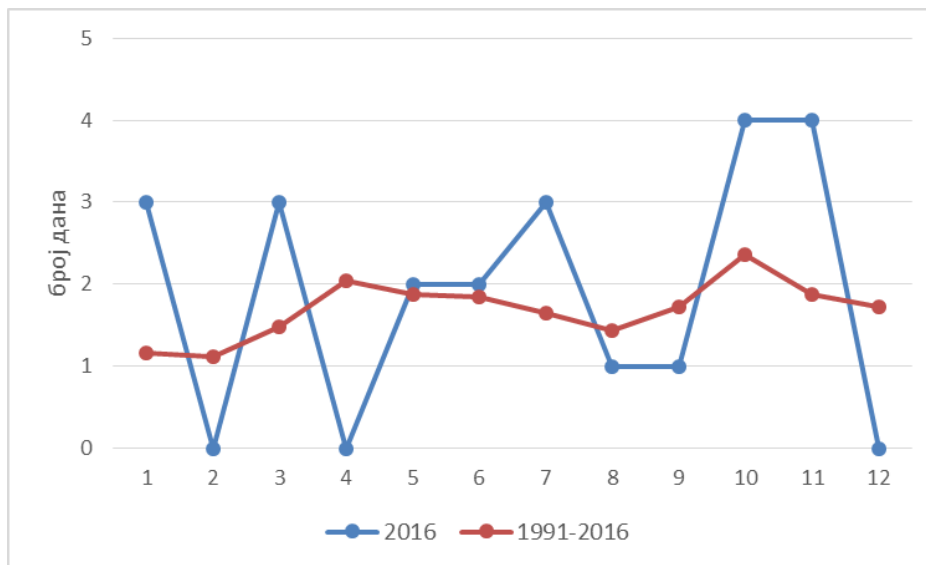
Слика 11 Прагови за екстремне падавине за период 1991-2016. (у mm) и максималне дневне количине падавина MDP (1991-2016) и MDP (2016) на станици Лесковац

Посматрајући екстреме, појава броја дана са количином падавина већом од 0,1 mm је било укупно 149 (просек 132). Код ових екстремних падавина издваја се јануар са 17 дана, март 16 (просек 13), октобар 17 (просек 11), Скоро сви месеци бележе више дана са количином падавина већом од 0,1 mm у односу на просечне вредности.



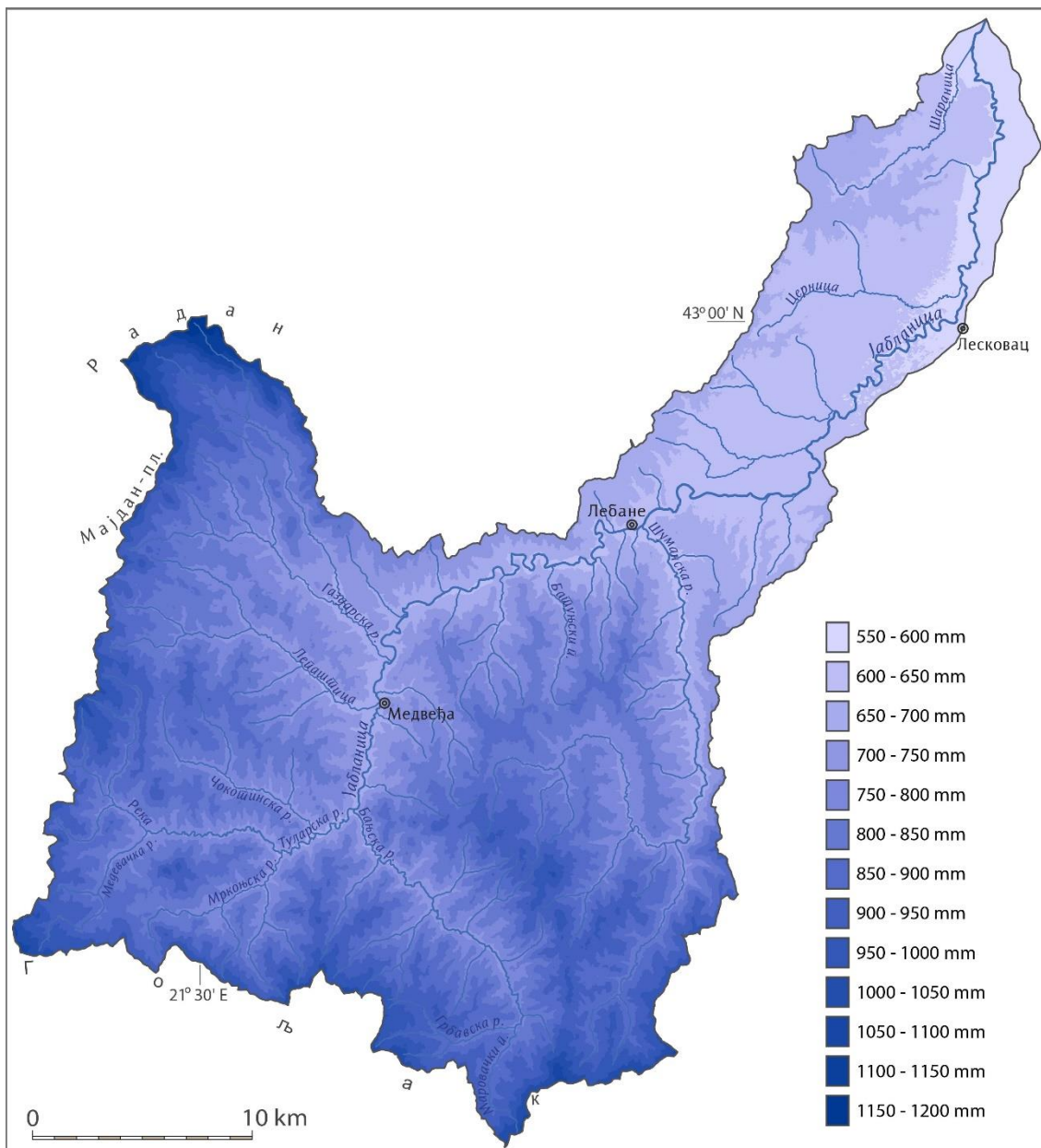
Слика 12 Број дана са количином падавина ≤ 0.1 mm на станици Лесковац

Година 2016. се издваја као влажна, 20 дана са количином падавина већом од 10 mm. На станици Лесковац издвајају се јануар, март, јул, октобар и новембар са већим бројем дана од просечних вредности са количином падавина већом од 10 mm.



Слика 13 Број дана са количином падавина ≥ 10.0 mm на станици Лесковац

Ова анализа екстремних дневних вредности количине падавина (током истраживачког периода, 2016. године) указује на специфичност плувиометријског режима који доста варира од године до године, и који не може да се утврди посматрајући само вишегодишње просеке. Из тог разлога анализа падавина мора да се врши и према дневним вредностима пре свега максималним дневним количинама падавина, нарочито како би се довела у везу са проносом суспендованог наноса на дневном нивоу, и издвајање екстремних вредности.

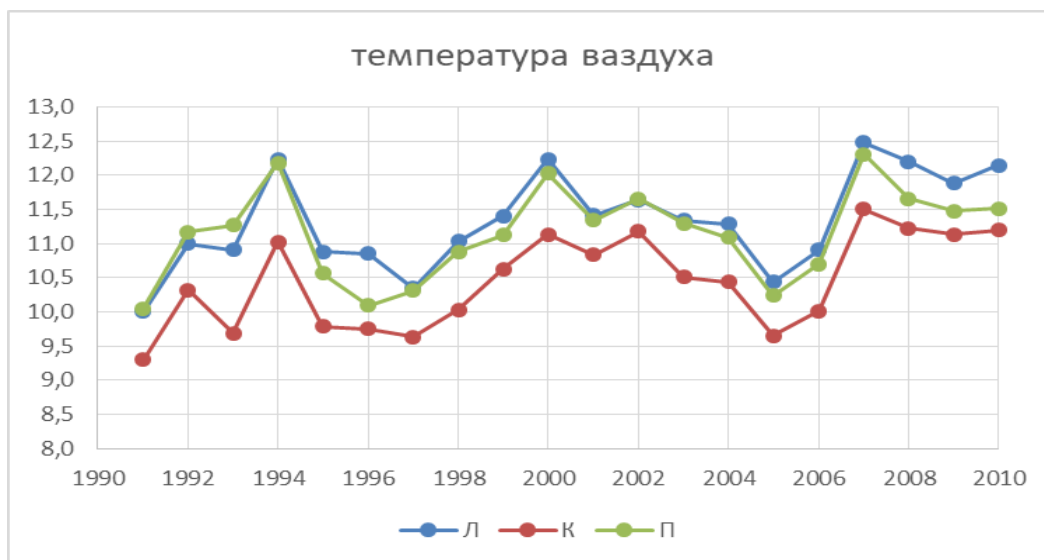


Слика 14 Isoхијетна карта слива Јабланице

6.4.2. Температура ваздуха

У периоду 1991-2016. средња годишња температура ваздуха на станици Лесковац износила је 11,3 °С; на станици Прокупље 11,1 °С; Куршумлија 10,4 °С. Најтоплији месец је јул са 22,0 °С, а најхладнији месец јануар 0,3 °С (станица Лесковац). У наведеном периоду ниједан месец нема средњу месечну температуру испод 0 °С. Температурна амплитуда између најтоплијег и најхладнијег месеца износи 21,7 °С

за Лесковац, 21,4 °C за станицу Прокупље и 20,3 °C за станицу Куршумлија (Табела 11).



Слика 15 Средња годишња температура ваздуха на станицама Куршумлија (К), Лесковац (Л) и Прокупље (П) за период 1991-2010 (°C)

Према Н. Живковић (2009), територија Србије је подељена на 15 рејона, а границе између њих су углавном представљене развођима сливова река. Десети рејон обухвата слив реке Јабланице, а формула за процену средње годишње температуре ваздуха дата је у поглављу Методологија (једначина 6).

На основу вредности средњих месечних температура ваздуха за вишегодишњи период (1991-2016.) утврђено је да су навише средње годишње температуре измерене на станици Лесковац 11,5 °C, затим Прокупље 11,1 °C и Куршумлија 10,4 °C.

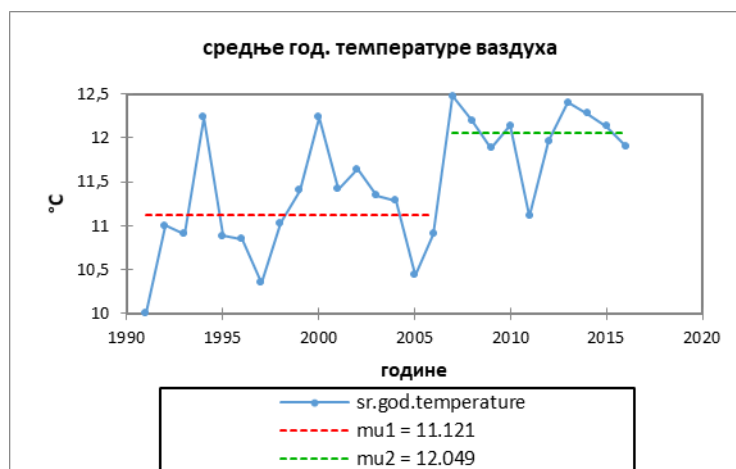
Табела 11 Средње месечне, минималне и максималне температуре ваздуха (°C) на станицама Куршумлија, Лесковац и Прокупље у периоду 1991-2016.

станица		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
Куршумлија	Tsr	0,1	1,5	5,6	10,4	15,1	18,6	20,4	20,2	15,3	10,9	5,9	1,3	10,4
	Tmin	-4,0	-3,2	0	4,2	8,7	11,8	13,2	13,2	9,4	5,6	1,2	-2,3	4,9
	Tmax	5,1	7,4	11,8	17,1	22,5	26,1	28,2	28,8	22,9	18,0	11,9	5,8	17,2
Лесковац	Tsr	0,4	2,2	6,6	11,6	16,5	20,4	22,3	22,0	16,8	11,4	6,3	1,4	11,5
	Tmin	-3,3	-2,1	1,2	5,3	10,0	13,4	14,7	14,3	10,5	6,1	2,0	-1,8	5,9
	Tmax	4,9	7,9	12,9	18,5	23,6	27,4	30,0	30,4	24,7	19,0	12,1	5,6	18,1
Прокупље	Tsr	0,2	1,9	6,2	11,0	16,0	19,7	21,6	21,5	16,3	11,6	6,3	1,5	11,1
	Tmin	-3,4	-2,8	0,9	5,1	9,6	13,0	14,6	14,4	10,4	6,4	1,9	-1,9	5,7
	Tmax	4,8	7,7	13,1	18,2	23,6	27,6	30,1	30,2	24,1	18,8	11,6	5,3	18,0

*Извор: Према подацима Републичког хидрометеоролошког завода Србије

Подаци Mann Kendall теста показују да средње годишње температуре ваздуха показују значајан позитиван тренд (на нивоу значајности $\alpha=0,01$). Посматрајући на месечном нивоу тренд повећања температуре ваздуха је значајан на станици Лесковац и утврђен је за април и јул месец. Резултати Pettit теста (слика 16) показују да је 2006. преломна година за податке о средњим годишњим температурама ваздуха. Средња годишња температура ваздуха пре ове године износила је 11,21 °C, а након 2006. године износи 12,05 °C, што одговара повећању средње годишње температуре ваздуха од 0,84°C.

Pettitt's test:	
K	122.0000
t	2006
p-value (Two-tailed)	0.0049
alpha	0.05



Слика 16 Резултати Pettit теста средње годишње температуре ваздуха (°C) на станици Лесковац са интерпретацијом

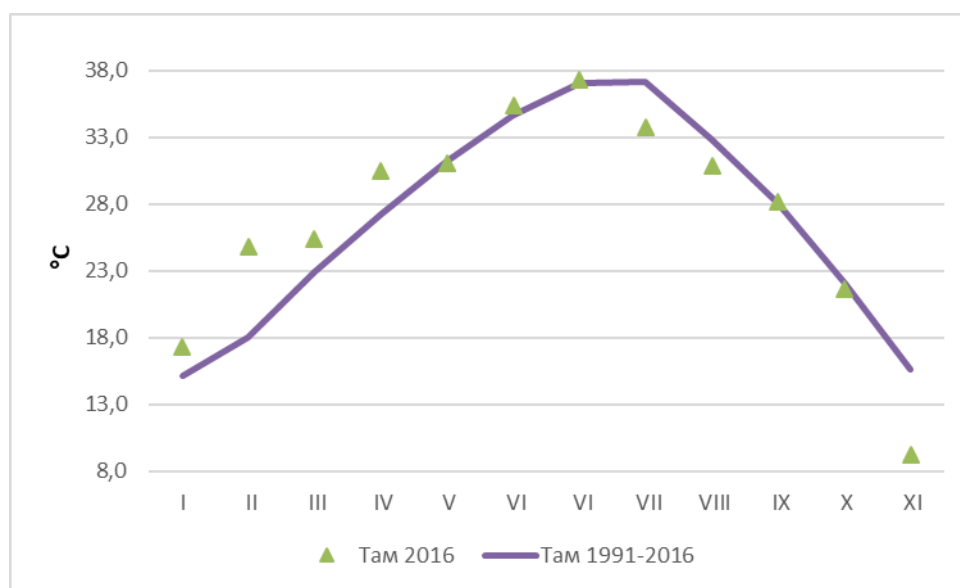
6.4.2.1.Анализа екстремних вредности температуре ваздуха

Приликом анализе екстремних дневних количина падавина на пронос суспендованог наноса утврђено је да у појединим месецима они не прелазе прагове иако је у тим месецима утврђено да концентрације и проноси суспендованог наноса имају екстремне вредности. У том случају падавине не могу да се узму као доминантан фактор који доприноси ексцесивности ерозивног процеса. Зато се понекад температура ваздуха, нарочито максимална и апсолутно максимална температура, узимају као значајне вредности нарочито у хладнијем делу године јер директно утичу на интензивирање денудационог процеса (Манојловић С, 2018).

Табела 12 Температурни параметри за станицу Лесковац током 2016. године (у °С)

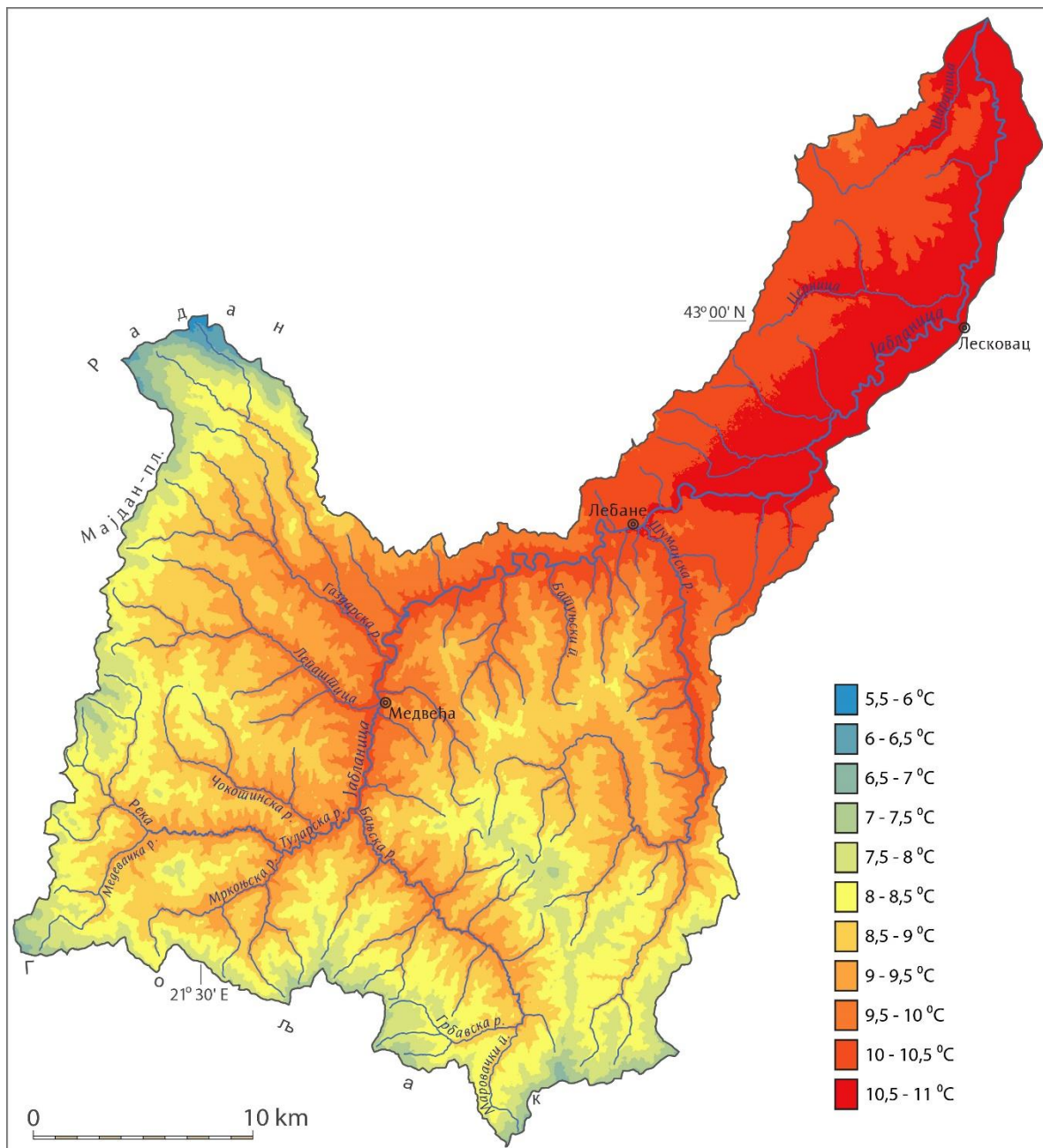
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Там 2016	17,3	24,8	25,4	30,5	31,0	35,4	37,3	33,7	30,9	28,2	21,6	9,2
Тсмм 2016	4,4	15,1	14,1	22,7	22,4	29	30,8	28,3	25,2	16,4	11,9	2,8
Тм 1991-2016	4,9	7,9	12,9	18,5	23,6	27,4	30,0	30,4	24,7	19,0	12,1	5,6
Там 1991-2016	15,1	18,0	23,0	27,2	31,2	34,7	37,1	37,2	32,8	28,0	22,1	15,6

(Там-апсолутно максимална температура; Тсмм- средња месечна максимална температура; Тм- средња месечна максимална температура током вишегодишњег периода)



Слика 17 Апсолутно максималне температуре ваздуха на станици Лесковац током истраживачког периода (2016. године) (у °С)

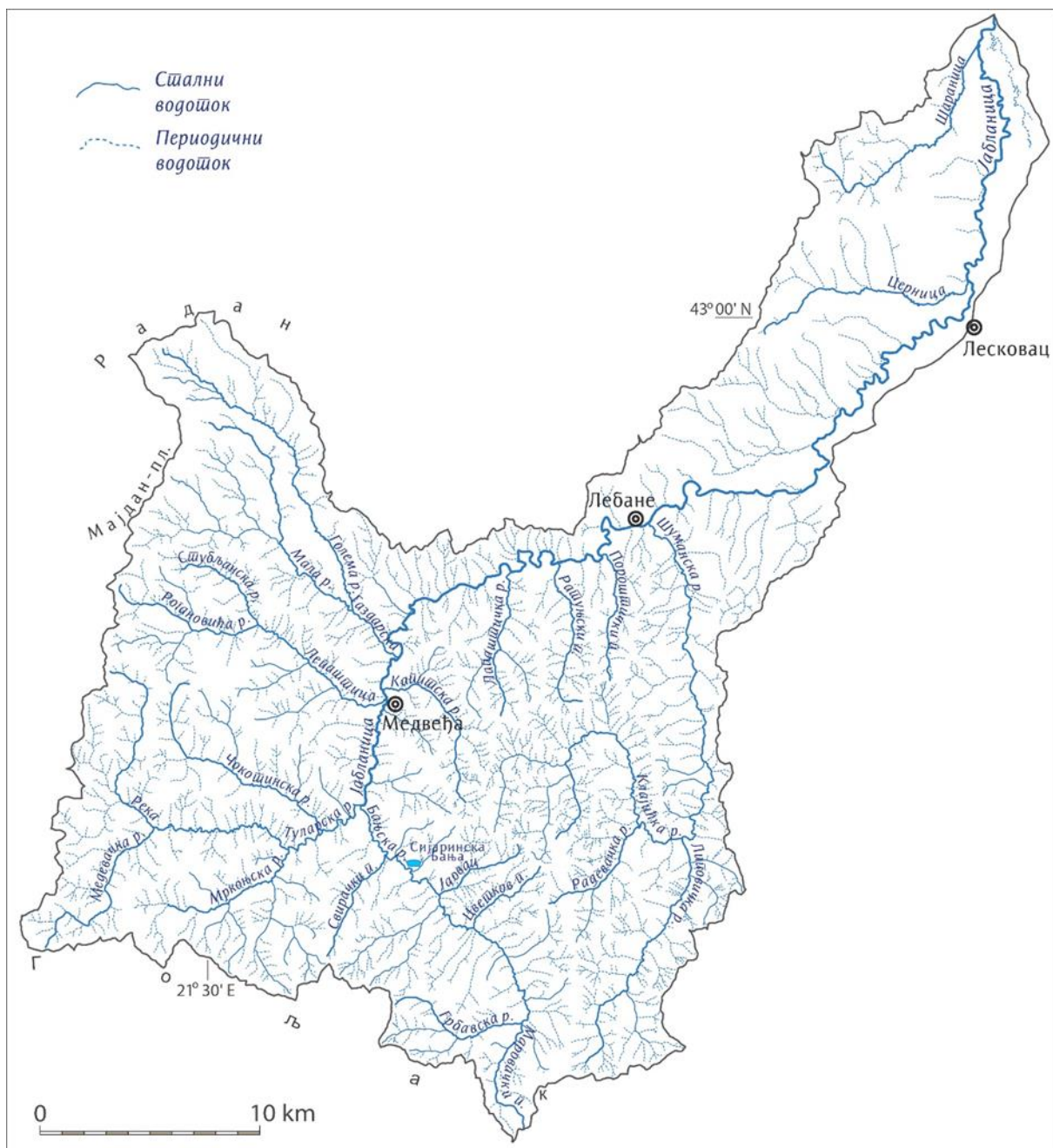
Анализом апсолутно максималних температура ваздуха утврђено да је током фебруара 2016. године на станици Лесковац измерена апсолутно максимална температура ваздуха (24,8°C) која је за 6,8°C виша од апсолутно максималне просечне температуре за вишегодишњи период (18,0°C). Овако високе температуре би условиле топљење снежног покривача (уколико је постојао) јер су континуирано трајале више дана. Излучивање падавина у виду кише, као и нагло топљење снежног покривача изазвали су повећање протицаја. Уз чињеницу да вегетациони покривач није потпуно развијен, као последица наведених процеса јављају се повећане концентрације суспендованог наноса као и повећан пронос суспендованог наноса током ових месеци.



Слика 18 Изотермна карта слива Јабланице

6.5. ХИДРОЛОШКИ УСЛОВИ

Јабланица настаје спајањем Бањске и Туларске реке код села Маћедонци на надморској висини од 375 m (Дукић, Гавриловић, 2013), а у Јужну Мораву се улива 3 km низводно од насеља Печењевце. Дужина Туларске реке са Медевачком реком, дужом саставницом, износи 24,47 km, дужина Бањске реке, уколико се као изворишни крак узме Грбавска река износи 23,94 km. Тако да укупна дужина Јабланице са дужом саставницом, Туларском реком, износи 102,6 km, а дужина реке, од села Маћедонци где се спајају Туларска и Бањска река, до ушћа у Јужну Мораву износи 78,13 km (ТК 1:25000). У горњем току, Јабланица има развијену речну мрежу и прима велики број сталних и повремених водотока. Најдуже и најзначајније леве притоке Јабланице су Лепаштица ($L=13,6$ km) и Газдарска река, остале леве притоке у средњем и доњем току су кратке због близине развођа са Пустом реком и већином су периодични токови. Најзначајније десне притоке су Дукатски поток, Капитска река, Лепаштичка река, Ратунски поток, Пороштитчки поток код Шилова и Шуманска река ($L=34,5$ km) код Лебана. Најнизводније веће леве притоке су Церница и Шареница низводно од Печењевца, које су каналисане читавом дужином тока.



Слика 19 Карта хидрографске мреже слива Јабланице

Коефицијент развитка тока Јабланице је 1,9. Укупан пад речног корита износи 642 m, а просечан пад 6,7%. Укупна дужина свих токова у сливу Јабланице износи 1024 km. Густина речне мреже је 1145 m/km². Највећу густину речне мреже има Шуманска река 1681 m/km², а затим Бањска река 1595 m/km². Мању густину речне мреже имају леве притоке Јабланице Гајтанска река 955 m/km², Лепаштица 984 m/km² и Туларска река 1067 m/km². Најмању густину речне мреже

има Јабланица у доњем току, у Лесковачкој котлини, свега 447 m/km^2 . Разлике у густини речне мреже последица су разлике у рељефу, количини падавина, пропустљивости стена, испаравања и др. (Илић Р., 1978).

Планински, горњи део слива Јабланице има лепезаст, кружни облик и ограничен је високим развођем. Доњи, равничарски део слива је издуженог облика са јако ниским и неодређеним развођем.

Јабланица се одликује великим колебањем протицаја у току године, при чему се одликује једним краћим периодом високих вода и једним дужим периодом малих вода.

На основу коришћених топографских карата размере 1:25000 урађена је дигитална карта хидрографске мреже слива.

6.5.1.Протицај

У овом раду протицај је обрађен анализом дневних, месечних и годишњих вредности, чиме је указано на дистрибуцију протицаја током године. Анализиране су и екстремне вредности протицаја, односно специфичних отицаја, као и максималне и минималне вредности. Стандардном девијацијом дефинисано је просечно одступање протицаја од аритметичке средине. Међутим, реалнију слику колебања протицаја пружа нам коефицијент варијације (C_v), који показује одступање стандардне девијације од просечног протицаја (Живковић, 2006).

Хидролошка станица Печењевце се налази на 3 km удаљености од ушћа Јабланице у Јужну Мораву. Површина слива обухваћена овим профилем износи 891 km^2 . Мерење протицаја се врши од 1923. године. Кота „0“ је на 205,82 m н.в. У раду је анализиран период од 1961-2016. за хидролошку станицу Печењевце. Извршене су и анализе протицаја за хидролошку станицу Лебане за период 1966-1985., јер за тај период постоје мерења суспендованог наноса.

Средњи годишњи протицај за истраживани период (1961-2016) на профилу Печењевце износио је $4,39 \text{ m}^3/\text{s}$. У овом периоду највећи средњи годишњи протицај износио је $8,84 \text{ m}^3/\text{s}$ 1963. године, а најмањи 1994. и износио је $0,96 \text{ m}^3/\text{s}$. Максимум протицаја јавља се у марту ($10,64 \text{ m}^3/\text{s}$), затим фебруару $9,05 \text{ m}^3/\text{s}$ и априлу $8,02 \text{ m}^3/\text{s}$, минимум у августу $0,75 \text{ m}^3/\text{s}$ и септембру $0,76 \text{ m}^3/\text{s}$.

Максимум протицаја поклапа се са отапањем снега, а минимум протицаја се догађа током летњих сушних месеци и мале количине падавина која се излучи, а великог испаравања услед високих температура. На основу средњих дневних, месечних и годишњих вредности протицаја може да се закључи да постоје и велике разлике у протицајима између појединих година. Тако је 1968. године просечни протицај на Јабланици износио $1,52 \text{ m}^3/\text{s}$, а 1955. године $12,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Величина годишњег протицаја зависи пре свега од плувиометријског режима и укупне годишње количине падавина. Тако се 1959. године излучило 755 mm падавина, а средњи годишњи протицај је износио $2,18 \text{ m}^3/\text{s}$. Без обзира на малу количину падавина и мали средњи годишњи протицај, река те године није пресушила. Међутим, пресушивала је 1950, 1951, 1953, 1958, 1960, 1961., иако је у тим годинама имала веће годишње протицаје од просечних (Ракићевић Т., 1972). Према Ракићевићу, Јабланица са својим сливом од 909 km^2 спада у највеће сушице у Србији. У раздобљу 1923-1940. године она је пресушила 11 пута. Неких година недељама, па и месецима корито реке је било суво од почетка јуна до октобра. У периоду 1950-1967. године пресушивала је 13 година, од тога најдуже током 1950. „пуних 117 дана“ (Васовић М., 1998). На Јабланици није изражен нивални утицај, односно током зимских месеци не долази до смањења протицаја. На основу података о протицају Т. Ракићевић Јабланицу сврстава у токове који имају континентални плувиометријски режим. „У хладнијој половини године Јабланицом протекне готово $4/5$ њеног укупног годишњег протицаја, док у летњим и јесењим месецима протекне тек око 17% од укупног годишњег протицаја“. Током три најводнија месеца Јабланицом протекне више од половине укупног годишњег протицаја, а у три водом најсиромашнија месеца (јул, август, септембар) отекне само 4% укупног годишњег протицаја. Ово указује да је отицање воде Јабланице „крајње неравномерно и овакав режим чини Јабланицу крајње непогодном за све видове економског искоришћавања“ (Ракићевић, 1972).

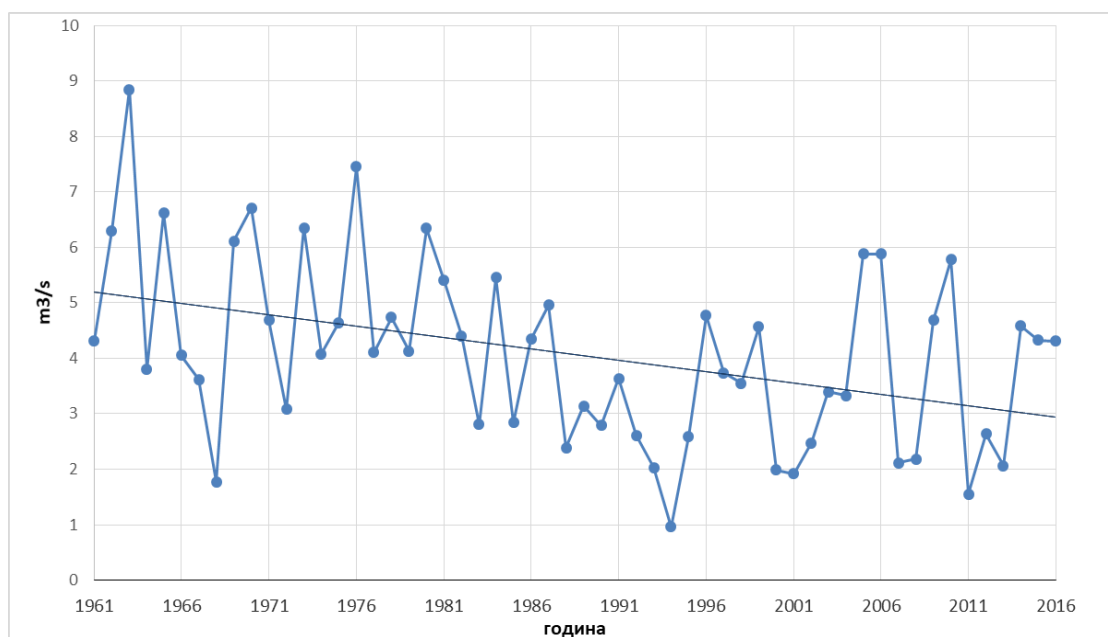
Без обзира на утврђен тренд повећања падавина у сливу вредности протицаја на Јабланици бележе опадајући тренд. Разлог оваквој појави највероватније је антропогени утицај, односно наводњавање башта под пластеницима. Иако се не зна тачно колико се воде из Јабланице користи у ову сврху, количине су велике, јер низводно од Лебана количина воде у кориту се

током лета приближава биолошком минимуму или река чак и пресуши, док станице узводно бележе протоке воде.

Табела 13 Средњи месечни (Q_{sr}), минимални (Q_{min}) и максимални протицаји (Q_{max}) на Јабланици, х.с. Печењевце у периоду 1961-2016 (у m^3/s)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
Qsr	5,36	9,01	10,74	7,95	5,40	2,78	1,48	0,75	0,76	1,49	2,73	4,20	4,39
Qmin	0,88	1,01	2,13	1,22	0,54	0,38	0,06	0,00	0,00	0,00	0,12	0,26	0,96
Qmax	20,85	50,07	30,36	18,47	27,94	14,18	10,10	4,07	5,47	7,95	17,22	15,29	8,84
St dev	3,84	7,75	7,11	4,76	5,10	2,40	1,97	0,77	0,85	1,36	2,91	3,44	1,65
Cv	0,72	0,86	0,66	0,60	0,94	0,86	1,34	1,02	1,12	0,91	1,06	0,82	0,38

Извор: РХМЗ, Хидролошки годишњаци 1961-2016.



Слика 20 Средњи годишњи протицаји на реци Јабланици у периоду 1961-2016 профил Печењевце (у m^3/s)

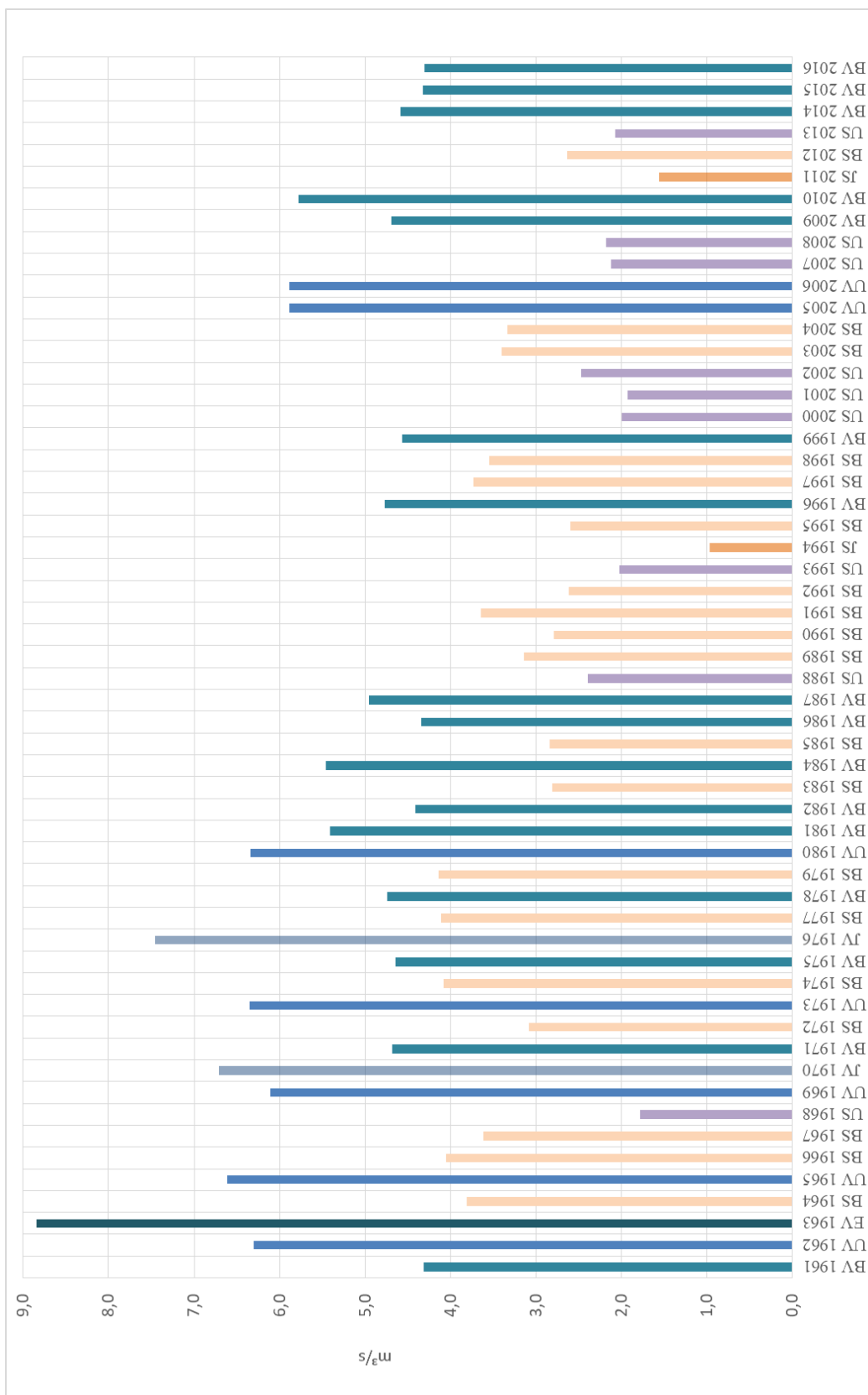
Класификација година по водности. Индекс којим је рачунато рангирање година по водности је Streamflow Drought Index (SDI) детаљно објашњено у поглављу Методологија. Прво што се запажа гледајући табелу 14 и слику 21 јесте да су најзаступљеније благо сушне године (19) а затим благо водне (16). Благо сушне године се не јављају тако често као што је то случај на Кутинској реци, али је на

Јабланици забележено 9 умерено сушних и 2 јако сушне године (1994. година и 2011. година). Екстремно водна је била 1963. година, а јако водне 1970. и 1976. година.

Табела 14 Приказ рангирања година према водности за период 1961-2016.

(станица Печењевце)

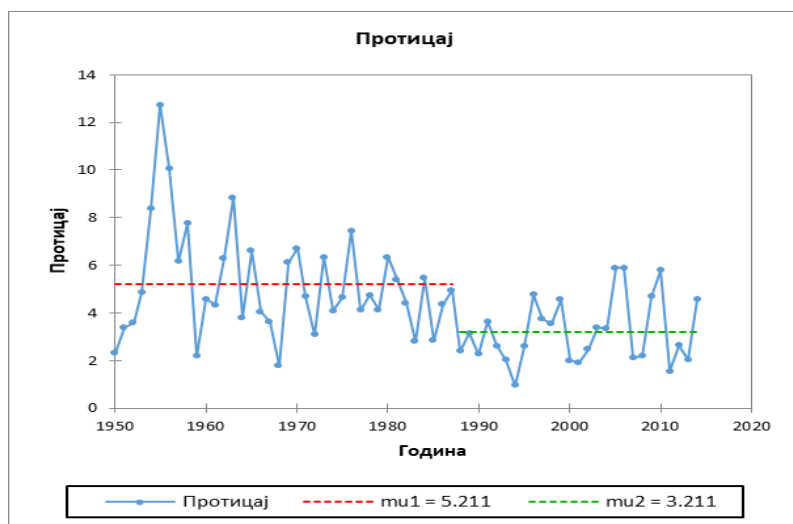
SDI	укупно
Екстремно водне године $SDI > 2,0$	1
Јако водне године $1,5 < SDI < 2,0$	2
Умерено водне године $1,0 < SDI < 1,5$	7
Благо водне године $0,0 < SDI < 1,0$	16
Благо сушне године $-1,0 < SDI < 0,0$	19
Умерено сушне године $-1,5 < SDI < -1,0$	9
Јако сушне године $-2,0 < SDI < -1,5$	2
Екстремно сушне године $SDI < -2,0$	0



Слика 21 Приказ година према водности на основу SDI у периоду 1961-2016.

Објашњење за табелу и график: EV-екстремно водне; JV- јако водне UV- умерено водне; BS-благо водне; US-умерено сушне; JS-јако сушне

На основу предходних табела, и вредности протицаја током два периода на Јабланици може да се закључи да је дошло до тренда смањења протицаја. Статистички непараметарски тестови који су примењени у раду (Pettitt test, Mann Kendall test) показују да постоји значајан тренд смањења протицаја као и да постоји тачка промене у подацима. Тачка промене показује 1987. годину (на основу Pettitt testa) као годину када је дошло до смањења вредности протицаја на Јабланици. Просечна вредност протицаја до 1987. године износила је $5,211 \text{ m}^3/\text{s}$, а након тог периода смањена је на $3,211 \text{ m}^3/\text{s}$, што показује тренд смањења од 38,38%. Према резултатима Mann-Kendall и Pettitt теста који су примењени на још неким рекама на територији Србије утврђено је да се водност смањује, као и да смањење количине воде почиње од 1980-их година 20. века (Ђокић М., 2015; Мартић Бурсаћ Н., 2015). Протицај на Јабланици у периоду 1950-2014. према Mann-Kendall тесту показује значајан опадајући тренд са прагом значајности $\alpha = 0.001$ (Гоцић М., Мартић Бурсаћ Н., Радивојевић А., 2016). Мартић Бурсаћ Н. закључује да постоје значајне осцилације у протицају Јабланице и смањење протицаја нарочито током летњег периода (Мартић Бурсаћ Н., 2015).



K	590.0
T	1987
p-value (T)	0.0007
alpha	0.05

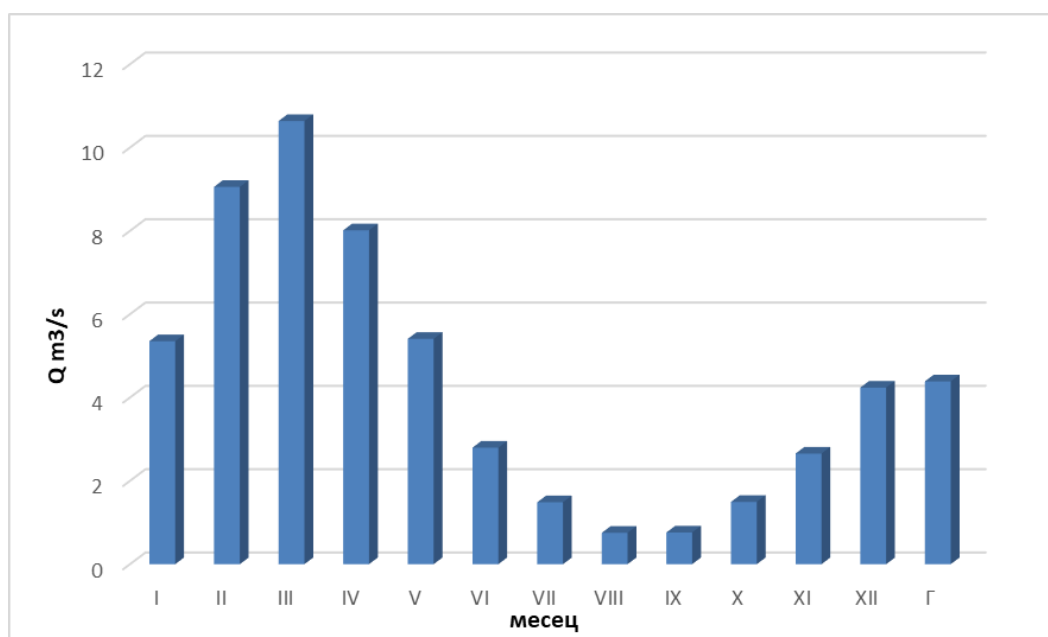
Слика 22 Тачка промене средњих годишњих протицаја на Јабланици, профил Печењевце, на основу Pettitt теста за период 1950-2016. (m^3/s)

Адекватно проучавање речног режима, посебно фаза великих вода, је значајно за режим проноса наноса. Један од једноставних и најпрегледнијих начина за

приказивање података изказан је односом средње месечних вредности према средње годишњем протицају (Живковић, Гавриловић, 2009; Мустафић С., 2013).

Табела 15 Средњи месечни протицаји исказани модулно (ср.мес./ср.год.)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1961-2016.	1,22	2,06	2,42	1,83	1,23	0,64	0,34	0,17	0,17	0,34	0,61	0,97



Слика 23 Средњи месечни и годишњи протицај (Q) на Јабланици за период 1961-2016. профил Печењевце (y m^3/s)

Велике воде на Јабланици најчешће се јављају крајем зиме и почетком пролећа као последица наглог отапања снега. Могу да се јаве и у месецима са великим количинама падавина (мај и јун) када најчешће изазивају поплаве. Колебање протицаја се може видети преко коефицијента варијације и његова вредност износи 0,38 што указује на велике варијације протицаја током година.

Анализом средњих месечних вредности протицаја, највеће варијације се јављају током јула (C_v 1,4) где већа количина падавина може знатно да повећа протицај, а најмања је током априла (C_v 0,59).

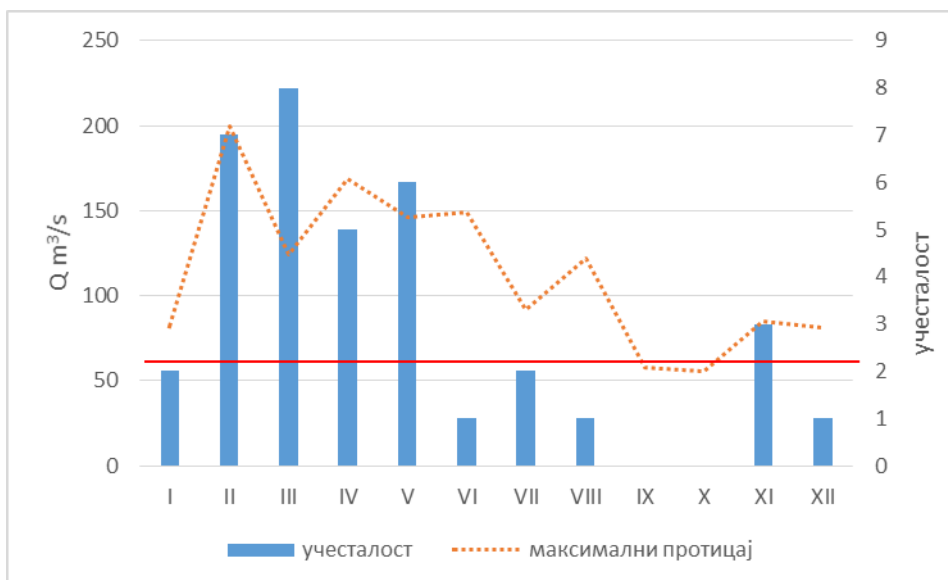
Јабланица је бујична река, јер од водотока који сваке треће године у просеку пресуши постаје права бујица у неким тренуцима. Тако је 18.02.1963.

године протицај достигао $200 \text{ m}^3/\text{s}$. Ове екстремно велике воде на Јабланици су последица значајног крчења шума у сливу вршеног највише у периоду 1912-1945. године (Васовић М, 1998), затим стрмих нагиба топографске површине, великом рашчлањеношћу рељефа, брзим сливањем падавина које се излучују у планинском делу слива. Ракићевић (1972) указује и на то да облик слива има утицај на поплавне таласе у Лебану пре свега, јер ту река излази из планинског дела слива у раван Лесковачке котлине.

Истраживања Ракићевића (1969; 1972), али и других аутора, М. Костића и Т. Трајковића (1963; 1964), указују да је Јабланица типична бујица, али и сушица. „Бујица јер се одликује великим колебањем протицаја, носи огромну количину материјала, руши обале, мења корито, плави алувијалну раван, а сушица јер врло често пресушује“ (Ракићевић, 1972). Исти аутор даје и предлоге како да се побољша режим реке и водни биланс. Како би се повећале количине подземне воде неопходно је шумљавање, правилни пољопривредни радови (дубоко јесење орање, орање по изохипсама, терасирање стрмих површина и др) и изградња вештачких акумулација на Јабланици и Шуманској реци.

6.5.1.1. Учесталост јављања максималних и минималних протицаја на Јабланици

С обиром да се располагало подацима о максималним и минималним месечним протицајима за период 1961-2016. анализирана је њихова учесталост изнад и испод највећег средњемаксималног годишњег протицаја (Q_{srmax}), односно најмањег средњеминималног годишњег протицаја (Q_{srmin}). Прагови су одређени коришћењем методе пикова на годишњем нивоу. Ристић и др. (2009) истичу да се „максимални протицаји на рекама у нашој земљи јављају као последица интензивног површинског отицања, које настаје на три начина: појавом јаких киша краћег трајања или дуготрајнијих киша слабијег интензитета, отапањем снега и коинциденцијом појаве кише и отапања снега, с друге стране, минимални протицаји јављају се као последица великог испаравања и мале количине падавина.“



Слика 24 Учесталост јављања максималних месечних протицаја већих од средње вредности ($62,2 \text{ m}^3/\text{s}$, црвена линија) за период 1961-2016. ($\text{y m}^3/\text{s}$)

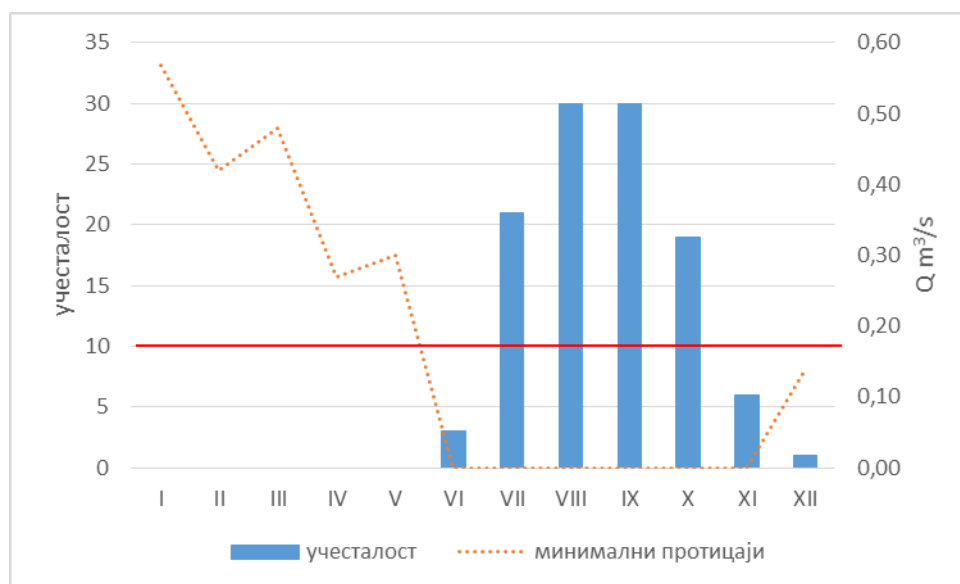
У овом делу рада је анализирана учесталост појаве максималног протицаја (Q_{max}) у појединим месецима за период 1961-2016. који има већу вредност од највеће просечне велике воде (Q_{srmax}). Највећа просечно велика вода (Q_{srmax}) дефинисана је као аритметичка средина годишњих апсолутно максималних протицаја (пикова) за период 1961-2016. (Драгићевић и др., 2015). На реци Јабланици, профилу Печењевце, учесталост максималних месечних протицаја већих од годишњег средњемаксималног протицаја ($Q_{\text{max}} > Q_{\text{srmax}}$) је највећа крајем зиме и током пролећних месеци (фебруар, март, април, мај). У периоду 1961-2016. година, максимални протицаји били су већи од средње вредности великих вода: у јуну, августу и децембру по једанпут, јануару и јулу два пута, новембру три, априлу пет, мају шест, фебруру седам и марту осам пута (слика 24). Током септембра и октобра нису забележени максимални протицаји већи од средње велике воде (Q_{srmax}).

Максимални месечни протицаји (Q_{max}) већи од највећег годишњег средњемаксималног протицаја у периоду 1961-2016. забележени су 36 пута од укупно 672 јављања, што је учесталост 5,4% времена. Апсолутно максимални протицај јавио се 18.02.1963. године и износио је $200 \text{ m}^3/\text{s}$, док средњи максимални протицај износи $62,2 \text{ m}^3/\text{s}$, што је више за $137,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Други максимум

јавио се 20.04.2014. године и износио је $169 \text{ m}^3/\text{s}$. Протицај већи од просека се јавио и током 2016. године једанпут, 14.03. и износио је $72,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Минимални месечни протицаји (Q_{\min}) у периоду 1961-2016., мањи од годишњег средњеминималног протицаја, који је добијен као аритметичка средина годишњих минимума (Q_{srmin}), забележени су 110 пута. У односу на укупан број података 672, то је 16,4% времена. Овај податак показује да се много чешће јављају мале воде у односу на велике, и то нарочито у периоду када је потражња за водом повећана (јул, август, септембар). Такође, може да се закључи да од године до године постоји велико колебање броја дана са максималним или минималним протицајима.

Учесталост јављања минималних месечних протицаја мањих од годишњег средњеминималног протицаја ($Q_{\min} < Q_{\text{srmin}}$) је највећа у летњим и јесењим месецима (јул-новембар). У периоду 1961-2016. минимални месечни протицаји су били мањи од средње мале воде у: августу и септембру 30 пута, јулу 21, октобру 19, новембру 6, јуну 3 и децембру једанпут. У периоду јануар-мај нису забележени случајеви да су минимални протицаји мањи од средњеминималног.



Слика 25 Учесталост јављања минималних месечних протицаја мањих од средње вредности ($0,2 \text{ m}^3/\text{s}$, црвена линија) за период 1961-2016.

Ова анализа је показала да се максимални и минимални протицаји јављају у одређеним периодима године. Честина минималних протицаја испод дефинисаног прага много је већа од честине максималних протицаја изнад прага.

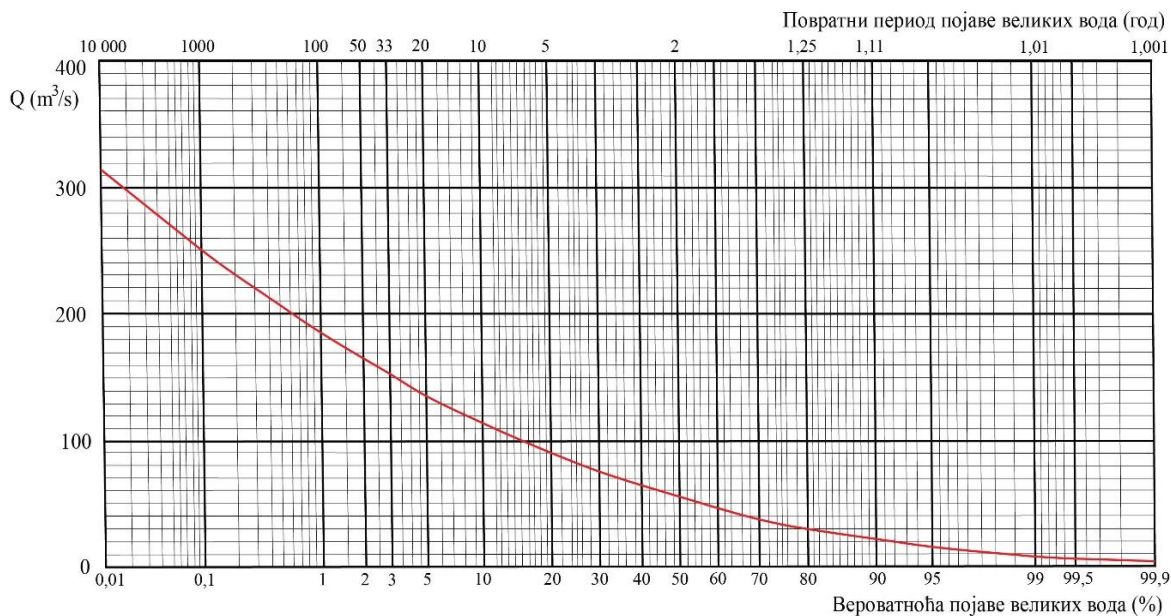
У највећем броју случајева максимални месечни протицаји су се јављали у периоду фебруар-мај и током новембра тако да су ови месеци и најкритичнији што се тиче могућих поплава. Минимални протицаји су се најчешће јављали у периоду од јула до октобра када је повећана потрошња воде пре свега због наводњавања.

Анализа броја дана са карактеристичним протицајима показује да се чешће јављају мале воде од великих, тако да се већа пажња треба посветити и заштити од суша а не само поплава као природних непогода. Оваква анализа може да се примени и искористи за многе људске делатности, пре свега пољопривреду, водоснабдевање, енергетику, наводњавање и одводњавање, заштиту вода и др.

6.5.1.2. Прогноза појаве великих вода на Јабланици

Користећи податке о годишњим максималним протицајима урађена је прогноза појаве великих вода коришћењем Log-Pearson III расподеле. Прогноза великих вода има велики практични значај пре свега за потребе планирања спровођења одређених мера, како би се смањили могући негативни утицаји одређене човекове активности (Драгићевић и др., 2015). Поступак израчунавања вероватноће појаве великих вода приказан је у поглављу Методологија.

Просечан годишњи максимални протицај на Јабланици, профилу Печењевце у периоду 1961-2016. износио је $62,16 \text{ m}^3/\text{s}$. Апсолутно максимални протицај осматран је 18.02.1963. године и износио је $200 \text{ m}^3/\text{s}$, док је најнижа вредност максималног годишњег протицаја забележена 2011., свега $8,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Коефицијент варијације износи 0,62, а то указује на знатно колебање вредности максималних протицаја. Крива вероватноће за појаву максималних годишњих протицаја указује да се једном у 1000 година може очекивати максимални протицај од $250,86 \text{ m}^3/\text{s}$. Максимални протицај из 1963. године може се очекивати једном у 400 година, док се сваке године може очекивати максимални протицај од $3 \text{ m}^3/\text{s}$.



Слика 26 Крива вероватноће појаве великих вода реке Јабланице на профилу Печењевце

Табела 16 Вероватноћа појаве максималних годишњих протицаја реке Јабланице за различите повратне периоде

Вероватноћа %	Повратни период год.	Q _{max} (m ³ /s)
0,01	10000	314,26
0,1	1000	250,85
1	100	185,12
3	33,3	151,86
5	20	136,40
10	10	113,97
20	5	90,00
25	4	82,27
30	3,3	75,31
40	2,5	63,71
50	2	54,43
60	1,67	45,92
70	1,42	37,80
75	1,33	33,55
80	1,25	29,68
90	1,11	20,79
95	1,05	14,99
99	1,01	7,26
99,9	1	3,00

6.5.2. Специфични отицај

Просечна годишња вредност специфичног отицаја у сливу реке Јабланице, на хидролошком профилу Печењевце, у периоду 1950-2016., износила је 4,47 l/s/km². Вишегодишњи режим специфичног отицаја одговара режиму средњих вода и кретао се у распону од 1,06 l/s/km² (1994. год.), до 9,72 l/s/km² (1963. год.) са амплитудом од 8,66 l/s/km². Коефицијенти варијације су слични онима добијеним за ход средњих годишњих протицаја. Највећи средњи месечни специфични отицај је у марту 10,98 l/s/km², а најмањи је у септембру 0,74 l/s/km². Разлика у специфичним отицајима код месеци са најмањом и највећом вредношћу износи 10,24 l/s/km². У Табели 17 су дате средње месечне као и минималне и максималне вредности специфичних отицаја на профилу Печењевце за период 1961-2016.

Табела 17 Средње месечне (qsr), минималне (qmin) и максималне вредности (qmax) специфичних отицаја на Јабланици за период 1961-2016 (у l/s/km²)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
qsr	5,35	9,72	11,12	8,28	5,67	3,04	1,73	0,69	0,76	1,26	2,63	4,51	4,58
qmin	0,97	1,11	2,40	1,34	0,59	0,41	0,06	0,00	0,00	0,00	0,13	0,29	1,06
qmax	22,92	55,04	33,37	20,30	30,71	15,59	11,11	2,69	6,02	8,74	18,92	16,80	9,72
St dev	4,221	8,830	7,971	5,207	5,667	2,765	2,278	0,664	0,947	1,554	3,231	3,873	1,836
Cv	0,789	0,909	0,717	0,629	0,999	0,910	1,318	0,960	1,242	1,236	1,227	0,859	0,401

6.6. БИОГЕОГРАФСКИ УСЛОВИ

Начин коришћења земљишта представља један од најважнијих фактора за идентификацију и картирање процеса ерозије земљишта. Коришћењем земљишта и других природних ресурса за различите потребе, човек својим активностима може да наруши и угрози природно успостављену равнотежу, односно да је очува и унапреди.

Европска комисија (European Commission) је 1985. године покренула програм CORINE (Coordination of Information on the Environment). CORINE Land Cover база података од 1990. године на сваких десет година врши картирање начина коришћења земљишта. За потребе ове дисертације, коришћена је ова база података (2012) како би се издвојиле вегетацијске карактеристике у оквиру слива Јабланице и уопште начин коришћења земљишта.

Према овој бази намена коришћења земљишта подељена је на пет класа: вештачке површине, пољопривредна подручја, шуме и полу-шумска подручја, влажна подручја и водене површине. Ове класе су даље подељене на 15 класа другог реда и 44 класе трећег реда (Несторов, Протић, 2006).

Табела 18 Површине које обухватају класе коришћења земљишта и удео у укупној површини*

<i>CORINE land cover</i>	<i>F у km²</i>	<i>удео у укупној површини %</i>
вештачке површине	6	0,66
пољопривредна подручја	305,8	33,64
<i>ненаводњавано обрадиво земљиште</i>	211,2	23,23
шуме и полушумска подручја	597,3	65,71
<i>од тога листопадне шуме</i>	539,3	90,29
<i>травњаци</i>	4,33	0,48
влажна подручја	/	/
копнене површине	/	/

*према CLC 2012.

Вештачке површине у сливу захватају мање територије у доњем делу слива, околини Лесковца (већих села) и око Лебана и Медвеђе. Од вештачких површина заступљене су нецеловита градска подручја, индустријска постројења,

путна и железничка мрежа и рударски копови, али све ове групе захватају површину од свега 6 km² на територији слива.

Пољопривредна земљишта са значајнијим подручјима природне вегетације заузимају мање територије у горњем и средњем току, а комплекси култивисаних парцела под сталним или годишњим усевима се налазе у околини Шилова и Лебана. Ове површине заступљене су на теренима са нижом надморском висином, у близини водотокова и у околини сеоских насеља. Захватају површину од 267,3 km² у сливу.

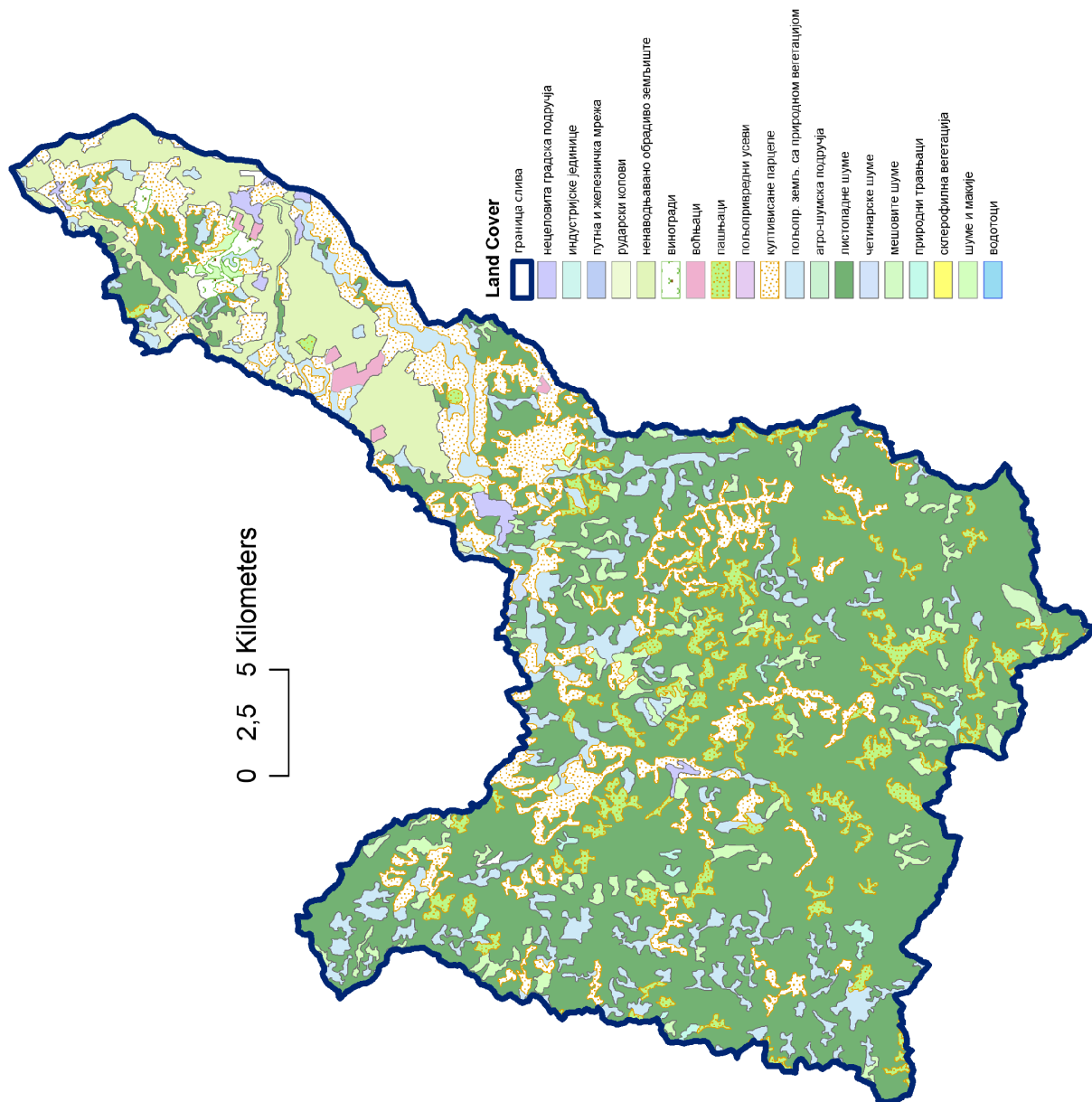
Ненаводњавано обрадиво земљиште обухвата површине под житарицама, махунаркама, крмним биљем, поврћем. Заступљено је са 172,7 km². Обухвата ободне делове Лесковачке котлине, низводно од од Лебана. Плантаже воћака заузимају занемарљиву површину, а пре свега су заступљене у околини села Пертате, Бошњаце и Карађорђевац (око 4 km²).

Шуме и полушумска подручја захватају 597,3 km², односно 65,7% површине слива. Од те површине највећи део покрива листопадна шума (539,3 km²). Листопадна шума покрива углавном планински простор. Непрекидни комплекси налазе се у горњем и средњем делу слива (Табела 18).

Четинарске шуме не представљају природну вегетацију у сливу. Комплекси ове шуме сађени су у оквиру извођења антиерозивних радова, а захватају свега 1,3 km² у сливу Јабланице. Простор покривен мешовитим шумама углавном се поклапа са четинарским шумама и обухвата мање површине узводно од Шилова.

Прелазно подручје шуме чине површине под жбунастом вегетацијом, младим стаблима унутар шумских области, огољене области унутар шумских комплекса, напуштена пољопривредна подручја која је најмање 30% прекрила шумска вегетација и сл. (Ђокић М., 2015). Ово подручје обухвата 38,5 km² територије слива. Природни травњаци се простиру у највишим деловима слива око Старе Бање, Мркоња и горњих притока Бањске и Туларске реке (4,33 km²).

Класа водених површина обухвата најмању територију у сливу, пре свега због генерализације која је извршена што реално смањује површине које треба приказати.



Слика 27 Карта начина коришћења земљишта у сливу Јабланице (према CORINE Land Cover Database (CLC 2012) (легенда према Несторов, Протић, 2006)

7.АНТРОПОГЕНИ УТИЦАЈ НА ИНТЕНЗИТЕТ ЕРОЗИВНОГ ПРОЦЕСА

Човек различитим активностима, директним и индиректним, утиче на интензитет ерозивних процеса. Директно, сечом вегетације, активирањем пољопривредне производње на стрмим нагибима, неадекватном обрадом земљишта, непредузимањем неопходних заштитних мера за спречавање негативних појава својих активности човек може иницирати и појачати интензитет ерозије. Међутим, човек својим активностима може утицати и на смањење интензитета ерозије применом антиерозивних мера (пошумљавање), а као резултат тога на местима некадашњих обрадивих површина данас су шуме различитог склопа, чиме су промењени вегетацијски, хидролошки и бројни други природни услови. Индиректно, иселјавањем са одређених простора, услед промене намене коришћења земљишта, човек може утицати на смањење интензитета ерозивних процеса.

Доношење закључака о индиректним антропогеним утицајима на интензитет ерозивних процеса утврдиће се на анализом следећих процеса у руралним насељима на територији слива Јабланице:

- промена укупног броја становника на територији слива од 1948. до 2011. године
- промена укупног броја домаћинстава на територији слива од 1948. до 2011. године
- промена у популационој величини насеља на територији слива од 1948. до 2011. године
- промена у популационој величини насеља по висинским зонама за период 1961-2011. година
- промена старосне структуре становништва на територији за период 1961-2011. година
- удео пољопривредног, активног и издржаваног становништва 1961. и 2011. године
- типологија насеља према популационој динамици 1961-2011. године
- промене начина коришћења земљишта за период 1961-2012. година

- типологија промене површина обрадивог земљишта 1961-2012. године

Са обзиром на то да је човек низом антиерозивних мера утицао на смањење интензитета ерозивног процеса, у раду су приказани и резултати спроведених антиерозивних радова на простору истраживаних сливова.

Демографско уситњавање и пражњење руралних насеља за последицу је имало старење становништва, појаву старачких домаћинстава и смањење радно способног пољопривредног становништва. Ове промене су индиректно довеле и до смањења интензитета ерозивних процеса на територији слива. Промена намене коришћења земљишта има велики утицај на интензитет ерозивних процеса, тако да се утврђивањем промена у начину коришћења земљишта може закључити да ли је дошло до повећања или смањења њиховог интензитета.

Промена у начину коришћења земљишта утврђене су компаративном анализом података из Пописа пољопривреде 1961. и 2012. године. На тај начин је утврђено у којој мери су обрадиве површине смањене, односно повећане током проучаваног периода на територији сваког насеља. Површине под одређеним усевима (нпр. обрадиво земљиште, пољопривредне површине и сл.) се сматрају као територије на које највећи утицај има човек, који неадекватним управљањем ствара просторе на којима су заступљени најјачи интензитети ерозивних процеса.

7.1. КРЕТАЊЕ УКУПНОГ БРОЈА СТАНОВНИКА И ДОМАЋИНСТАВА У НАСЕЉИМА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА ЈАБЛАНИЦЕ

Основна карактеристика популационих трендова у сливу Јабланице је континуирано смањење укупног броја становника. У периоду од 1948-2011. године укупна популација на територији слива је смањена са 57751 на 41528 становника што указује на смањење од 28%. Међутим, ако посматрамо само сеоска насеља и изузмемо Лебане и Медвеђу, број становника је у истом периоду смањен са 55037 на 30983 становника, односно 57%.

Насеља на територији слива Јабланице припадају општинама Лесковац, Лебане и Медвеђа. У даљем разматрању анализирана су 94 сеоска насеља на

територији слива Јабланице (градска насеља Лебане и Медвеђа нису узета у разматрање). Највеће смањење укупног становништва је забележено у периоду 2002-2011. (6511 становник), као и у периоду 1981-1991. године (6337 становника).

Табела 19 Кретање укупног броја становника и домаћинства сеоских насеља у сливу Јабланице од 1948. до 2011. године

Година	Број становника	Број домаћинства
1948.	55037	8843
1953.	59012	9728
1961.	58461	10901
1971.	53342	11512
1981.	49149	11958
1991.	42812	11545
2002.	37494	11217
2011.	30983	9584

Посматрано на насеобинском нивоу, поједина сеоска насеља су забележила пораст укупне популације. То се посебно односи на сеоска насеља која се налазе у близини Лесковца. Тако насеља Винарце, Турековац, Бошњаце, Доње и Горње Стопање, Доње Синковце, Велико Војловце бележе континуиран раст броја становника током проучаваног периода. Са друге стране, код великог броја сеоских насеља на простору слива Јабланице дошло је до депопулационих процеса. Највеће смањење броја становника у истраживаном периоду (1961-2011) бележе сеоска насеља Горњи Гајтан, Горња Лапаштица, Доњи Бучумет, Клајић, Мала Браина, Стара Бања, Стубла, Велика Браина, Маровац и др (Прилог 3). За ова насеља је значајно то да се налазе у планинским периферним просторима који су удаљени од важнијих саобраћајница, и из тог разлога престављају ареале депопулације. Исељавање становништва из ових удаљених насеља је усмерен ка популационо већим и економски развијенијим сеоским насељима, као и ка градским центрима, Медвеђи и Лебану, тако да ова насеља бележе повећање броја становника.

Табела 20 Промене у укупном броју становника и домаћинства сеоских насеља у сливу Јабланице

Међупописни период	Апсолутни пораст/смањење становништва	Апсолутни пораст/смањење домаћинства
1948-1953.	3915	885
1953-1961.	511	1173
1961-1971.	5119	611
1971-1981.	4193	446
1981-1991.	6337	413
1991-2002.	5318	-328
2002-2011.	6511	-1633
1961-2011.	27478	-1317

Из пописа становништва и станова може да се закључи да се број домаћинства повећао у оквиру слива Јабланице са 8843 (1948. године) на 9584 (2011. године). Пораст броја домаћинства је забележен до 1991. године што је углавном последица подела ранијих вишечланих домаћинства и формирања нових. Највећи број домаћинства је био на попису 1981. године, чак 11958, а највећи број становника у насељима на територији слива 1953. године 59563. Опадање броја домаћинства на територији слива Јабланице изражено је од 1991. године. На последњем попису, 2011. године забележен је најмањи број домаћинства.



Слика 28 Положај насеља на територији слива Јабланице (Извор: www.geosrbija.rs)

7.2. ПРОМЕНЕ ПОПУЛАЦИОНЕ ВЕЛИЧИНЕ НАСЕЉА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА ЈАБЛАНИЦЕ ОД 1948. ДО 2011. ГОДИНЕ

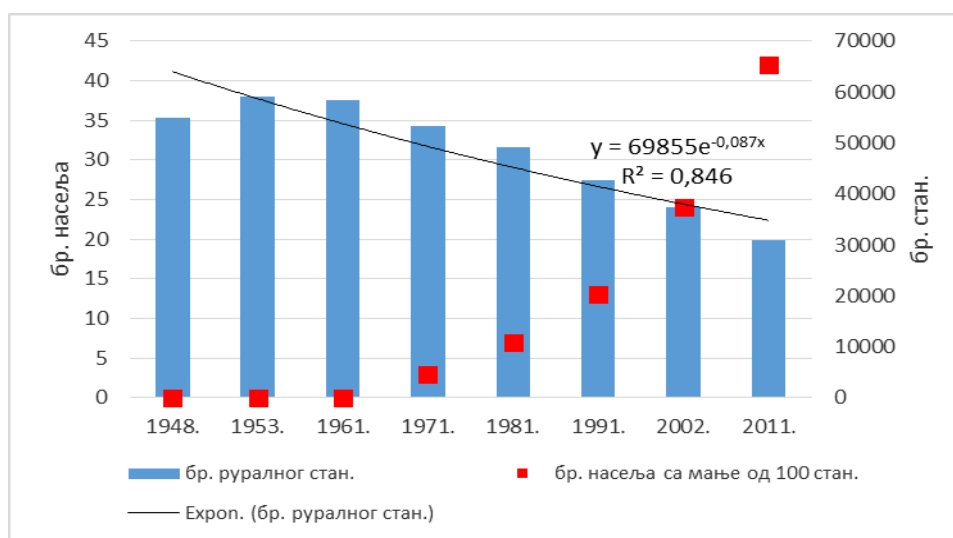
Насеља у оквиру слива Јабланице је могуће разврстати према броју становника на пет група. Сходно актуелној демографској ситуацији, издвојена су насеља до 100 становника, од 101-200 становника, од 201-500 становника, од 501-1000 становника и насеља са више од 1000 становника.

На основу података из табеле 21 може да се закључи да се број насеља са мање од 100 становника повећао. Током првих пописа, до 1961. године у овој групи није било ни једног насеља, а на последњем попису чак 45% насеља припада овој групи. Број насеља у групи са више од 1000 становника се није много променио од првог послератног пописа до данас, али се зато у предходној групи (од 501-1000 становника) број насеља значајно смањило, са 41 колико их је било према попису 1953. године на свега 8 према попису 2011. године.

Табела 21 Сеоска насеља у сливу Јабланице према популационој величини од 1948. до 2011. године

	1948.	1953.	1961.	1971.	1981.	1991.	2002.	2011.
< 100	/	/	/	3	7	13	24	42
101-200	7	8	5	9	17	22	17	13
201-500	36	31	37	42	36	32	31	22
501-1000	38	41	39	28	23	17	13	8
>1000	12	13	12	11	11	9	8	9

*Осим насеља Лебане и Медвеђа



Слика 29 Промена броја руралног становништва и броја руралних насеља са <100 становника у периоду 1948-2011.

У сеоским насељима на простору слива Јабланице процеси депопулације су узроковани негативним стопама природног прираштаја, миграцијама на релацији село-град, као и процесима индустријализације и урбанизације. Као последица тога јавља се процес уситњавања сеоских насеља, што се огледа у повећању броја насеља са мање од 100 становника (1961. године ниједно насеље није припадало овој групи а 2011. године 42 насеља) наглашавајући експоненцијални карактер повећања броја ових насеља.

Насеља на висини до 300 m висине су претежно распоређена у западном делу Лесковачке котлине. Због плодног земљишта које се налази око токова Јужне Мораве и Јабланице и њиховим алувијалним равнима, број становника се не смањује. Од 31 сеоских насеља ове висинске зоне 8 има више од 1000 становника према попису из 2011. године (Бошњаце, Пертате, Шумане, Печењевце, Винарце, Горње Стопање, Доње Стопање и Турековац). У доњем току Јабланице и њеним притокама, на висини до 300 m је 2011. живело укупно 22261 становник или 54% укупне популације (Табела 22) док на надморској висини у распону од 301-1000 m у 63 насеља живи 19191 становника. Велика концентрација становништва у доњем току слива условила је интензивне ерозивне процесе на том простору. На карти просторног распореда категорија ерозије у сливу може да се види да су се јаче категорије (јака и средња) ерозије задржале на тој територији. Према најновијем попису у горњем и средњем делу слива, у свим насељима, дошло је до драстичног смањења броја становника у односу на раније пописне године, што је условило и смањење у количини продукваног наноса. На том простору је и дошло до највећег смањења коефицијента ерозије.

С обзиром на знатну рашчлањеност рељефа и висинску разлику насеобинске територије слива, у табели 22 је дат хипсометријски размештај насеља у оквиру три висинске зоне (до 300 m; 300-500 m; више од 500 m). Највећа концентрација становништва заступљена је у висинској зони до 500 m. Године 1961, 58,8% становништва је живело у насељима до 500 m надморске висине, а 2011. године чак 87,7% становништва. У овој висинској зони се налази и највећи број насеља, 50% од укупног броја. Највеће смањење броја становника забележено је у висинској зони од 801-900 m, преко 90%. Највећа концентрација становништва је заступљена у висинској зони до 300 m, где се уједно налази и највећи број насеља

(31). Појачана концентрација становништва присутна је у најнижој хипсометријској зони (201-300 m), где је 1961. године живело 40% укупног становништва, а 2011. чак 70%. Са друге стране, изражена депопулација присутна је у зони изнад 500 m где је у 47 насеља 1961. године живело 42% укупне популације, а 2011. године свега 10,9%.

Табела 22 Висинска дистрибуција сеоских насеља према броју становника и насеља на територији слива Јабланице, 1961. и 2011. године

Висинске зоне (m)	Број насеља	Број становника 1961. године	Број становника 2011. године
201-300	31	23442	22261
301-400	8	6750	3843
401-500	9	4173	1573
501-600	11	5184	921
601-700	9	5056	879
701-800	14	6831	962
801-900	7	4687	395
901-1000	5	2729	280

*Осим насеља Лебане и Медвеђа

Показатељ просторно-функцијских трансформација насеља и антропопресије су промене броја и просечне популационе величине. На основу пописа становништва и станова може да се закључи да се број домаћинстава повећао у оквиру слива Јабланице са 8843 (1948. године) на 9584 (2011. године). Највећи број домаћинстава је био на попису 1981. године чак 11958, а највећи број становника у насељима на територији слива Јабланице према попису из 1953. године 59563.

Табела 23 Кретање просечне величине сеоских насеља према броју становника и домаћинства на територији слива Јабланице, 1948-2011.

Година	Просечна популациона величина насеља	Хипсометријске зоне			Просечан број домаћинства у насељу
		< 300 m	300-500 m	>500 m	
1948	589	694	589	530	94
1953	634	733	640	576	103
1961	629	760	636	547	116
1971	574	794	570	431	122
1981	527	833	518	320	127
1991	463	840	457	197	123
2002	408	800	383	145	119
2011	336	718	339	73	102

*Осим насеља Лебане и Медвеђа

7.3. ПРОМЕНЕ СТАРОСНЕ СТРУКТУРЕ СТАНОВНИШТВА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА ЈАБЛАНИЦЕ У ПЕРИОДУ 1961-2011.

Старосна структура представља важан демографски фактор. Промена старосне структуре становништва на територији слива Јабланице указује на дуговремену просторну израженост процеса демографског старења, што је нарочито изражено у насељима виших хипсометријских зона, сеоским насељима на већој удаљености од локалних центара или оних који су лоше саобраћајно повезана.

На основу табеле 24 можемо да утврдимо промене учешћа великих старосних група становништва на простору слива Јабланице. Младо становништво (до 19 година) чинило је 1961. године 36,9% укупне популације а 2011. свега 19,5% укупне популације. Запажа се смањење и млађег средовечног становништва (20-39 година) чији је удео у укупној популацији 1961. године износио 34,2%, а 2011. године 23,9%. Процес старења становништва је утврђен јер групе старијег средовечног становништва (40-64 година) и старог становништва (преко 65 година) бележе повећање. У истом периоду група старијег средовечног становништва је увећала удео у укупном становништву са 23% на 35%, док је старо становништво повећано са 5,7% на 21,3%. Ово указује на демографско старење становништва, што се одразило и на начин коришћења

земљишта а с тим у вези и до смањења ерозивних процеса на просторима који су захваћени процесима депопулације и старења становништва.

Табела 24 Становништво сеоских насеља у сливу Јабланице према великим старосним групама 1961. и 2011. године

Старосна група	1961.		2011.	
	Укупно	%	Укупно	%
0-19	21555	36,87	6042	19,5
20-39	20017	34,24	7431	23,98
40-64	13469	23,04	10887	35,15
65 и више год.	3334	5,75	6618	21,36
Непознато	86	0,05	/	/
Укупно	<i>58461</i>	<i>100</i>	<i>30983</i>	<i>100</i>

7.4. КРЕТАЊЕ ПОЉОПРИВРЕДНОГ СТАНОВНИШТВА СЕОСКИХ НАСЕЉА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА ЈАБЛАНИЦЕ 1961. И 2011. ГОДИНЕ

Процес деаграризације представља напуштање пољопривреде од стране аграрног становништва коме је пољопривреда била једина делатност и извор прихода. Овај процес утиче на промену у изгледу насеља, обележјима, трансформацији, миграционих кретања становништва, поремећај полне, старосне структуре и промене у намени коришћења земљишта. Пољопривредно и непољопривредно становништво у међусобном односу показује степен деаграризације (Антић М., 2016). Упоређујући податке о кретањима пољопривредног становништва, активног и издржаваног, из пописа 1961. и 2011. године можемо да закључимо да је број укупног пољопривредног становништва смањен са 82,3% на 26,5% (Табела 25). Од овог процента активно пољопривредно становништво у овом периоду показује пад удела у укупној аграрној популацији са 78,3% на 54,3%. Издржавано пољопривредно становништво показује тренд повећања, са 21,7% (1961. године) на 45,7% (2011. године) (Табела 25). Овај тренд повећања издржаваног пољопривредног становништва може да се објасни поремећајем старосне структуре становништва сеоских насеља на територији слива, као и преоријентацијом становништва на непољопривредне делатности. Већина

становника популационо већих насеља који се притом и налазе у близини већих центара, напуштају пољопривреду и мењају врсту делатности коју обављају а пољопривреда остаје допунска делатност којом се баве. Као последица тога долази до смањења површина под обрадивим земљиштем у атарима многих сеоских насеља на територији слива што посредно доводи до смањења ерозивних процеса и продукције материјала.

Табела 25 Кретање укупног пољопривредног, активног и издржаваног пољопривредног становништва у сеоским насељима на територији слива Јабланице 1961. и 2011. године

година	укупан бр. стан.	Пољопривредно становништво					
		укупно	%	Активно пољопривредно становништво	%	Издравано пољопривредно становништво	%
1961	58461	48113	82,3	37673	78,3	10440	21,7
2011	30983	8211	26,5	4459	54,3	3752	45,7

7.5.ТИПОЛОГИЈА НАСЕЉА ПРЕМА ПОПУЛАЦИОНОЈ ДИНАМИЦИ НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА ЈАБЛАНИЦЕ 1961-2011. ГОДИНЕ

Анализом промена популационог развоја насеља у периоду 1961-2011. пружен је детаљнији увид у процесе депопулације и концентрације становништва, што представља важно полазиште у објашњавању антропогеног утицаја на интензитет ерозивних процеса. Промене популационе динамике насеља одређене су на основу анализе пропорционалних промена која је објашњена у поглављу Методологија.

На основу удела нето релативне промене у сваком сеоском насељу (PR_j) издвојено је 4 типа популационе динамике насеља у сливу Јабланице: прогресивни, стагнантни, регресивни и доминантно регресивни тип.

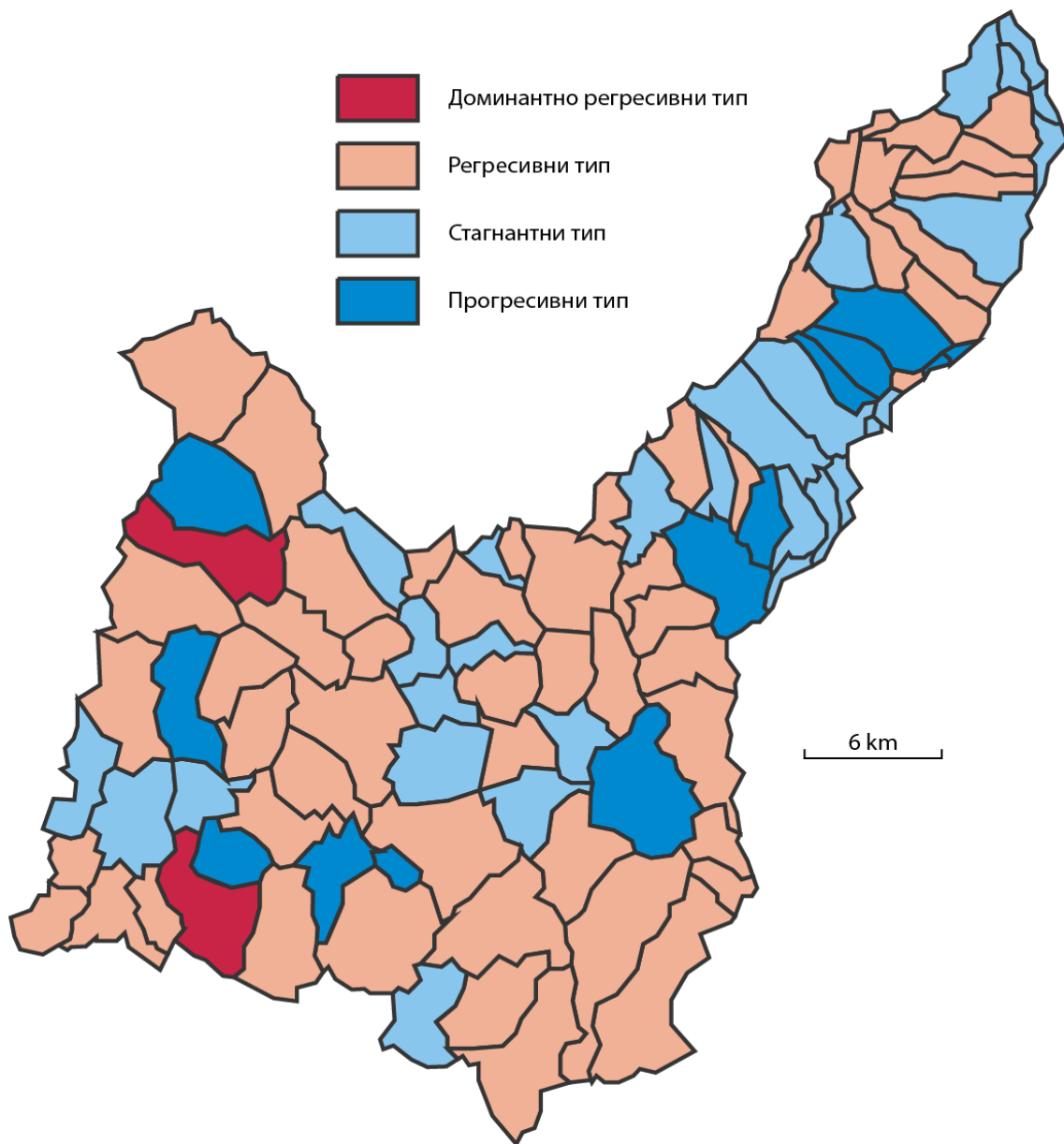
Прогресивни тип насеља има позитивну вредност нето релативне промене укупне популације ($PR_j \% > 47\%$) у периоду од 1961. до 2011. године. Поред појачане концентрације становништва овај тип карактерише и повољна демографска ситуација као и позитивни тренд промене популације. Овом типу припада 10 насеља на територији слива Јабланице то су: Богуновац, Боровац,

Власе, Д. Синковце, Дренце, Сијаринска Бања, Турековац, Теновац, Шумане (слика 30).

Стагнантни тип карактерише позитивну нето релативну промену ($0 < PR_j \% < 47\%$). Овом типу припада 25 насеља. Ова насеља карактеришу умерене промене популације са благом тенденцијом опадања.

Регресивни тип насеља обухвата група насеља са негативним вредностима нето релативне промене укупне популације ($0 > PR_j \% > -47\%$). Овом типу припада највећи број насеља на територији слива (укупно 57 насеља). Њега одликују вишедеценијско континуирано опадање укупне популације.

Доминантно регресивни тип обухвата насеља са негативном нето релативном променом броја становника ($PR_j \% > -47\%$). Овај тип насеља карактерише одмакла фаза депопулације коме припадају само два насеља у оквиру слива Јабланице, Леце и Мркоње. Овај тип насеља обухвата сеоска насеља у којима је последњих деценија дошло до рапидног опадања укупне популације. На основу карте типова популационе динамике насеља на територији слива може да се закључи да највећи број насеља у сливу припада регресивном типу, који карактерише смањење популације у насељима. Насеља која припадају стагнантном или прогресивном типу налазе се претежно у доњем делу слива или око већих насеља (Лебане, Медвеђа) и њих карактерише или благо опадање броја становника или повећање, што указује на повољну демографску ситуацију. Међутим, овим типовима припадају и мала планинска насеља у горњем делу слива што се може објаснити малом популацијом која живи на том простору тако да су и промене (повећање или смањење) незнатне. У условима депопулације становништва дошло је до појаве негативних свеукупних развојних процеса сеоских насеља која припадају регресивном, а поготово доминантно регресивном типу, што обухвата готово половину сеоских насеља на територији слива Јабланице.



Слика 30 Карта типови популационе динамике насеља на територији слива Јабланице 1961-2011.

7.6. ПРОМЕНЕ НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА У СЛИВУ ЈАБЛАНИЦЕ

Ерозија је природни процес, али на његов интензитет значајан утицај има укупна људска делатност. Она се може ставити под контролу променом начина коришћења земљишта и на тај начин смањити њен интензитет. Најзначајнији фактори који утичу на квалитет земљишта и његову плодност су: рељеф, клима, вегетациони покривач и начин коришћења земљишта. Као резултат негативног деловања ових фактора долази до деградације земљишта која се манифестује смањењем плодности, а у екстремним условима до интензивних процеса ерозије (Драгићевић, Степић, Карић, 2008).

Велике промене у распореду и структури становништва условиле су промене у коришћењу земљишта, нарочито од 1960-их година до данас. Начин коришћења земљишта у сливу на основу истраживања Илића (1978) чиниле су површине под шумама 47,8% површине слива, пољопривредно земљиште 42,7%, ливаде и пашњаци 7,7%. На основу Табеле 26 може да се закључи да су површине под ораницама и баштама у сливу смањене за 42% (21051 ha 1961. године на 12215 ha 2012. године), површине под шумама смањене са 17991 ha 1961. године на 9995,9 ha према попису из 2012. године.

Табела 26 Структура коришћења земљишта у сеоским насељима на територији слива Јабланице 1960. и 2012. године

Начин коришћења земљишта (ha)	1961.		2012.	
	Површина (ha)	%	Површина (ha)	%
Оранице и баште	21051,00	44,28	12215,72	39,37
Виногради	522,30	1,10	259,61	0,84
Воћњаци	1997,23	4,20	2107,38	6,79
Ливаде	4237,22	8,91	4512,57	14,54
Обрадиво земљиште	27807,75	58,50	19095,28	61,54
Шуме	17991,70	37,85	9995,87	32,21
Пашњаци	968,58	2,04	1072,94	3,46
Остало земљиште	769,60	1,62	867,02	2,79
Укупно	47537,63	100	31031,1	100

*Извор: Попис пољопривреде, РСЗ, 1960. и 2012. године

Према подацима из пописа пољопривреде 2012. године (табела 26) највећу територију у сливу покривало је обрадиво земљиште 61,5%, од тога оранице и

баште 39%, ливаде 14,5%, воћњаци 6,8%. Значајне су и површине под шумама које обухватају 32,2% територије слива Јабланице.

Упоредјујући структуру коришћења земљишта током два пописна периода можемо да утврдимо да је дошло до благог повећања површина под обрадивим земљиштем, 58,5% (1961.) на 61,5% (2012.). Од укупне површине земљишта под обрадивим земљиштем најизразитије промене су везане за повећање површина под воћњацима (са 4% 1961. године на 6,8% 2012. године) и ливадама (са 8,9% 1961. на 14,5% 2012. године). Површине под шумама су смањене упоређујући пописне периоде са 37,2% (1961.) на 32,2% (2012.).

Површине под обрадивим земљиштем се налазе претежно у доњем току реке Јабланице и уз речне токове већих притока на нижим надморским висинама (атари насеља Печењевце, Турековац, Ђеновац, Каштавар, Гргуrowце, Велико Војловце). Како су то предели који обухватају територије насеља која су популационо велика, територије под обрадивим земљиштем се шире на рачун природне вегетације. Лесковачку котлину карактерише значајно учешће обрадивог земљишта и ратарске производње. Присутво обрадивог земљишта постепено се смањује према ободу ове котлине, у коме се смењују ратарство, воћарство и виноградарство.

Шумски комплекси готово непрекидни простиру се узводно од Шилова и Лебана и покривају простор од Јабланице и њених притока ка већим надморским висинама према развођу. Структура шума је висок удео листопадне шуме храста, и букве која је заступљена на већим надморским висинама.

7.7.ТИПОЛОГИЈА ПРОМЕНЕ ПОВРШИНА ОБРАДИВОГ ЗЕМЉИШТА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА ЈАБЛАНИЦЕ 1961-2012. ГОДИНЕ

Анализом промена обрадивих површина у сеоским насељима у периоду 1961-2012. представљене су промене у начину коришћења земљишта. Промене површина пољопривредног земљишта одређене су на основу анализе пропорционалних промена (Manojlović et al., 2018) која је детаљно објашњена у поглављу Методологија. На основу вредности регионалне развојне компоненте ($\sum AN_j$) и промена у површини пољопривредног земљишта ($\sum AC_j$) одређене су граничне вредности за издвајање различитих типова промене површина пољопривредног земљишта. Наведени типови су дефинисани су на основу удела нето релативне промене у атару сваког сеоског насеља (AR_j).

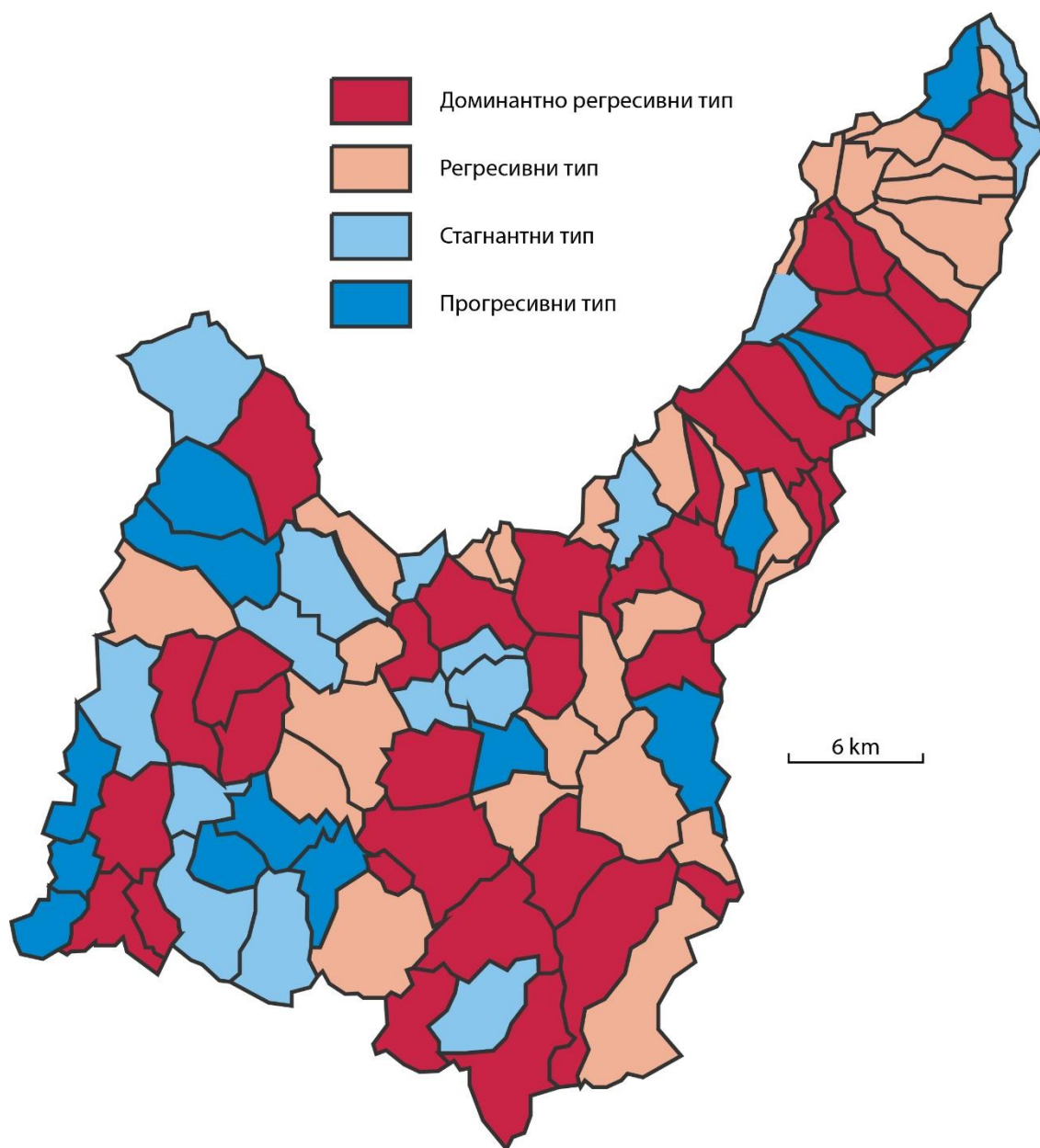
Прогресивни тип има позитивну вредност нето релативне промене ($AR_j > 47,5\%$), у периоду од 1961. до 2012. године. Овом типу припада 16 насеље са територије слива.

Стагнантни тип карактерише позитивна нето релативна промена од ($0 < AR_j < 47,5\%$). Овом типу припадају 15 насеља која су са претежно пољопривредном функцијом и која имају велике површине под пољопривредним земљиштем које је последњих година смањено.

Регресивни тип обухвата насеља са негативним вредностима нето релативне промене ($0 > AR_j \% < -47,5\%$). Овом типу припада 29 насеља на територији слива. Њега одликују континуирано смањење површина под обрадивим земљиштем.

Доминантно регресивни тип обухвата насеља са негативном нето релативном променом површина под обрадивим земљиштем ($R_j \% > -47,5$). Овом типу припада 31 насеље са територије слива.

Слика 31 показује да највећи број насеља на територији слива припада регресивном или доминантно регресивном типу насеља. Та ситуација може да се објасни смањењем броја становништва у тим насељима. Као последица опадања укупне популације долази до напуштања земље која се више не користи, односно не обрађују, и временом долази до затрављивања површина. Ово посредно утиче на смањивање ерозивних процеса на територији ових насеља.



Слика 31 Карта типологија промене површина обрадивог земљишта на територији слива Јабланице 1961-2012.

Промене у намени коришћења земљишта у различитим деловима Европе последњих 50 година показале су да смањење пољопривредног земљишта доводи до великог смањења у продукцији наноса (Perović et al., 2019). Те промене осетиле су се током последњих 40-50 година, где су у нижим планинским пределима у Србији, депопулација и смањена пољопривредна производња утицале да се

природна вегетација обнови или да се промени у вегетацију која више или мање штити од ерозије земљишта (Perović et al., 2019). Тако је обрадиво земљиште због одсуства популације или њеног смањења постепено затрањивано и претварано у ливаде, пашљаке или шуме. Из тог разлога се и коефицијент ерозије и продукција наноса смањила као резултат промене намене коришћења земљишта. Наведени трендови забележени су и на територији слива Јабланице.

7.8. СПРОВЕДЕНЕ АНТИЕРОЗИВНЕ МЕРЕ КАО ФАКТОР ПРОМЕНЕ ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ У СЛИВУ ЈАБЛАНИЦЕ

Резултати спроведених антиерозивних радова на територији слива Јабланице условили су смањење интензитета ерозије, продукције и проноса наноса. Детерминација промене интензитета ерозије у зависности од спроведених антиерозивних радова, осим непосредног значаја за простор истраживања, имају шири практични и теоријски значај, јер су рађена на једном од неистражених територија у Републици Србији.

Константно иселјавање становништва са овог простора нарочито из горњег дела слива, условило је на индиректан начин смањење ерозивног процеса. Човек је својим активностима у великој мери деградирао значајан део површина у сливу, што показује средњи коефицијент ерозије који је износио 0,487 према Карти ерозије из 1983. године. Крчење шума, промена намена коришћења земљишта условила је промене у отицању воде, што је довело до бујичних поплава и деградације земљишта. Стање и квалитет земљишта, а посебно степен угрожености ерозивним процесима наметнуо је потребу за примену бројних биотехничких мера у борби против даљег интензивирања ерозивних процеса.

Противерозиони радови се могу поделити на техничке, биотехничке и биолошке. „Технички радови обухватају све врсте попречних објеката (прагове, преграде, рустикалне преграде, плетере...), као и све врсте подужних грађевина (регулације, обалоутврде итд). Регулације обезбеђују несметан пролаз поплавних таласа бујичних водотока кроз насеља и испод саобраћајница које се штите. Кроз насељена места се раде са облогом од камено-цементног малтера или бетона, док кроз пољопривредне терене могу бити и регулације у природном материјалу

(регулације у земљи). Биотехнички радови обухватају израду тераса, контурних ровова, плетера, сувозида, зидића против спирања, а у биолошке радове спадају пошумљавање, мелиорације деградираних шума, мелиорације пашњака и ливада, затрављивање.“ (Брауновић С., 2013).

На територији слива Јабланице су вршени грађевинско-технички радови у кориту и радило се на заштити обала, док биолошки радови нису вршени или је њихов обим био незнатан. Од биолошких радова вршено је пошумљавање на малој територији у сливу Шуманске реке која представља најинтензивније еродибилно подручје на истраживаној територији. Затрављивање је вршено у доњем току Јабланице, око насеља Печењевце и узводно од насеља.

Технички радови су извођени у кориту Јабланице, регулација корита реке Јабланице кроз већа насеља Медвеђу, Лебане, Шигово и Печењевце, регулација корита Шуманске реке кроз Шумане, кроз Сијаринску бању је направљен кеј 1980-их година, али није регулисан ток Бањске реке. Попречни објекти су грађени у насељу Живково (доњи ток Јабланице) како би се спречио наилазак великих вода и заштитила путна инфраструктура (појас испод моста и главног пута) (Техничка документација предузећа „Механизација“ Власотинце).

На сваких неколико година врши се чишћење корита од стране водопривредних предузећа, ради бољег протока вода кроз корито реке. У Табели 27 дат је укупан обим изведених противерозивних радова у сливу Јабланице.

Табела 27 Укупан обим изведених антиерозивних радова у сливу Јабланице 1960-2005.

регулације		попречни објекти		биолошки радови (ha)	
дужина (km ²)	Зид (m ³)	бр. објеката	Зид (m ³)	пошумљавање	био.радови Σ
11,7	23700	98	2253	570	780

Извор: Техничка документација, Водопривредно предузеће Ерозија, Ниш; Техничка документација ВП „Јужна Морава“ АД, Ниш; „Механизација“ Власотинце

Због екстремних протицаја Јабланице и постојања великог броја бујичних токова у сливу, за 2017. и 2018. годину су планирани радови у оквиру пројекта „Превенција поплава на Југу и Југозападу Србије“, ЈВП „Србијаводе“ и израда пројектно-техничке документације за реконструкцију постојећих и изградњу регулација корита водотока у сливу (на територији Сијаринске Бање, Капитска

река у општини Медвеђа, Шуманске реке и на Јабланици, проширење речног корита реке у дужини од 1000 m на релацији Прибој-Живково) како би се смањила могућност изливања река и плављење насеља, уништавање ораница и путне инфраструктуре. Планирани радови у 2018. години обухватиће изградњу 10 антиерозивних преграда, пошумљавање 500 ha и затрављивање 380 ha, постављање 4,7 km биотехничких преграда (ЈВП „Србијаводе“, 2018).



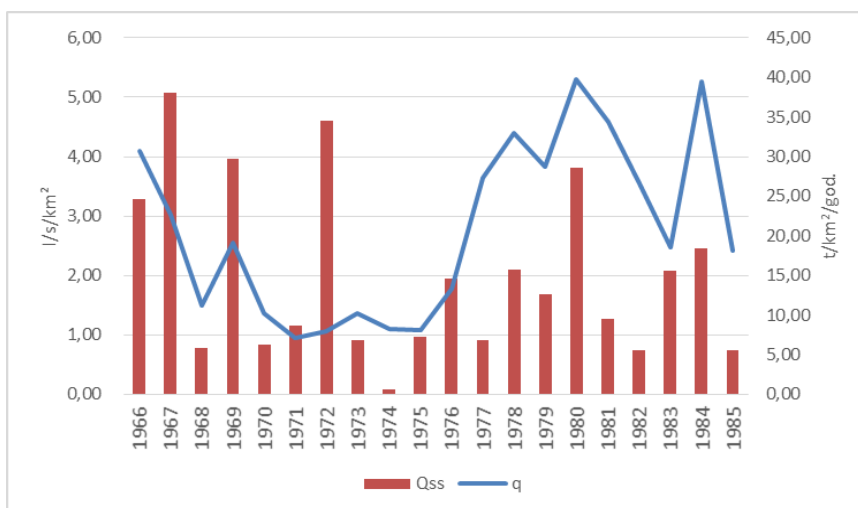
Слика 32 Шуманска река кроз Шумане, потпорни зид (www.adavinic.com)

Добијени резултати истраживања јасно указују да је захваљујући ефектима изведених (техничких, биотехничких и биолошких) радова у већини бујичних токова у Србији смањен интензитет ерозионих процеса (Dragičević et al., 2014; Мустафић С., 2013; Kostadinov et al., 2014, 2017, 2018). Осим извршених антиерозивних радова, смиривању процеса ерозије допринеле су и социодемографске промене (Мустафић С., 2013; Бабовић С., 2017), јер су условиле драстичне промене у начину коришћења земљишта (Драгићевић, Степић, 2006; Драгићевић, Милевски, 2009; Мустафић, Манојловић, Костадинов, 2009; Драгићевић, Новковић, Милутиновић, 2009).

8.ИНТЕРГОДИШЊА И ИНТРАГОДИШЊА ВАРИЈАБИЛНОСТ КОНЦЕНТРАЦИЈА И ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА НА РЕЦИ ЈАБЛАНИЦИ

8.1.ИНТЕРГОДИШЊА ВАРИЈАБИЛНОСТ КОНЦЕНТРАЦИЈА И ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА

Рангирање година према водности омогућава успостављање зависности између средње годишњих протицаја (специфичних отицаја) и проноса суспендованог наноса на међугодишњем нивоу. Из табеле 28 може да се види да највећи пронос наноса није остварен у најводнијој години (1980. године $4,82 \text{ m}^3/\text{s}$) већ у 1967. години ($2,74 \text{ m}^3/\text{s}$). Ни најмањи проноси нису забележени у најсувљој години (1971. години $0,86 \text{ m}^3/\text{s}$) већ у благо сушној 1974. години ($4,08 \text{ m}^3/\text{s}$). Ови подаци указују да водност (протицај) не прати пронос наноса. Код реке Јабланице, профил Печењевце, чешћи је случај да се јави висок пронос наноса у мање водним годинама. Висок пронос наноса у годинама које припадају категорији умерено или благо сушних резултат је екстремно високих протицаја, који у коинциденцији са великим количинама падавина и концентрацијом суспендованог наноса, током само неколико дана у години учествује са преко 50% у годишњој расподели проноса наноса.

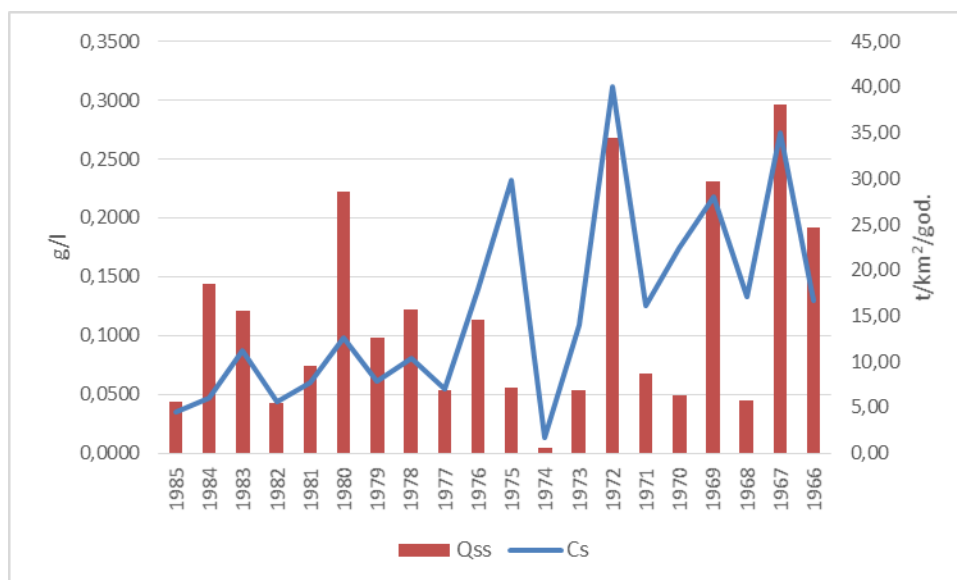


Слика 33 Однос средње годишњег специфичног отицаја (l/s/km^2) и годишњег специфичног проноса наноса ($\text{t/km}^2/\text{god.}$) за период 1966-1985.

Иако између средње годишњих протицаја и проноса наноса постоји значајна веза, постоје и одступања као што је овде случај. Сезонска и месечна расподела могу да имају важну улогу у износу годишњег проноса наноса. На пример, 1972. године само током јула месеца изнето је више од 70% годишњег проноса суспендованог наноса. Протицаји који су забележени током јула су доста изнад средњих вредности ($15 \text{ m}^3/\text{s}$, вишегодишњи просек за месец јул $2 \text{ m}^3/\text{s}$) уз високе концентрације суспендованог наноса ($1,52 \text{ g/l}$; просек за јул $0,25 \text{ g/l}$). Овако високи протицаји последица су летњих пљусковитих киша, тако да је утицај климе, пре свега интензивних падавина, велики на пронос наноса.

Табела 28 Рангирање година према проносу суспендованог наноса ($\text{t}/\text{km}^2/\text{god.}$) у односу на протицаје (m^3/s) и специфичне отицаје ($\text{l}/\text{s}/\text{km}^2$), за период 1966-1985. на профилу Лебане

год.	Q_{ss} ($\text{t}/\text{km}^2/\text{god.}$)	Q (m^3/s)	q ($\text{l}/\text{s}/\text{km}^2$)
1967	38,10	2,74	3,01
1972	34,50	0,97	1,07
1969	29,64	2,31	2,55
1980	28,51	4,82	5,30
1966	24,66	3,73	4,10
1984	18,48	4,78	5,26
1978	15,72	3,99	4,39
1983	15,54	2,25	2,48
1976	14,57	1,62	1,78
1979	12,63	3,49	3,84
1981	9,58	4,17	4,58
1971	8,65	0,86	0,95
1975	7,24	0,98	1,08
1977	6,86	3,32	3,65
1973	6,86	1,24	1,36
1970	6,29	1,24	1,37
1968	5,81	1,36	1,50
1985	5,63	2,19	2,41
1982	5,55	3,22	3,54
1974	0,64	1,01	1,11



Слика 34 Однос концентрација (g/l) и специфичног проноса суспендованог наноса (t/km²/god.) у периоду 1966-1985., профил Лебане

8.2. ИНТРАГОДИШЊА ВАРИЈАБИЛНОСТ КОНЦЕНТРАЦИЈА И ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА

Суспендовани нанос представља резултат деловања површинске ерозије, а његов транспорт се манифестује у речном току у виду суспензије. Концентрација овог типа речног наноса у води наших водотока је варијабилна величина и зависи од природних услова (услова подлоге, морфолошких и геоморфолошких карактеристика терена, висине, интензитета и плувиометријског режима падавина, пошумљености слива, густине речне мреже, протицаја итд), али антропогених активности у сливу (начин коришћења земљишта, акумулације) (Драгићевић, Манојловић, Николић, 2007).

У савременим геоморфолошким, и другим истраживачким областима које се баве проучавањем речног наноса (хидрологија, геологија, педологија, инжењерске струке) фокус истраживања је био на суспендованом наносу (Драгићевић С., 2002; Манојловић, Мустафић, Младеновић, 2012). Према Чакрапани (Chakrapani G.J., 2005; Chakrapani, Subramanian, 1990) фактори који доминантно детерминишу пронос суспендованог наноса су падавине, отицај и литолошки састав терена. Утицај људских активности, укључујући експлоатацију шума,

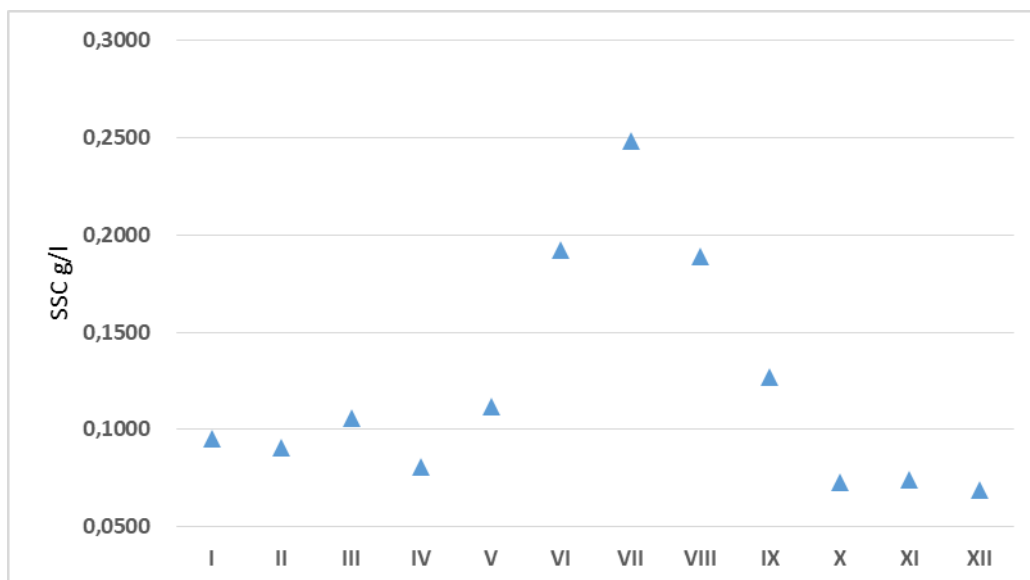
промене у начину коришћења земљишта, антиерозивне радове и сл., остављају снажне последице на речне системе на територији Медитерана (Hooke J.M., 2005). Крчење природне вегетације и промена у начину коришћења земљишта или конзервација земљишта утицале су на промене и проносу суспендованог наноса (Walling, Fang, 2003). Walling (2006) указује на смањење проноса наноса у неким рекама, што је директна последица утицаја човека првенствено у смислу изградње акумулација. Управо од наведених фактора средине зависи колики је удео одређеног типа наноса у њиховој укупној суми.

Пренос суспендованог наноса не зависи само од количине воде у кориту, односно протицаја, већ је веома променљива величина која зависи од великог броја фактора, као што су геолошка грађа, педолошки покривач, нагиб, експозиција, падавине, вегетациони покривач, итд. Због тога је одређивање зависности ове појаве у односу на протицај веома незахвалано и добијене резултате треба узети са резервом. Такође, за прецизније податке неопходан би био вишегодишњи низ осматрања, који одговара периоду осматрања протицаја. Проблем представља и то што се нанос кроз речни профил не транспортује константно и његова варијабилност у јединици времена је много већа од варијабилности протицаја. У анализи зависности концентрације суспендованог наноса и протицаја, тај однос је у сагласности: што су протицаји већи, јавља се и повећање концентрације суспендованог наноса, али овај однос није линеаран. Концентрација суспендованог наноса је осетљива на екстремне метеоролошко-хидролошке услове и као последица тога постоји изразита варијабилност појаве у оквиру једног хидролошког профила на коме се врши осматрање, при свим истим физичко-географским условима. Међутим, вредност концентрације суспендованог наноса у значајној мери може бити модификована и антропогеним утицајем. Утицај човека се највише осећа кроз различите видове антиерозивних мера, начин коришћења земљишта, изградњу брана и др. Имајући у виду велики број фактора који одређују вредности концентрације суспендованог наноса у оквиру даље анализе утврђене су његове основне карактеристике, као и дневне, месечне и годишње вредности, као и вредности током екстремних хидролошких услова. Неслагање између месеца са највећом водношћу и највећом вредношћу проноса наноса резултат је различитог односа концентрације суспендованог наноса и

протицаја. На основу овога се закључује да механичка водна ерозија не зависи само од количине падавина, отицаја и количине суспендованог наноса, већ да на интензитет ерозије утичу и други физичко-географски фактори: zasiћеност земљишта водом, интензитет падавина, врста падавина, температура ваздуха и евапо-транспирација (Манојловић, Драгићевић, 2000). Диференцијација концентрација суспендованог наноса у вези је са сезонским падавинама и њиховом варијабилношћу.

Профил Лебане (1966-1985). Средња вишегодишња вредност концентрација суспендованог наноса на Јабланици у двадесетогодишњем периоду (1966-1985) износила је 0,1214 g/l при средњем протицају од 2,51 m³/s. Највиша средња годишња концентрација измерена је 1972. године 0,3118 g/l, а најмања је измерена 1974. године и износила је 0,0134 g/l. Највиша средња месечна концентрација суспендованог наноса је забележена јула 1972. године 1,52 g/l при протицају од 15,4 m³/s, најмања 0,0001 g/l забележена је током више месеци у овом периоду. У 1972. години током јула месеца забележено је чак 12 дана са концентрацијама већим од 1 g/l, а максимална вредност је износила чак 11,3920 g/l (28.07.1972. године). За разлику од профила Радикине Баре на Кутинској реци, на овом профилу екстремни концентрација суспендованог наноса се не поклапају са екстремним средњим годишњим протицајима. Најмање и највеће вредности суспендованог наноса нису остварене током хидролошки најводније, односно најсувље године. Варијабилност концентрације суспендованог наноса показује одређену правилност у годишњој расподели. Растућа грана годишње расподеле концентрација почиње у априлу и траје до јула када вредности концентрације суспендованог наноса достижу максималне вредности. Након тога долази до опадања концентрација све до децембра када су минималне вредности.

Посматрано по сезонама највећа просечна концентрација суспендованог наноса је у току лета, док је најмања измерена у зимским месецима (1966-1985).



Слика 35 Средње месечне концентрације суспендованог наноса SSC (g/l) на Јабланици, профил Лебане за период 1966-1985.

Табела 29 Дневне минималне (SSC_{min}) и максималне (SSC_{max}) вредности концентрација суспендованог наноса (y g/l) (1966-1985)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SSC_{min}	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
SSC_{max}	3,3511	1,2858	1,4007	0,9549	3,7488	4,6006	11,392	8,0712	6,8124	4,0306	0,7984	1,8726

Односи између екстремних вредности највише долазе до изражаја ако се посматрају дневне вредности. Дневне концентрације од 0,0001 g/l типичне су за све месеце током године. Највећа забележена концентрација износила је 11,392 g/l (28.07.1972. године) при протицају од 15,4 m³/s. Иначе током овог месеца било је 12 дана са концентрацијама преко 1 g/l, а девет дана са концентрацијама већим од 2 g/l. Овако високе концентрације суспендованог наноса су се јавиле као последица летњих пљускова. Месечне падавине током јула 1972. године су биле за 31% веће у односу на просечну вишегодишњу вредност.

Табела 30 Средње месечне (SSC_{sr}), минималне (SSC_{min}) и максималне вредности (SSC_{max}) концентрације суспендованог наноса (у g/l)

1966-1985	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SSC _{sr}	0,0950	0,0905	0,1058	0,0807	0,1116	0,1925	0,2482	0,1891	0,1269	0,0727	0,0745	0,0690
SSC _{min}	0,0077	0,0150	0,0162	0,0050	0,0157	0,0203	0,0065	0,0052	0,0036	0,0068	0,0067	0,0042
SSC _{max}	0,2671	0,2326	0,4069	0,3016	0,3725	0,4462	1,5245	0,8655	0,6691	0,24526	0,25942	0,2508
stdev	0,0683	0,0613	0,0893	0,0702	0,0927	0,1611	0,3641	0,2187	0,1617	0,0626	0,0555	0,0634
Cv	0,7	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,4	1,1	1,2	0,8	0,7	0,9
max/min	34,3	15,4	25,1	59,4	23,6	21,9	231,9	163,8	185,5	35,5	38,5	59,6

Пронос суспендованог наноса током двадесетогодишњег периода (1966-1985) је износио укупно 268767,98 t. Највећи пронос наноса је остварен током 1967. године (34662,66 t), најмањи 1974. године (578,66 t). Највиши средњи месечни пронос суспендованог наноса је износио јула 1972. године, 22303,39 t, а најмањи октобра 1968. године, свега 3,76 t. Коefицијент варијације за пронос наноса је преко 1 за све месеце у истраживаном периоду.

Табела 31 Просечне месечне (Q_{Ssr}), минималне (Q_{Smin}) и максималне (Q_{Smax}) суме проноса суспендованог наноса (у t) за период 1966-1985.

1966-1985	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Q _{Ssr}	977,08	1948,03	2617,99	952,91	1375,15	1549,30	2156,69	411,05	538,20	146,86	371,21	393,91
Q _{Smin}	21,8	17,9	24,9	7,3	22,3	31,4	4,0	9,6	15,2	3,76	12,7	10,4
Q _{Smax}	4264,2	10356,1	11814,8	3411,9	9779,5	7330,4	22303,4	1980,3	5580,7	614,3	2131,7	1524,7
stdev	1139,7	2693,8	3200,6	869,4	2551,0	2304,1	5500,3	516,2	1305,5	154,4	508,0	453,7
Cv	1,2	1,4	1,2	0,9	1,9	1,5	2,6	1,3	2,4	1,1	1,4	1,2
max/min	195,3	578,8	475,2	467,2	439,3	233,8	5541,2	206,7	368,3	163,4	167,6	147,0

Профил Печењеvце. Током 2016. године при средњем протицају од 4,31 m³/s средња годишња концентрација суспендованог наноса износила је 0,0402 g/l. Највећа средња месечна концентрација суспендованог наноса је измерена у марту (0,1322 g/l), најмања вредност у октобру (0,0046 g/l). Међутим, упоређујући дневне вредности концентрација разлика је још очигледнија. Дневне максималне вредности суспендованог наноса забележене су 10.11. и 11.11. и износиле су 0,9797 g/l, односно 0,9400 g/l. Минимална вредност је измерена 04.10. и износила

је 0,0013 g/l. Из Табеле 32 можемо да видимо да је највећа вредност коефицијента варијације у новембру (1,95); затим марту (1,34), када су и највише вредности концентрације суспендованог наноса. Најниже вредности C_v су током августа и јула, 0,1 односно 0,17, затим фебруара и априла 0,37. Највећа разлика између максималних и минималних вредности концентрација је забележена током новембра и износи чак 515,63, марта 107,43.

Табела 32 Средње месечне (SSC_{sr}), минималне (SSC_{min}) и максималне вредности (SSC_{max}) концентрације суспендованог наноса (у g/l) на профилу Печењевце 2016. године

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SSC _{sr}	0,0361	0,0434	0,1322	0,0132	0,0297	0,0085	0,0150	0,0106	0,0149	0,0046	0,1285	0,0459
SSC _{min}	0,0085	0,0228	0,0074	0,0065	0,0066	0,0045	0,0111	0,0082	0,0071	0,0013	0,0019	0,0088
SSC _{max}	0,1910	0,0949	0,7950	0,0237	0,1250	0,0145	0,0222	0,0127	0,0332	0,0080	0,9797	0,0811
stdev	0,040	0,016	0,177	0,005	0,024	0,003	0,003	0,001	0,007	0,002	0,251	0,016
C_v	1,12	0,37	1,34	0,37	0,81	0,34	0,17	0,10	0,47	0,37	1,95	0,34
макс/мин	22,47	4,16	107,43	3,65	18,94	3,22	2,01	1,55	4,68	6,12	515,63	9,22

У 2016. години протицаји су били у оквиру просечних вредности у односу на средње годишње протицаје (1961-2016), осим током марта и новембра када су забележене изнад просечне вредности. Овако високи месечни протицаји поклопили су се са изузетно великом количином падавина. Током 2016. години на станици Лесковац забележена је годишња сума падавина која је за 30% већа од средњег вишегодишњег просека. У марту је пало 90%, јулу 140% а новембру 117% више падавина од просека за те месеце. Велике количине падавина условиле су велике протицаје, тако да су се највећи дневни протицаји јавили у марту (72,6 m³/s) и новембру (61,6 m³/s). Овако екстремни услови међутим нису довели до јављања високих концентрација суспендованог наноса. Највећа концентрација силта је измерена 10.11.2016. године и износила је 0,9797 g/l при протицају од 61,6 m³/s што је условило пронос наноса од 5214,2 t. Најмања концентрација силта измерена је 04.10.2016. године и износила је свега 0,0013 g/l. Тако да однос између максималне и минималне вредности концентрације силта износи 1:753.

Табела 33 Месечне суме проноса суспендованог наноса Q_s (t) као и минималне Q_{smin} и максималне вредности Q_{smax} , профил Печењевице, 2016. година

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Q_s	1004,45	691,73	12937,04	130,67	548,25	47,25	36,32	19,20	22,62	15,52	10699,10	234,83
Q_{smin}	0,77	6,95	4,88	1,46	1,48	0,43	0,23	0,19	0,09	0,03	0,15	1,80
Q_{smax}	336,65	80,93	4986,75	12,16	147,96	4,34	4,55	1,40	3,70	1,56	5214,20	16,61
stdev	68,43	17,18	962,37	2,92	28,65	1,02	0,96	0,27	0,90	0,36	1145,09	3,20
C_v	2,11	0,72	2,31	0,67	1,62	0,65	0,82	0,44	1,19	0,72	3,21	0,42
max/min	435,35	11,64	1020,89	8,33	99,80	10,05	19,48	7,38	40,56	57,60	33898,51	9,22

Током 2016. године укупно је пронето 26386,97 t суспендованог наноса (29 t/km²/год.). Посматрајући на месечном нивоу највећи пронос наноса забележен је у марту (12937,04 t) при средњем протицају од 17,4 m³/s, затим у новембру 10699,1 t, а најмањи августа месеца (19,20 t) при средње месечном протицају од 0,66 m³/s. Однос између максималних и минималних вредности најбоље се може уочити посматрајући дневне вредности проноса наноса. Највећи дневни пронос забележен је 14.03. и износио је 4986,75 t, што чини 19 % укупне годишње суме, а најмањи 04.10. свега 0,03 t.

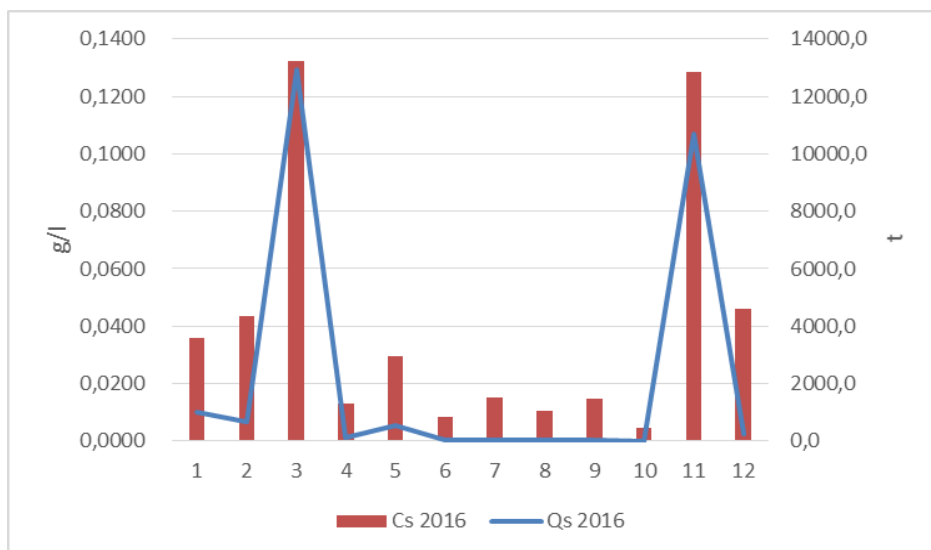
Само током два дана у новембру из слива је изнето 8966,38 t (09. и 10.11.) што чини 34 % годишње суме проноса наноса. Највећа продукција наноса измерена је марта месеца када је за свега четири дана из слива изнето 9224,38 t или више од 35 % укупног годишњег проноса наноса, што значи да је само током наведених шест дана (два у новембру и четири у марту) пронето готово 70% укупног годишњег проноса суспендованог наноса, а током марта и новембра из слива је изнето скоро 90% годишње суме суспендованог наноса.

На основу Табеле 9 и Сlike 11 може да се закључи да се 2016. година издваја као екстремна у смислу да су током новембра измерене максималне дневне количине падавина у читавом периоду који је узет у разматање. Овако екстремне вредности током новембра условиле су и пораст протицаја (измерено 61,6 m³/s) што је условило и високе концентрације суспендованог наноса (10.11.2016. године 0,9797 g/l), као и пронос наноса од 10699,1 t што чини 40,5% укупног годишњег проноса суспендованог наноса. Март 2016. године се такође издваја као екстреман по количини падавина (Табела 9). У марту је пало 90%

више падавина од просека за тај месец. Велике количине падавина условиле су велике протицаје, па су се највећи дневни протицаји јавили у марту ($72,6 \text{ m}^3/\text{s}$) што је условило и велике проносе наноса $12937,04 \text{ t}$, или 49% укупне годишње вредности. Током марта и новембра из слива је изнето скоро 90% годишње суме суспендованог наноса.

Ова чињеница говори о ексцесивности механичке ерозије и о бујичном карактеру слива Јабланице. Све је то утицало на интензивирање ерозивних процеса у сливу.

Ова чињеница говори о ексцесивности механичке ерозије и о бујичном карактеру реке Јабланице.



Слика 36 Однос концентрација (g/l) и проноса суспендованог наноса (у t) 2016. године, профилу Печењевце

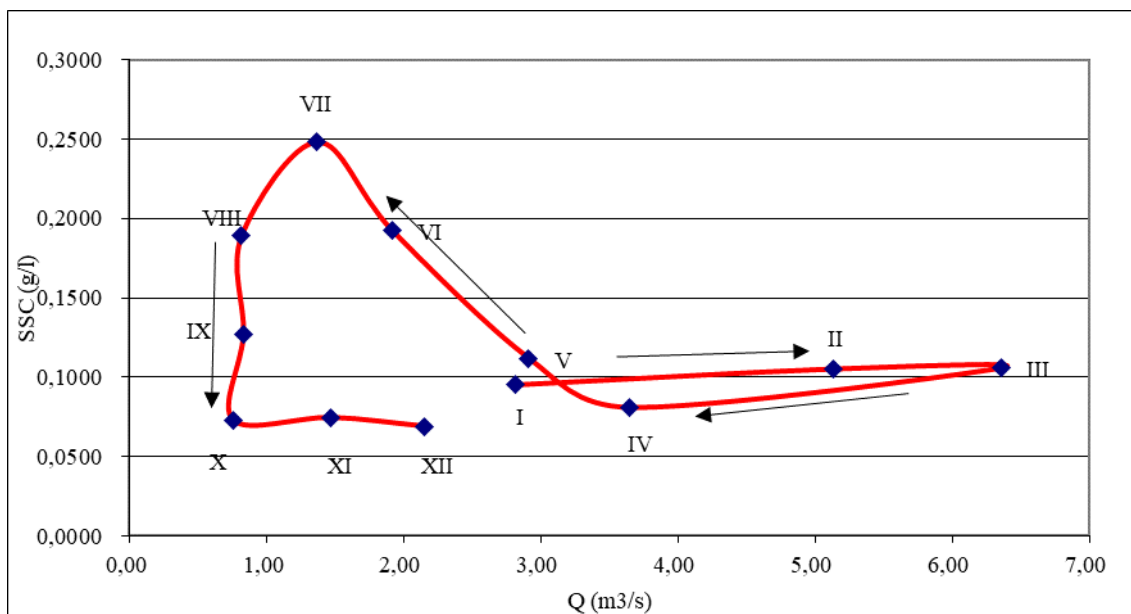
8.3. ХИСТЕРЕЗИС ПЕТЉЕ

Упоређивањем података о концентрацијама суспендованог наноса и протицаја може се дефинисати на који начин су концентрације наноса дистрибуиране у односу на вредности протицаја. Показатељ везе између концентрације суспендованог наноса и протицаја је утврђивање постојања хистерезис петље. Утврђивање типа хистерезис петље разматрано је у оквиру средње годишње вредности (за 2016. годину, профил Печењевце) и у оквиру

вишегодишњих вредности за двадесетогодишњи период (1966-1985, профил Лебане).

Хистерезис петља за период 1966-1985. Петља има облик осмице. Овај облик петље карактерише то да се доминатни услови током године смењују. Повезују се комплексни догађаји који се дешавају после сувих предходних услова (Soler, Latron, Gallart, 2008). Конкретно, прва фаза настаје после сушног јесењег периода, услед отапања снега током пролећа и пролећних падавина земљиште је натопљено влагом. Од јануара до јула има правац казаљке на сату а од јула до децембра правац супротан од казаљке на сату. У фази смера петље у правцу казаљке на сату настаје презасићење земљишта влагом, а његов капацитет да задржи воду је мали, тако да се услови отицања интензивирају. У овом случају се услови земљишта истичу као доминантан фактор. Од априла почиње значајније повећање концентрације силта уз смањење протицаја што је у складу са распоредом падавина и порастом температура у летњим месецима. У јулу су забележене максималне концентрације суспендованог наноса.

У другој фази (супротан смер) настаје ситуација којом доминирају падавине високог интензитета, а то значи да извор седимената може бити активан на ширем простору слива. Током јула се бележе ниски протицаји, али повремене интензивне пљусковите кише изазивају повећање протицаја што доводи до интензивирања ерозивних процеса. Ово доводи и до наглих повећања концентрације суспендованог наноса па су током јула најчешће измерене и вредности преко 1 g/l, али и 5 g/l (најчешће током 1972. године). Од јула, концентрације силта опадају, а протицаји су мали. Најнижи протицаји су забележени октобра месеца, док концентрације силта достижу минималне вредности од октобра до децембра.

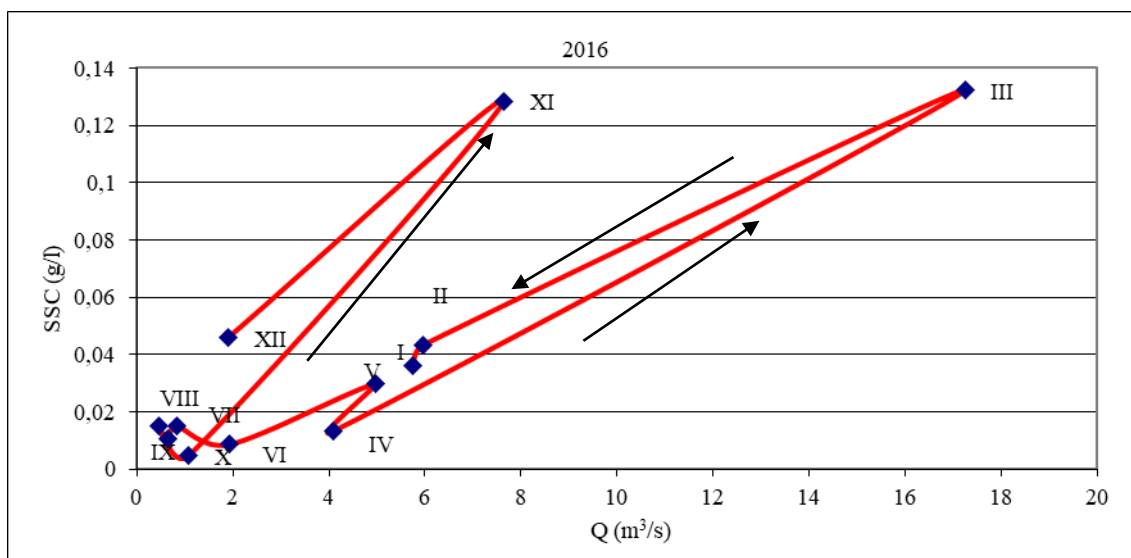


Слика 37 Средња годишња хистерезис петља за период 1966-1985, профил Лебане

Хистерезис петља за 2016. годину. Спада у групу петљи смера супротаног од казаљке на сату. Код овог типа петље разлог појаве високих концентрација суспендованог наноса после пика протицаја је споро премештање седимената до речног тока, јер се седименти транспортују из области који су од њега јако удаљени и нису стално повезани у систем канала са речним током. Петља за ову годину је атипична. Од јануара до октобра петља има правац супротан од казаљке на сату. Од јануара до марта повећавају се протицаји, али и концентрације суспендованог наноса. Од фебруара до марта повећање протицаја и концентрације силта је нагло и крива је изразито стрма. Током марта протицај достиже максималне вредности што је у складу са вишегодишњим просеком јављања максималних протицаја. Од марта долази до наглог опадања протицаја које прати и смањење концентрације суспендованог наноса. У летњим и јесењим месецима забележени су врло ниски протицаји, знатно испод просечних месечних вредности вишегодишњег периода. Посматрајући график одмах се примећују изразити пикови у марту и новембру. Година 2016. се одликује великом количином падавина које су прилично неравномерно распоређене (највише марта, јула, октобра и новембра, док су остали месеци испод или око вишегодишњег просека месечних падавина). Ниски протицаји током јула нису у складу са количином падавина у јулу која је за 140% изнад просека. Поставља се питање

зашто су протицаји ниски услед тако велике количине падавина? Где долази до губитака воде? Једно од објашњења је да су током летњих месеци високе температуре и велико је испаравање. Међутим, највероватнији разлог овој појави је наводњавање башти и пољопривредних култура под пластеницима у близини реке. Иако нема тачних података о антропогеном утицају (али на основу разговора са мештанима) велико је коришћење воде из реке за ове потребе. У новембру су концентрације силта високе и тај пораст прати и повећање водности али са много нижим вредностима него током марта. Повећање протицаја у новембру је проузроковано великом количином падавина које су забележене током октобра, иако период август-септембар бележи испод просечне количине падавина. Ово указује да поред падавина и извора седиментног материјала, засићеност земљишта водом има велику улогу у отицању. Пре свега услед инфилтрационог капацитета земљишта и његове способности да задржи падавинску воду. Из тог разлога у неким сливовима висину отицаја више одређују карактеристике земљишта него падавине (Мустафић С., 2013). Карактеристично за хистерезис у 2016. години на Јабланици је то да концентрације суспендованог наноса максимум достижу када су и максимуми протицаја.

Варијабилност суспендованог наноса је под утицајем карактеристика и локације активних седиментних извора (Lenzi, Marchi, 2000), али и механике транспорта до речних токова (Jansson M. B., 2002).



Слика 38 Средња годишња хистерезис петља за 2016. годину, профил Печењевце

8.4. ДЕТЕРМИНАЦИЈА ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА ПРЕМА УЧЕСТАЛОСТИ ЈАВЉАЊА ПРОТИЦАЈА НА РЕЦИ ЈАБЛАНИЦИ

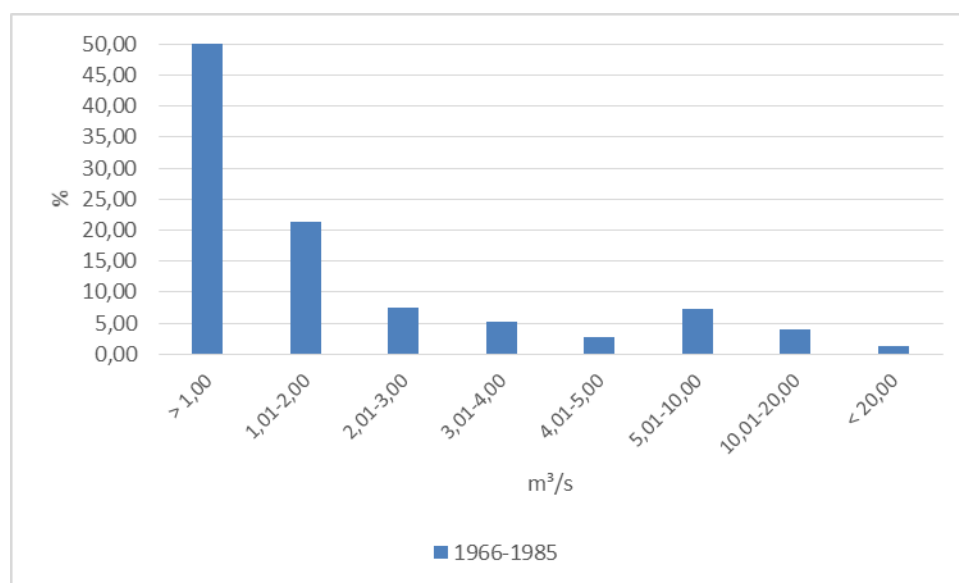
Ова врста методолошког поступка подразумева свођење података на квантитативну анализу њихових дистрибуција. То подразумева да се разматрању проноса наноса приђе са домена фреквенције. За одређене временске периоде, сређени подаци о протицајима, специфичним отицајима, концентрацијама и проносима суспендованог наноса, дистрибуирани су да покажу распоред по вредностима обележја, односно модалитетима. Модалитети су груписани по величини и интензитету, а израда табела према фреквенцијама и групама података одређени су Sturge's Rule (Стругесово правило) (Његић, Жижић, 1987), које се користи и у проучавању ерозивних процеса (Манојловић П., 1992). На тај начин је могуће упоређење датих варијабли као и утврђивање учесталости појављивања према издвојеним групама. Како би се одрадила упоредна анализа по годинама истраживања између два слива коришћене су и категорије специфичних отицаја. На основу дистрибуције фреквенци протицаја израчунат је процентуални удео проноса наноса и концентрације наноса у свакој од формираних класа.

Из Табеле 34 можемо да видимо да су протицаји на Јабланици, на профилу Лебане, распоређени у 8 класа. Током периода 1966-1985. највећи број

протицаја јавио се у класи до 1 m³/s, чак 50,5% током двадесетогодишњег периода, а 72% протицаја припада класи до 2 m³/s. Протицаји преко 5 m³/s јављали су се свега 12% времена, а преко 20,01 m³/s свега 91 пут или 1% времена.

Табела 34 Дистрибуција фреквенци протицаја Q (m³/s) на профилу Лебане за период 1966-1985.

класе Q	Q (m ³ /s)	frekvencija	%
1	> 1,00	3687	50,47
2	1,01-2,00	1579	21,62
3	2,01-3,00	552	7,56
4	3,01-4,00	358	4,90
5	4,01-5,00	223	3,05
6	5,01-10,00	524	7,17
7	10,01-20,00	291	3,98
8	< 20,01	91	1,25
	укупно	7305	100



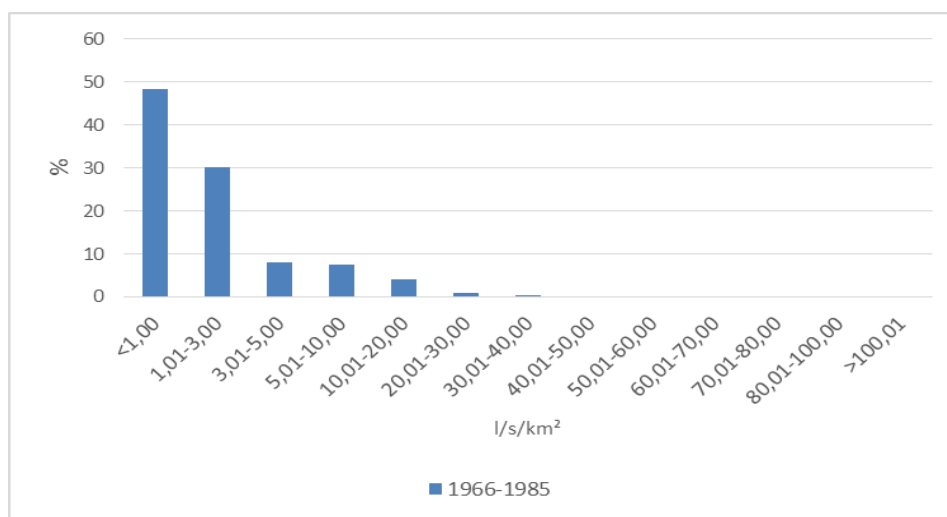
Слика 39 Процентуална дистрибуција протицаја Q (m³/s) на профилу Лебане за период 1966-1985.

Из формираних дистрибуција фреквенци специфичних протицаја су распоређени у 13 класа. Из Табеле 35 можемо да видимо да током периода 1966-1985. највећи део специфичних протицаја је распоређен у класама до 10 l/s/km², чак 94%, од чега највећи део припада класи мање од 1 l/s/km² (47,62%) и од 1-3 l/s/km²

30,8%. Тако да прве две класе (до 3 l/s/km²) чине око 78% података. Специфични отицаји у класама преко 20 l/s/km² заступљени су са 1,6% времена.

Табела 35 Дистрибуција фреквенци специфичних отицаја за слив Јабланице q (l/s/km²) на профилу Лебане за период 1966-1985

класе q	q (l/s/km ²)	frekvencija	%
1	<1,00	3479	47,62
2	1,01-3,00	2250	30,80
3	3,01-5,00	590	8,07
4	5,01-10,00	556	7,61
5	10,01-20,00	304	4,16
6	20,01-30,00	69	0,94
7	30,01-40,00	32	0,44
8	40,01-50,00	4	0,05
9	50,01-60,00	4	0,05
10	60,01-70,00	1	0,01
11	70,01-80,00	6	0,08
12	80,01-100,00	4	0,05
13	>100,01	1	0,01
	укупно	7305	100



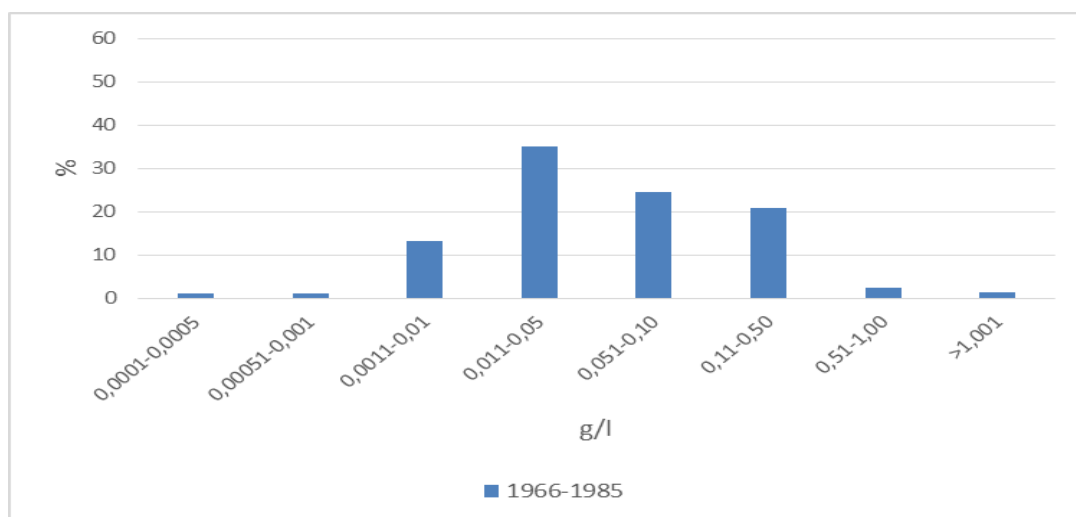
Слика 40 Процентуална дистрибуција специфичног отицаја q (l/s/km²) на профилу Лебане за период 1966-1985.

Код дистрибуције фреквенце концентрације суспендованог наноса уочава се да је највећи број података у оквиру класе чије су граничне вредности од 0,011-0,05 g/l. Највећа фреквентност концентрација наноса у поменутој класи је

забележена током 2016. године 58,2%, а за двадесетогодишњи период 35,2%. Највеће груписање података је у класама од 0,0011-0,01 g/l до 0,11-0,50 g/l. У оквиру ове четири класе скоцентрисано је 94% података посматрајући период 1966-1985. и чак 99% података у 2016. години. Идући од ових средишњих класа ка екстремним заступљено је све мање података. Прве две класе као и последња класа нису забележене ниједном током 2016. године. Током двадесетогодишњег периода има забележених података о екстремима. Концентрације у класи преко 1 g/l нису измерене у 2016. години, али током периода 1966-1985. јавили су се 104 пута (1,42%).

Табела 36 Дистрибуција фреквенци концентрације суспендованог наноса SSC (у g/l) на профилу Лебане за период 1966-1985

класе SSC	SSC (g/l)	frekvencija	%
1	0,0001-0,0005	87	1,19
2	0,00051-0,001	75	1,03
3	0,0011-0,01	970	13,28
4	0,011-0,05	2572	35,21
5	0,051-0,10	1799	24,63
6	0,11-0,50	1514	20,73
7	0,51-1,00	184	2,52
8	>1,001	104	1,42
укупно		7305	100

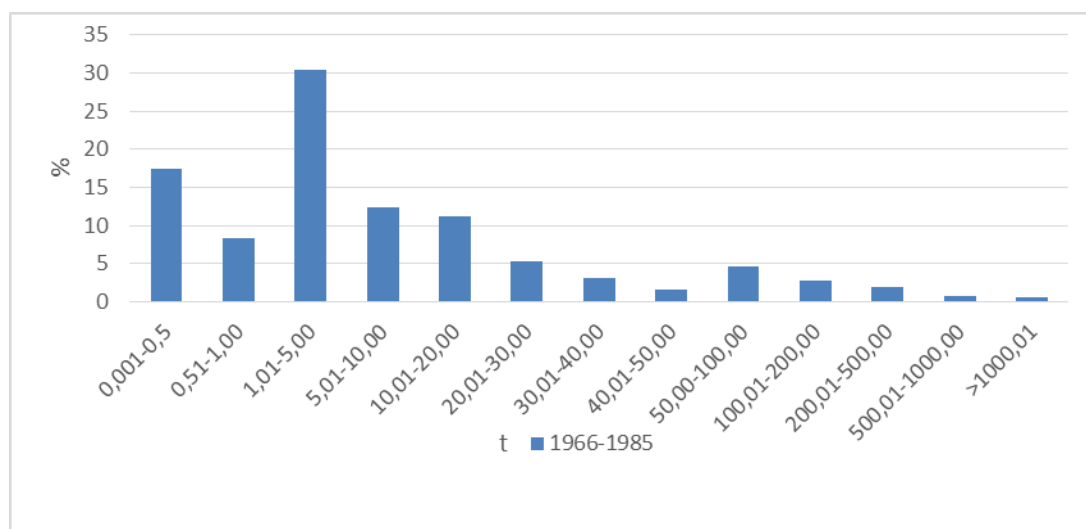


Слика 41 Процентуална дистрибуција фреквенци концентрације суспендованог наноса SSC (g/l) на профилу Лебане за период 1966-1985

Пронос наноса на Јабланици подељен је у 13 класа. Доминирају наноси у класама до 20 t где је сврстано највећи број података (80%). У читавом периоду нанос већи од 1000 t јавио се само 36 пута. Посматрајући Табелу 37 доминира нанос у класи од 1,01-5 t, који је забележен највише пута, 30,4%. Класе преко 20 t су заступљене са мање од 5% јављања током времена. Проноси наноса у оквиру свих 13 класа су забележени током времена истраживања.

Табела 37 Дистрибуција фреквенци проноса наноса Qs (у t) на профилу Лебане за период 1966-1985

Класе Qs	Qs (t)	frekvenca	% frek
1	0,001-0,5	1278	17,49
2	0,51-1,00	606	8,30
3	1,01-5,00	2223	30,43
4	5,01-10,00	907	12,42
5	10,01-20,00	816	11,17
6	20,01-30,00	381	5,22
7	30,01-40,00	220	3,01
8	40,01-50,00	115	1,57
9	50,00-100,00	333	4,56
10	100,01-200,00	198	2,71
11	200,01-500,00	138	1,89
12	500,01-1000,00	54	0,74
13	>1000,01	36	0,49
укупно		7305	100



Слика 42 Процентуална дистрибуција фреквенци проноса суспендованог наноса Qs (t) на профилу Лебане за период 1966-1985

Дистрибуција проноса наноса разматрана је са јављањем одређене класе протицаја. У периоду 1966-1985. највећи проценат проноса наноса остварен је у

класи протицаја 10-20 m³/s, 33%. По проносу наноса током истраживачког периода доминантне су класе протицаја преко 5 m³/s. Чак 73% проноса наноса остварено је у класама протицаја преко 5 m³/s. Процентуално учешће проноса наноса не прати подједнака дистрибуција протицаја. Такво стање најочигледније је када се за свега 12% времена јављања протицаја преко 5 m³/s пронесе 75% наноса. Током овог периода у класи од 10-20 m³/s за 3,9% времена јављања протицаја пронето 33,8% суспендованог наноса.

Током само 5% времена јављања великих протицаја у периоду 1966-1985. забележен је специфични пронос наноса од 170 t/km² што је 57% укупне суме наноса за двадесетогодишњи период.

Табела 38 Дистрибуција проноса суспендованог наноса према фреквенцијској расподели протицаја Q (m³/s) на профилу Лебане за период 1966-1985.

период 1966-1985							
klase Q	m ³ /s	frek	% frek	Qs (t)	SSC (g/l)	Qss (t/km ²)	Qss %
1	> 1,00	3687	50,5	22055,42	0,1266	24,24	8,2
2	1,01-2,00	1579	21,6	16241,82	0,0865	17,85	6,0
3	2,01-3,00	552	7,6	13821,79	0,0952	15,19	5,1
4	3,01-4,00	358	4,9	12169,89	0,1063	13,38	4,5
5	4,01-5,00	223	3,1	8978,22	0,1279	9,87	3,3
6	5,01-10,00	524	7,2	43669,11	0,1383	48,00	16,2
7	10,01-20,00	291	4,0	90803,58	0,2488	99,81	33,8
8	< 20,00	91	1,2	61045,57	0,2409	67,10	22,7
укупно		7305	100	268785,40	0,1217	295,45	100

8.4.1. Анализа годишње суме проноса суспендованог наноса и екстремних протицаја

У овом делу је утврђена веза између екстремних протицаја (банкфул) током којих се могу очекивати екстремни проноси суспендованог наноса.

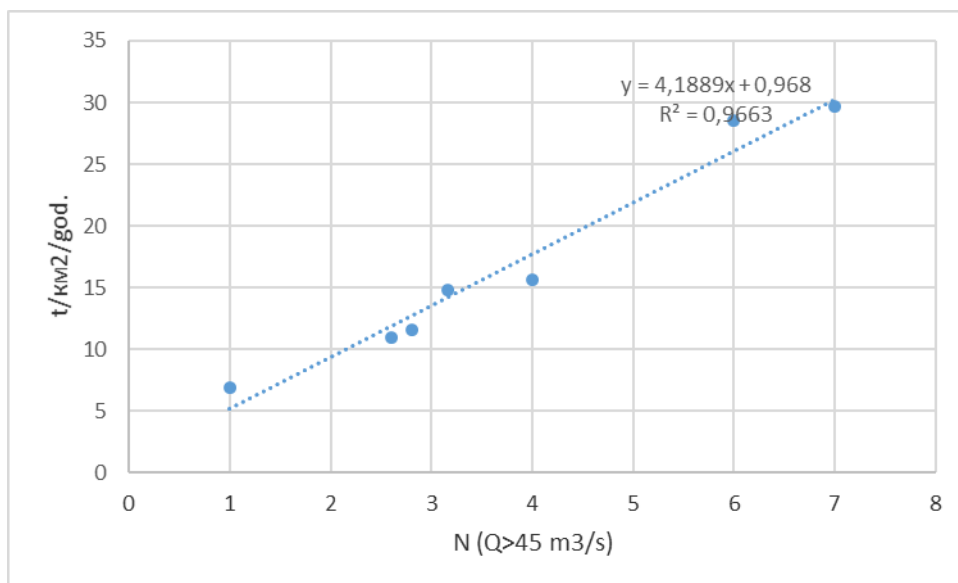
Бројна истраживања (Dragičević et al. 2017; Manojlović S., 2018; Mustafić S., 2013) су указала на јаку корелациону везу између морфологије речног корита, концентрације суспендованог наноса и протицаја. Сваки протицај изнад одређеног прага (за сваки водоток се посебно одређује) показује да се највеће концентрације суспендованог наноса појављују када наилази поплазни талас, и

заједно са његовим проласком долази до нелинеарног опадања. Протицај током којег је читаво корито испуњено водом или близу те вредности представља "bankfull discharge", који се одређује геодетским мерењима на терену или формулом (Jevtić L., 1978). Како се у литератури наводи, ови протицаји се јављају једном у 1,5 год. до једном у 2 године (Dragičević et al., 2017; Williams G.P., 1978; Navratil et. al., 2006).

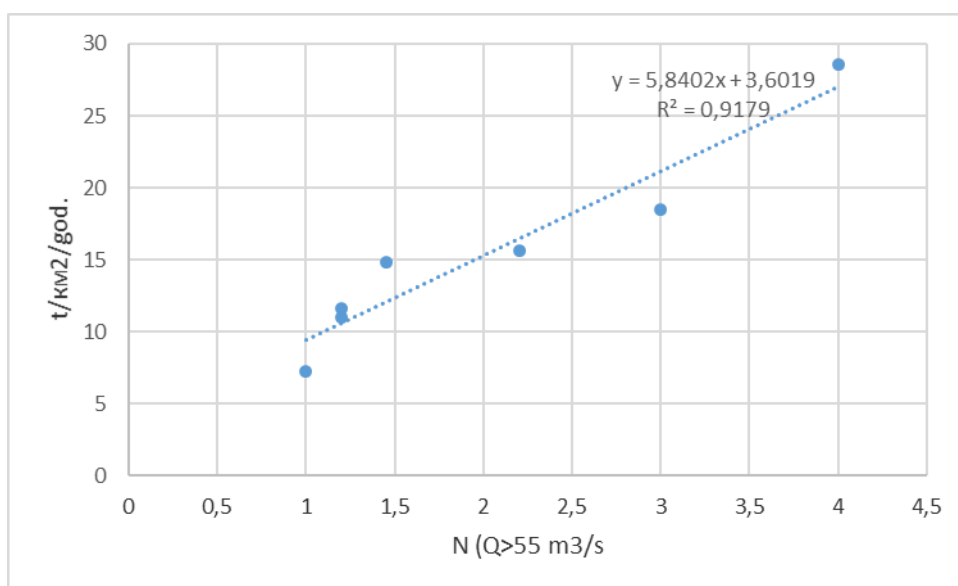
То значи да на профилу Печењевце, на Јабланици су то протицаји од 45 m³/s (повратни период 1,5 година), односно 55 m³/s (2 године). На основу података РХМЗ-а о вредности протицаја на овом профилу, "bankfull discharge" је око 100 m³/s (вредност водостаја 300 cm), мада реалнија вредност је 70 m³/s (водостај 200 cm). Нашом анализом (на основу повратних периода појаве великих вода) је добијена вредност протицаја када је максимална испуњеност корита водом од око 50 m³/s.

Када је израчуната вредност прагова, број дана са одређеном вредношћу протицаја доведена је у везу са годишњом сумом специфичног проноса суспендованог наноса (слике 43, 44, 45). "Bankfull discharge" се издваја као важан параметар за речну морфологију, транспорт седимената, динамику поплава и еколошки утицај (Dragičević et al., 2017).

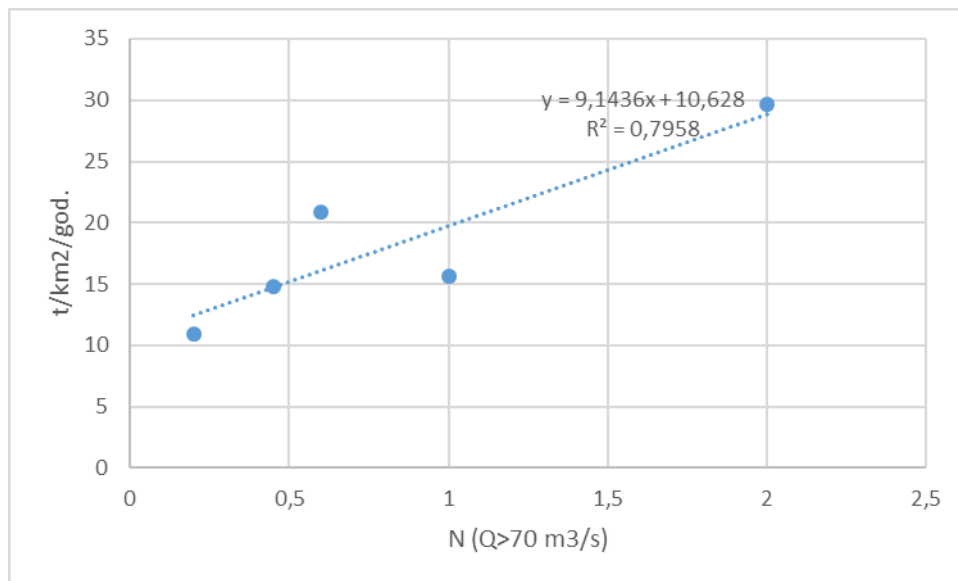
Подаци показују висок степен корелације међу собом. Ова анализа нам омогућава да дамо модел предикције годишње суме суспендованог наноса када се јаве протицаји изнад дате вредности. Резултати анализе показују да се износ проноса наноса повећава линеарно са повећањем протицаја са високим степеном корелације ($R^2 = 0,96$ за протицаје преко 45 m³/s; $R^2 = 0,91$ за протицаје преко 55 m³/s и $R^2 = 0,79$ за протицаје преко 70 m³/s).



Слика 43 Однос броја дана са протицајем већим од 45 m³/s и годишњег специфичног проноса суспендованог наноса (t/km²/god.)



Слика 44 Однос броја дана са протицајем већим од 55 m³/s и годишњег специфичног проноса суспендованог наноса (t/km²/god.)



Слика 45 Однос броја дана са протицајем већим од 70 m³/s и годишњег специфичног проноса суспендованог наноса (t/km²/god.)

9. СТАЊЕ ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ И ПРОНОСА НАНОСА У СЛИВУ ЈАБЛАНИЦЕ

Карта ерозије СР Србије (1966-1971) урађена је по емпиријском методу С. Гавриловића и допуњеним таблицама за одређивање параметара који улазе у састав обрасца за прорачун коефицијента ерозије. Карта ерозије је забележила почетак стагнације ерозије у Србији (1967-1970). Интензитети ерозије сврстани су у пет категорија: ексцесивна, јака, средња, слаба и врло слаба.

На основу карте ерозије Србије издвојене су категорије под одређеним степеном ерозије у сливу Јабланице и карта је дигитализована у GIS-у. Из тумача карте ерозије утврђено је стање ерозије 1970-их година 20. века, коефицијент ерозије и годишња продукција наноса у истраживаном сливу.

Коефицијент ерозије у сливу Јабланице 1970. године износио је 0,423 (III категорија, средња ерозија). Годишња продукција наноса износила је 547584,11 m³ а специфична продукција наноса 654,41 m³/km²/god. У сливу је под ерозијом било 92,5% територије, а на 7,5% територије слива била је заступљена акумулација.

Тада је 28,3% слива било захваћено јаком и ексцесивном ерозијом. Површине под средњом ерозијом захватале су 115,7 km² или 12,7% територије, слабом 312,6 km² или 34,3%, а врло слабом 160,5 km². Средњи коефицијент ерозије до Лебана износио је 0,405 а до ушћа 0,487 (Тумач Карте ерозије).

Табела 39 Коефицијент ерозије у сливу Јабланице 1970. и 2016. године

Категорија	Јачина ерозивних процеса	Коефицијент ерозије	Површина слива (km ²)	Удео у укупној површини у %
*1970.год.				
I	Ексцесивна	1,01-1,50	21,5	2,4
II	Јака	0,71-1,00	235,4	25,9
III	Средња	0,41-0,70	115,7	12,7
IV	Слаба	0,21-0,40	312,6	34,3
V	Врло слаба	0,01-0,20	160,5	17,6
	акумулација		63,8	7,0
	Z=0,423			

2016.год.				
I	Експесивна	1,01-1,50	-	-
II	Јака	0,71-1,00	16,05	1,76
III	Средња	0,41-0,70	262,76	28,83
IV	Слаба	0,21-0,40	595,95	65,39
V	Врло слаба	0,01-0,20	36,55	4,01
	Z=0,36			

*На основу Карте ерозије СР Србије

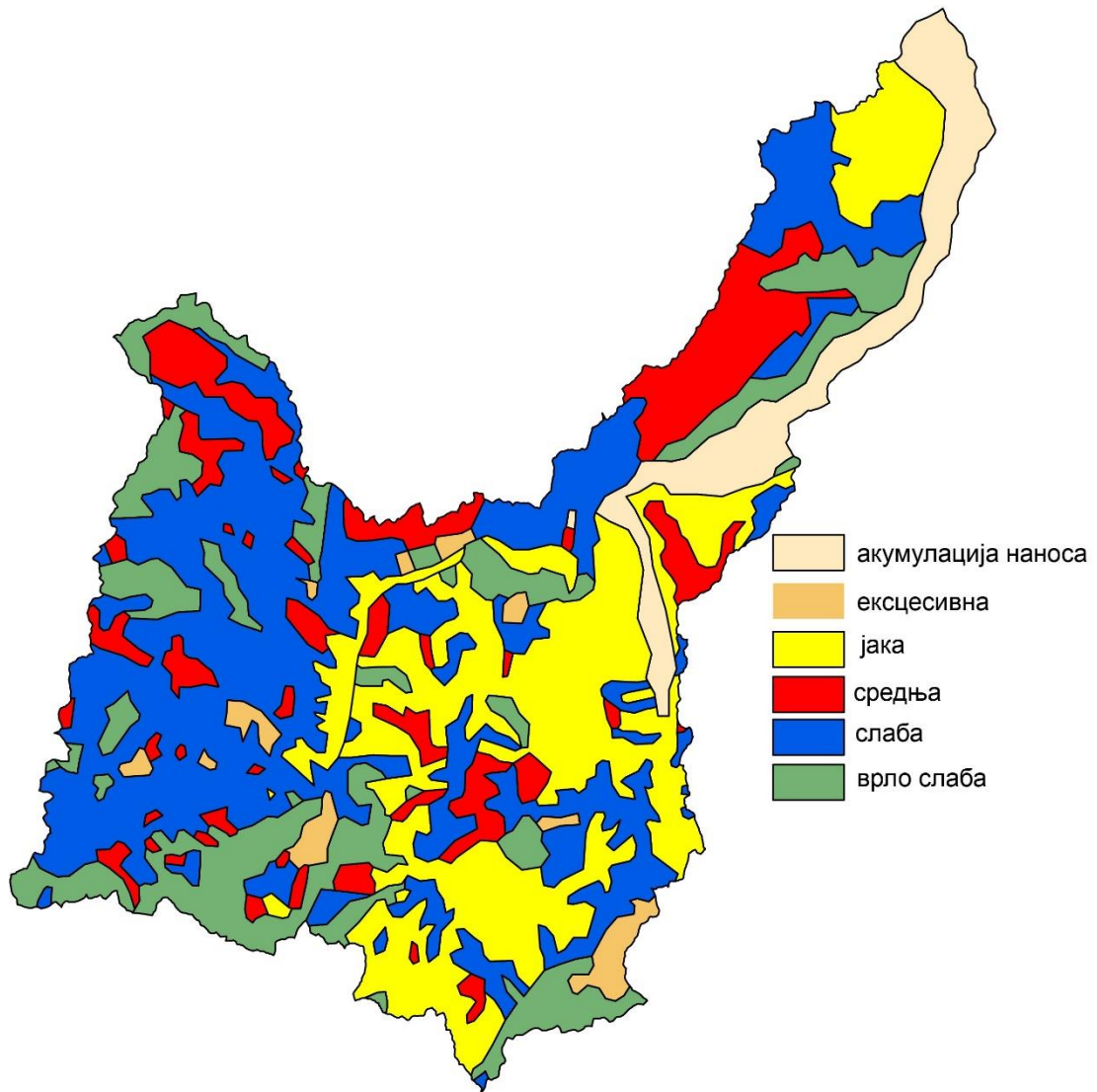
На основу Табеле 39 може да се види да су све категорије ерозивности промењене у поређењу са картом из 1970. године. Најевидентније промене везане су за I и II категорију ерозивности која данас захвата свега 16,05 km² површине слива или 1,76 % а 1970-их је захватала 257 km² или 28,3 % површине слива. Како су површине под јаком ерозијом смањење повећале су се површине под средњом ерозијом, где је сада угрожено 28,8% површине слива. Највећи удео захватају површине под слабом ерозијом 65,4% или 595,95 km², док је под врло слабом ерозијом свега 4% површине слива. Дошло је и до смањења коефицијента ерозије Z са 0,423 на 0,360 што је условљено пре свега смањењем површина захваћених јаком ерозијом.

На основу примењене методологије одређена је укупна продукција наноса у сливу за два временска периода (1970. и 2016. година) (Табела 40).

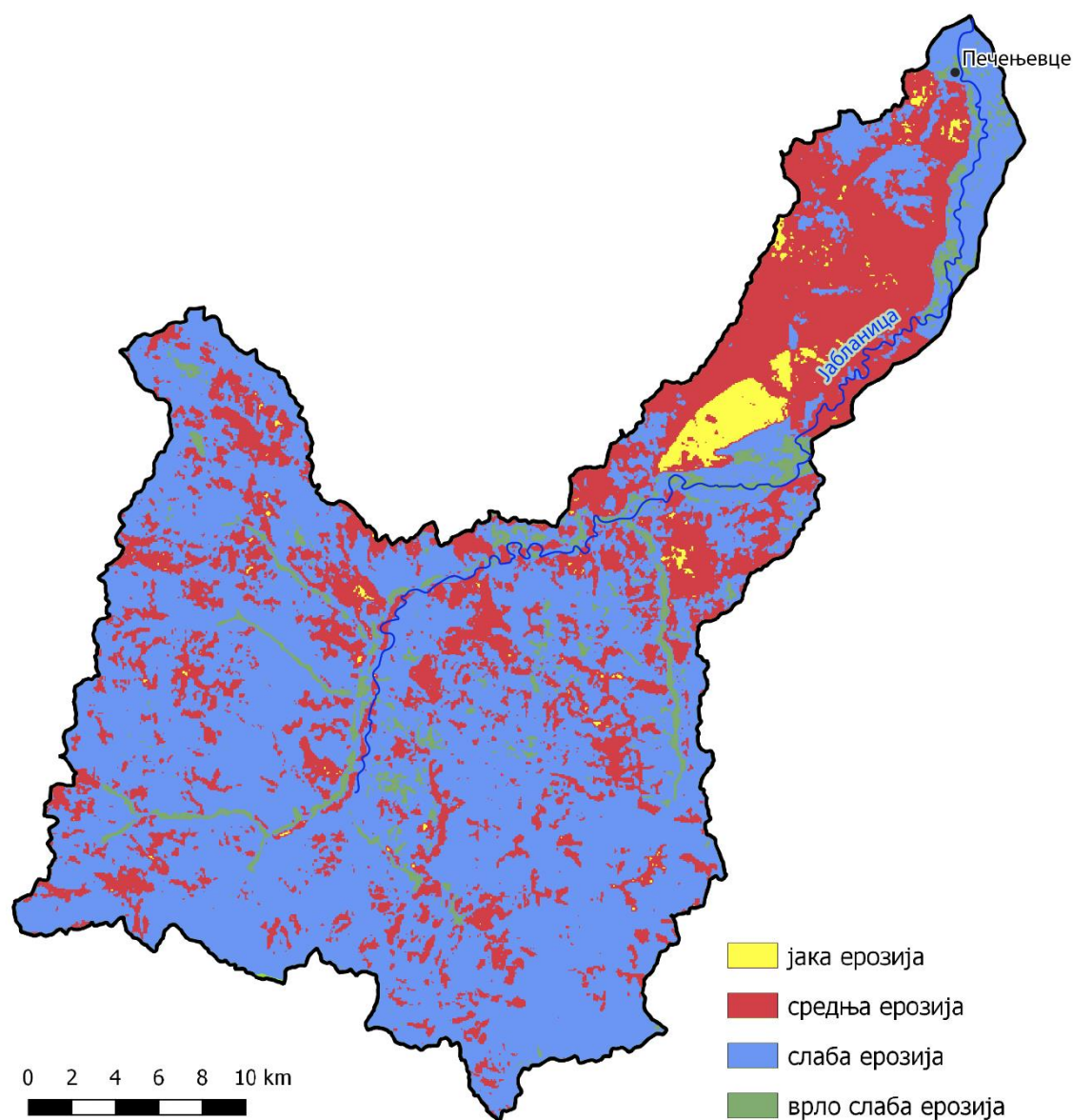
Према формули проф. Гавриловића прорачуната је годишња продукција наноса за слив Јабланице која је износила 547584,11 m³/god., а 2016. године износи 429079,53 m³/god. Као и вредност коефицијента ерозије тако и продукција наноса бележи смањење у односу на период израде карте ерозије. Специфична продукција наноса је износила 654,41 m³/km²/god. (1970. године), а 2016. године износи 472,03 m³/km²/god. што је смањење продукције наноса у сливу од 28 %. На сликама испод приказани су просторни распореди категорија ерозије у сливу Јабланице 1970. године и 2016. године.

Табела 40 Продукција наноса у сливу Јабланице 1970. и 2016. године

Количина наноса W (m ³ /km ² /god)	Продукција наноса W (m ³ /km ² /god)	Удео у укупној продукцији (%)
1970.		
> 3000	3833,08	0,7
1200-3000	233818	42,7
800-1200	166465,57	30,4
400-800	102398,22	18,7
0-400	41068,8	7,5
<i>укупно</i>	<i>547584,11</i>	<i>100</i>
2016.		
> 3000	-	-
1200-3000	<i>18450,41</i>	<i>4,3</i>
800-1200	<i>227841,23</i>	<i>53,1</i>
400-800	<i>175922,6</i>	<i>41,0</i>
0-400	<i>6865,27</i>	<i>1,6</i>
<i>укупно</i>	<i>429079,53</i>	<i>100</i>



Слика 46 Просторни распоред категорија ерозије у сливу Јабланице 1970-их год. (према Карти ерозије СР Србије)



Слика 47 Просторни распоред категорија ерозије у сливу Јабланице 2016. године

Јака ерозија се задржала данас само на простору низводно од ушћа Шуманске реке у Јабланицу и Лебана, око насеља Бошњаце, Тогочевце, Ждеглово, Пертате због повећане антропопресије. Ова насеља у низводном делу слива бележе константан пораст броја становника од првог послератног пописа и већина њих има преко 1000 становника. Повећање броја становника условило је већу потребу за ширењем насеља и простором што је условило и промену у намени земљишта. Површине су промениле намену и претворене су у

пољопривредно обрадиво земљиште. Оваква промена је условила повећање ерозије тако да је ту остао простор под категоријама јаче и средње ерозије. Површине под категоријама средње ерозије су остале заступљене у сливу на простору читавог доњег тока Јабланице низводно од Лебана, и спорадично на простору узводнијег дела слива. И територије под средњом ерозијом су се задржале на простору где је највећа концентрација становништва и највећа промена у намени земљишта. Површине које су издвојене са слабом и врлом слабом ерозијом карактеришу горњи део слива или планинске слабо насељене просторе узводно од Медвеђе.

10.ДЕТЕРМИНАЦИЈА ПРИРОДНИХ И АНТРОПОГЕНИХ ФАКТОРА ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ

10.1.УТИЦАЈ ПРИРОДНИХ ФАКТОРА НА ИНТЕНЗИТЕТ МЕХАНИЧКЕ ВОДНЕ ЕРОЗИЈЕ У СЛИВУ ЈАБЛАНИЦЕ

Компаративна квантитативна анализа је показала да је интензитет механичке водне ерозије у сливу смањен у односу на период израде Карте ерозије (1970-их). Анализа природних фактора је указала да постоје потенцијали за развој ерозивних процеса у сливу (велики нагиби рељефа нарочито у горњем делу слива и код левих притока, геолошка подлога која је подложна спирању, интензивне количине падавина изнад прага ерозивности и др). Ипак, у сливу нису утврђене неке значајније промене природних услова, последњих 50, 60 година, који би се довели у везу са смањењем интензитета ерозије.

Анализа физичко-географских фактора је показала да постоји потенцијал за развој ерозивних процеса у сливу Јабланице. Карта нагиба рељефа слива показује да постоје велики нагиби терена, пре свега на левој долинској страни и горњем току Туларске реке (планина Радан), међутим према карти просторног распореда категорија ерозије на овом простору је заступљена средња и слаба ерозија. Јака ерозија у сливу Јабланице заступљена је на територији доњег тока, низводно од Лебана, што показује да су коефицијент ерозије и продукција наноса везани за терене који су блажег нагиба. Ово указује да на простору слива Јабланице нагиб терена не може да се издвоји као значајан фактор за развој ерозивних процеса у сливу, што је и доказано подацима из корелационе матрице (Табела 42).

Територији слива има добре предиспозиције за интензиван развој ерозионних процеса, јер површине нагиба до 10° заузимају 36,11% територије слива и углавном су заступљене у Лесковачкој котлини, уз ток Јабланице и готово свих њених притока. Нагиб од 11-20° је најзаступљенији у сливу и учествује у укупној површини од 40,03%, а површине под нагибима од преко 21° заступљене су у планинском делу слива и захватају територију од 23,97%. Овакви нагиби терена указују на значајан потенцијал за развој ерозивних процеса у сливу, нарочито уколико су заступљени на теренима који су покривени кристалистим шкриљцима

или другим стенама које се лако спирају и односе. Експозиција рељефа може да буде значајан модификатор ерозионих процеса нарочито у садејству са нагибом и геолошком подлогом, јер од ње зависи пријем и трајање сунчевог сјаја, а самим тим и температурне суме и њихове амплитуде, што директно или индиректно утиче на процесе физичког распадања стена. Под истим условима на некој територији површине на јужним и северним експозицијама имају различит вегетациони покривач и различито реагују на узрочнике ерозије (Брауновић С., 2013).

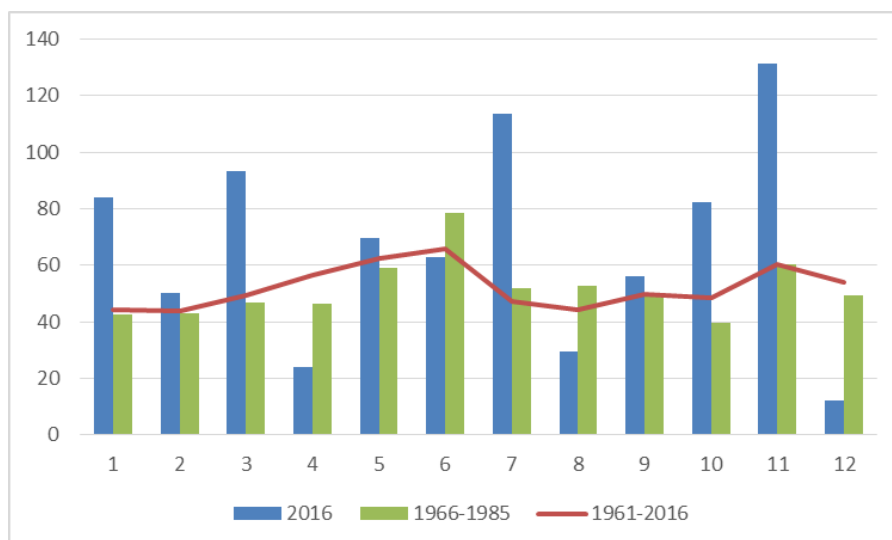
Средња надморска висина представља податак који је јако битан код израчунавања интензитета ерозивних процеса. Слив Јабланице простире се између 202 и 1408 m н.в. Брдски простор обухвата 36,54%, ниски планински простор 61,61%, а средње планински простор 2,75% површине слива.

Геолошка средина различито реагује на природне процесе јер су неки типови стена подложнији ерозији од других. Али „ако се пође од чињенице да су сви остали природни услови идентични, а да је услед дуготрајног ерозивног дејства однешен површински слој земљишта, онда се може рећи да интензитет ерозије највише зависи од типа стеновите основе“ (Драгићевић, Филиповић, 2016). Геолошки састав терена је природни фактор који доводи до разлике у износима ерозије и продукције наноса у оквиру слива. На територији слива кристаласти шкриљци покривају 404 km² површине слива, а они се карактеришу таквим особинама који убрзавају ерозију. Њихова важна особина је непропустљивост, и у комбинацији са великим нагибима у горњим деловима слива, условљава брзо отицање воде и појаву бујица. Типови земљишта који су подложнији појави бујица и ерозије су псеудоглеј, земљишта настала на шкриљавим стенама, ултрамафитима, пешчару, флишу, рожнацу и вулканокластитима (Група аутора, 1973) који су такође заступљени на територији слива. Инфилтрација воде у земљиште је значајан процес који директно утиче на процес ерозије. Од износа инфилтрације зависи колики ће бити отицај на терену одређеног нагиба. Површинско отицање доводи до ерозије на некој падини, јер оно омогућава да се честице земљишта преносе низ падину. Геолошке формације које су јаче испуцале су више пропустљиве па је код њих више изражена инфилтрација и смањено је површинско отицање (Драгићевић С., 1997). Део горњег и средњег слива Јабланице који су изграђени од кристаластих шкриљаца и

туфова и андезита који нису распаднути, представљају делове слива који су и најподложнији површинским типовима ерозије што је и утврђено на основу карте просторног распореда категорија ерозије у сливу (слика 42).

Промена у интензитету ерозивног процеса јавља се најчешће као реакција у промени количине и интензитета падавина и промене температуре ваздуха (Nearing et al., 2005). Студије које су рађене у Србији показују да свако повећање количине падавина не доводи до повећања износа ерозије (Драгићевић С., 2002; 2007). Максималне дневне падавине представљају кључни фактор ексцесивности ерозије (Анђелковић Г., 2009). Међутим, у неким ситуацијама чак и мале количине падавина у садејству са високим температурама могу да изазову значајнију ерозију (Мустафић С., 2013; Манојловић С., 2018). Стога, остаје питање која је то количина падавина која доводи до ексцесивне ерозије. Поједина истраживања на простору Србије показују да се изливање река јавља код падавина чији интензитет износи 25 mm на дан (Милановић А., 2006), док се као показатељ услова за ексцесивну ерозију узимају дневне падавине преко 30 mm (Драгићевић С., 2007). На основу анализе плувиометријског режима на простору Србије у највећем броју случајева дневне падавине од преко 40 mm изазивају интензивну продукцију наноса, али њихова учесталост је мала тако да се као реална вредност узима вредност између 20-30 mm (Петковић С., 1993).

На основу слике 48 може да се види да је током 2016. године у јануару, марту, јулу и новембру измерена значајно већа количина падавина од просечних вредности, док април, август и децембар бележе знатно мање падавина од просека. Година је била 30% влажнија од просека, односно 183 mm. Новембар се истиче са 117,4% више падавина од просечних месечних вредности. Све ово указује на специфичност плувиометријског режима који варира од године до године. Анализа максималних дневних вредности падавина (види Климатске карактеристике) показује да су вредности за 2016. годину испод вредности просека (1991-2016) сем у новембру, који се издваја као месец са највишом икад забележеном дневном количином падавина у читавом периоду. Највећа одступања су забележена током јула и новембра.



Слика 48 Одступање количине падавина (mm) од просека (1961-2016) на станици Лесковац

Високе концентрације суспендованог наноса током новембра могу да се објасне климатско-хидролошким условима који су забележене током само неколико дана, а које су условиле екстремне услове. Високе концентрације силта, и у вези са тим пронос суспендованог наноса, у марту и новембру се објашњавају великом количином падавинама у облику кише и/или топљењем снежног покривача, па се током марта бележе и максимални протицаји на оба профила.

Интензивне дневне количине падавина које су честе у пролећним месецима, када се јаве изнад утврђеног прага ексцесивности, утичу на повећање протицаја и концентрације суспендованог наноса и погодују условљености развоја ерозивних процеса.

Анализа количине падавина у сливу је показала да је утврђен значајан тренд повећања количине падавина на станици Лесковац. Mann-Kendal тест хидролошких података (протицаја) је показао да постоји значајан тренд смањења протицаја на профили Печењевце. Овај тренд смањења протицаја не прати тренд у промени количине падавина, као што би требало, што значи да постоји неки „скривени“ фактор који утиче на смањење водности у сливу Јабланице.

Како би се квантификовао утицај појединих фактора на интензитет ерозије у сливу урађена је линеарна корелациона анализа између параметара. Коришћена је корелациона матрица за више варијабли како би се утврдио степен линеарне повезаности између варијабли и како би подаци могли међусобно да се

упоређују. У нашем случају узета је функција $W=f(h, T, H, Z, X, Y, \phi, I, F)$. Изабрани параметри у корелацији су они који имају највећи утицај на продукцију наноса у сливу W и који се користе у формули Гавриловића (1972), то су h - надморска висина; T - средња годишња температура ваздуха; H - средња годишња количина падавина; Y - коефицијент отпора земљишта од ерозије; X - коефицијент заштићености земљишта од атмосфералија и ерозије; ϕ - коефицијент вида ерозије; I - нагиб рељефа; Z - коефицијент ерозије; F - површина слива.

Корелациона анализа у коју су унети сви фактори из формуле Гавриловића (Табела 41) показује да физичко-географски фактори (надморска висина, температура ваздуха, количина падавина) немају примаран значај на продукцију наноса и коефицијент ерозије што је утврђено и другим истраживањима (Мустафић С., 2013; Манојловић С., 2018; Манојловић et al., 2017) већ параметри који се објашњавају и мењају се под утицајем антропогеног фактора (X, Y, ϕ).

Вредности корелације показују да параметри h, T, H, I нису значајни, јер су вредности корелације мали (-0,2; 0,2; -0,21; 0,01). Како Манојловић (2018) закључује из резултата корелационе анализе за параметре који утичу на интензитет ерозивног процеса, физичко-географски фактори нису примарни што је доказано и у овом истраживању.

Табела 41 Резултати корелационе матрице за функцију $W=f(h, T, H, Z, X, Y, \phi, I, F)$

параметри	h	I	T	H	Y	X	ϕ	Z	F	W
h	1									
I	0,31*	1								
T	-0,98	-0,3	1							
H	0,97	0,3	-0,96	1						
Y	-0,13	-0,09	0,15	-0,1	1					
X	-0,3*	-0,2	0,35*	-0,35*	0,1	1				
ϕ	-0,37*	-0,15	0,4	-0,4	0,1	0,74**	1			
Z	-0,3*	0,1	0,3	-0,33*	0,42*	0,82**	0,77**	1		
F	0,07	-0,01	-0,05	0,06	0,02	-0,03	-0,03	0,2	1	
W	-0,2	0,01	0,2	-0,21	0,25	0,45*	0,4*	0,55**	0,60**	1

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

10.2. УТИЦАЈ АНТРОПОГЕНОГ ФАКТОРА НА ИНТЕНЗИТЕТ МЕХАНИЧКЕ ВОДНЕ ЕРОЗИЈЕ У СЛИВУ ЈАБЛАНИЦЕ

Услед дуготрајне појаве иселјавања становништва из руралних средина догађају се промене у начину коришћења земљишта. Ово указује да је ерозија земљишта повезана са променом у намени коришћења земљишта и зависи од извршених противерозионих радова у сливу, тако да је човек својим неадекватним управљањем земљиштем изазивао интензивне процесе ерозије. То је уочљиво упоређењем површина под обрадивим земљиштем и шумама, јер је интензитет ерозије далеко већи на незаштићеном пољопривредном земљишту.

Непрестано иселјавање становништва нарочито из горњег дела слива, условило је на индиректан начин смањење ерозивног процеса. Број становника који живи у насељима на надморској висини већој од 500 m се смањило за 82% (са 5184 становника према попису из 1961. године на 921 становника према попису из 2011. године). Коефицијент ерозије у истом периоду је смањен са 0,487 на 0,360. Утврђено смањење се огледа највише као последица смањења ораничних и површина под шумама, односно промени намене земљишта у периоду од 55 година. Основни узрок овој појави садржан је у демографским и социоекономским променама.

У предходним поглављима дати су резултати промене намене коришћења земљишта где је утврђено да је од 1960-их година до данас дошло до смањења површина од шумама, и повећање површина под обрадивим земљиштем. Промене у намени коришћења земљишта нису велике, али су евидентне. Додајући томе повећан број становника у доњем делу слива, или премештање становништва из горњег и средњег тока у доњи ток, промена у интензитету коефицијента ерозије и продукцији наноса је значајна што се може и видети у табелама 39, 40 и слици 47.

Повећање ораничних површина у сливу заступљено је у доњем току реке, где је и повећан број становника, па је интензитет ерозије остао висок. У горњем и средњем делу слива јачи интензитети ерозије су спорадично заступљени на малим површинама, док већи део покривају површине са слабом и врло слабом ерозијом. Још један од фактора интензивне ерозије до 1970-их година била је и интензивна сеча шуме која је вршена у више наврата још од 1878. године (Васовић М., 1998). До Другог светског рата шуме су највише уништаване око Лебана, Шумана,

Криваче и Шилова. Према Васовићу било је неколико периода уништавања шума. Први, „најзначајнији период настао је од 1912-1928. године, тада је шума посечена или искрчена у највећем делу угрожене територије, у околини Лебана, Шилова, Рујковца и Криваче. Повод за ово крчење је било бесправно насељавање након Балканског и Првог светског рата, као и сечење шуме од стране Бугара под изговором да се у њој скривају побуњеници, а у ствари са циљем да подмире своје потребе за дрветом“. Други период трајао је током 30-их година 20. века када су „крчени шуме, жбуње и шибље око насеља Горње Трњане, Власе, Тогочевац, Војловце“. Трећи период је био током Другог светског рата „када су немачки окупатори исекли шуму у долини Шуманске реке и Клајићу“ (Васовић М., 1998).

На територији слива Јабланице доминирају шуме храста и букве. Становништво је интензивно секло стабла дрвећа и поред речних токова која су штитила обале од бочног поткопавања. Овако велико уништавање шумског склопа условило је временом да земљиште постане изложено ерозији што се нарочито види у сливу Шуманске реке која је највише угрожена свим типовима ерозије као последица сече шума. То је довело до тога да земљиште изгуби моћ упијања воде тако да је отицање интензивно што условљава убрзано одношење површинског слоја земљишта.

Како и колико је човек својим утицајем имплицирао настале промене ерозивног процеса и количину продуктивног наноса утврђено је преко корелационе матрице где је математичком везом покушано да се утврди значајност сваког параметра на коефицијент ерозије и продукцију наноса. У предходном делу дат је приказ параметара који су укључени у везу (Табела 41). Корелациона матрица се користи како би се подаци међусобно упоређивали.

Резултати корелационе анализе указују на значајност коефицијента ерозије Z (0,55) и површине слива F (0,6). Највећу значајност имају коефицијент X (0,82) и коефицијент ϕ (0,77) на коефицијент ерозије Z , који су и интегрални део једначине за израчунавање коефицијента ерозије. Коефицијент X подразумева различите начине коришћења земљишта, а коефицијент ϕ комбинацију начина употребе земљишта и геоморфолошких карактеристика терена (нагиб топографске површине и присуство одређених флувиоденудационих форми), коефицијент X се издваја као примарни фактор на јачину ерозивног процеса.

Значајност ових коефицијената указује на високу позитивну корелацију $Z = f(X)$ 0,82 као и $W = f(Z)$ 0,55 на коефицијент ерозије и на продукцију наноса, односно да је утицај антропогеног фактора у сливу велики.

Резултати корелационе матрице указују да постоји негативна корелација између надморске висине (h) и коефицијената X , ϕ и Z , односно да са повећањем надморске висине долази до смањења ових коефицијената.

Значајну улогу у промени начина искоришћавања земљишта, одиграли су: иселјавање становништва из пасивних и ерозијом најугроженијих делова првенствено у градове. На тај начин заустављена је експанзија становништва и смањен притисак људи и сточног фонда на земљиште у брдско-планинским пределима који су били изложени најјачим процесима ерозије. Ако се томе додају и активне мере у борби против ерозије као и економски развој друштва онда је разумљиво постепено смиривање ерозије у највећем делу Србије.

11. ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ СЛИВА КУТИНСКЕ РЕКЕ

Слив Кутинске реке обухвата јужни део територије Источне Србије и представља интегрални део слива Нишаве са површином слива од 231 km².

Пружа се правцем северозапад-југоисток, што је условљено тектонском грађом терена. Окружен је сливовима река: Коритничка река на истоку, Црвена река на југоистоку, Пуста река на југу, Орашачка река, Купиновачка и Манастирска река на југозападу, Дрчевачка река, Црковничка река, Барбешка река и Габровачка река на западу и северозападу, као и планинама, на истоку Сувом планином, која припада Балканским планинама а на западу планинама које припадају Српско-македонској маси (Селичевица и Бабичка гора). Између ових планина спуштена је Заплањска котлина, која је предиспонирана тектонским покретима што је искористила за свој ток Кутинска река и њене притоке.

Слив Кутинске реке обухвата делове Нишавског округа (део градске општине Нишка бања, као и већи део општине Гаџин Хан). Географски положај слива у односу на главне путне правце је повољан. Долином Нишаве пролази пут Е-80, Ниш-Софија, а кроз Ниш долином Јужне Мораве, пролази међународни правац коридор X (аутопут Е-75).

Најсевернија тачка у сливу је у близини ушћа Кутинске реке код насеља Никола Тесла на 204 m н.в. Најјужнија тачка слива је кота 737 m. Најисточнија тачка у сливу је врх Мало Стражиште на 1677 m надморске висине а најзападнија тачка у сливу је на Селичевици, кота 817 m. Најнижа тачка у сливу је ушће Кутинске реке у Нишаву код Брзог Брода на 203 m н.в. док је највиша тачка у сливу уједно и највиши врх Суве планине, Трем 1810 m.

12. ПРИРОДНИ УСЛОВИ У СЛИВУ КУТИНСКЕ РЕКЕ

12.1. ГЕОЛОШКИ УСЛОВИ

Најстарије стене у сливу датирају из протерозоика, на граници са камбријом. Највише се јављају на подручју старе Српско-македонске масе. Највећи делови планине Селичевеце у горњим сливовима левих притока Кутинске реке – Река и Гркиња, укључујући и највиши врх Велика Тумба, изграђени су од албит-хлорит-серицитских шкриљаца. Мању површину захватају албит-хлорит-епидотски шкриљци који припадају Власинском комплексу кристаластих стена рифејско-камбријске старости (Димитријевић М. и др., 1973). У простору Бабичке горе, у горњим и средњим токовима левих притока Кутинске реке – Коларничког потока, Љуте реке и Беле реке, терен је претежно изграђен је од мусковит-албит-хлорит-кварцних шкриљаца, који су продукт метаморфозе вулканско-седиментних стена. У виду прослојака мале дебљине и велике дужине прошарани су албит-хлоритским и епидот-хлоритским шкриљцима. Ове стене припадају периоду горњег протерозоика-камбрије (Димитријевић М. и др., 1980).

Старији палеозоик заступљен је у нижим деловима Суве планине, на десној долинској страни Кутине, јављају се пешчари, филити и хлоритски шкриљци девонске и делимично доње карбонске старости. На левој долинској страни налазе се и кварцити у облику издужених сочива, као и већа партија кварцних конгломерата. Кварц-серицитски шкриљци јављају се у сливу Чагровачке реке, десне притоке Кутинске реке.

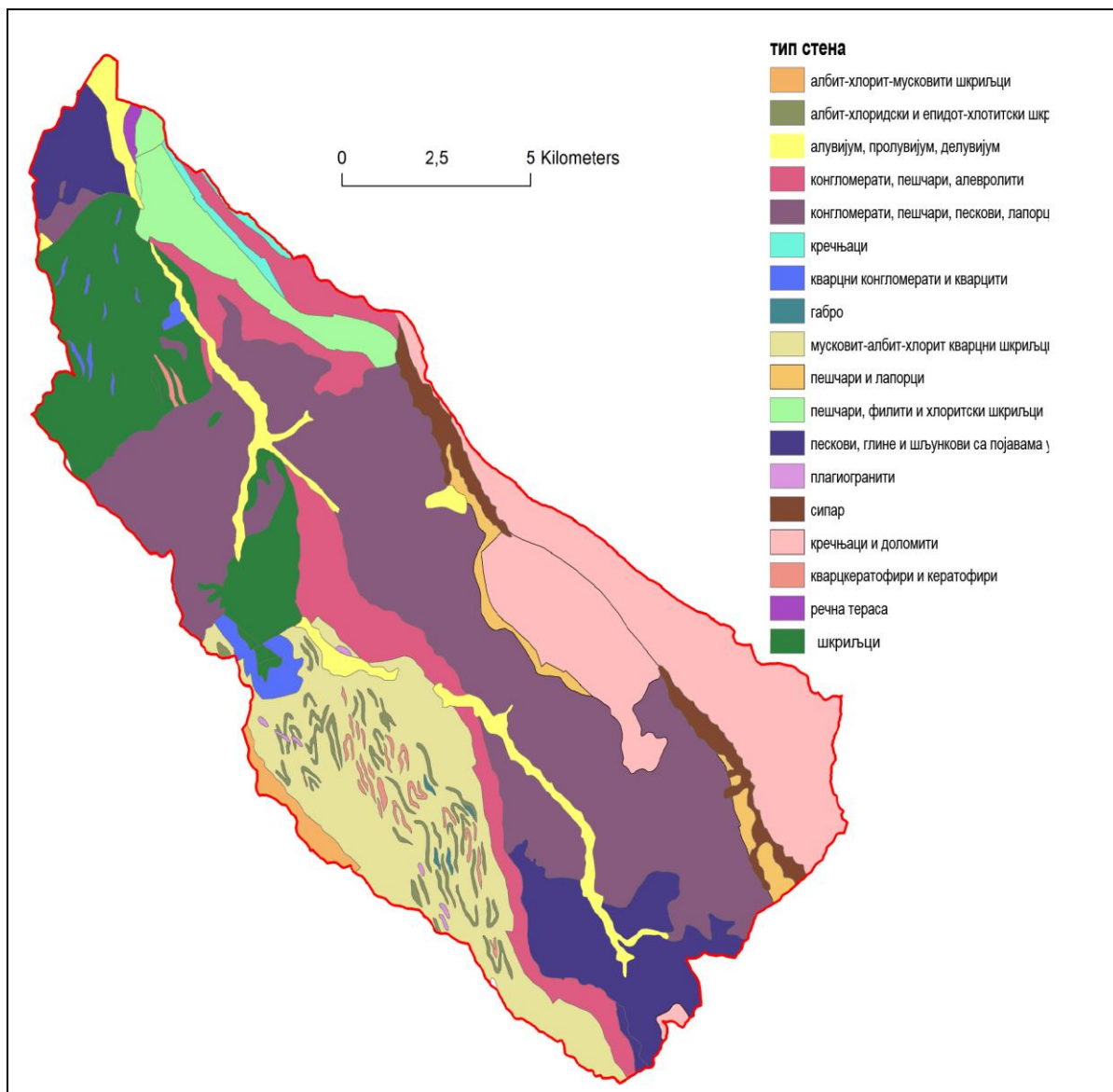
Веће партије пермских пешчара јављају се у простору Лазаревог села у подножју девонских седимената, као и у виду дугачког појаса, од ушћа Чагровачке реке, преко Драговља и Личја.

Стене мезозојске старости. Сува планина изграђена је углавном од стена јурске, затим кредне и мањим делом тријаске старости. Антиклинала планине изнад Нишке бање почиње узаним појасевима конгломерата, пешчара и алевролита, као и кречњака. Према југоистоку јављају се банковити и слојевити титонски кречњаци и доломити. Од њих су изграђени врхови Мосор, Соколов камен, Трем и површ Валожја, али и већи део северног крила антиклинале Суве

планине. Испод Соколовог камена и Трема, у долини Кутинске реке налази се појас јурско-кредних банковитих и слојевитих кречњака и доломита.

Кенозојска ера. Јужни обод Нишке котлине изграђен је од плиоценских седимената, најчешће шљункова и пескова. Седименти средњег миоцена имају велико распрострањење, нарочито у сливу Кутинске реке, а јављају се и у сливу Гркињске реке између старих стена Селичевеце и Бабичке горе, као и између карбонатних стена Суве планине и кристаластих шкриљаца Бабичке горе. Изграђени су од пескова, глине, шљункова и у мањој мери конгломерата. На југу, у доњем току Шебетске реке, рејону села Драговља и области Личја, јављају се седименти доњег плиоцена у виду шљункова, пескова и глина са угљем. У нижим деловима басена заступљен је квартал, преко плеистоцених речних тераса, делувијума, пролувијума, колувијума, као и холоцених алувијалних равни, сипара, изворских и органо-барских седимената. У Нишкој котлини налазе се три плеистоцене речне терасе, највиша образована највероватније током миндела, средња током риса и најнижа током вирма. Са прекидима Кутинска река има уску алувијалну раван узводно готово до Личких Ханова (Димитријевић М. и др., 1980).

Лежишта минералних сировина. У басену Кутинске реке на више места су констатоване појаве бетонита, калцита, цементних сировина. У Запањском неогеном басену, у седиментима средњег миоцена и доњег плиоцена, познато је неколико налазишта бетонита одличног квалитета. На југозападним падинама Суве планине, код села Ћелије, утврђено је и истражено веће лежиште калцита. Хидротермалног је порекла и јавља се у виду жице (дужине 200 m и дебљине која варира од 9-35 m) на сувопланинској дислокацији између титонских и титонвалендијских седимената. На простору јужно и југозападно од Нишке Бање су вршена истраживања сировина за индустрију цемента. Испитивани су старопалеозојски шкриљци, доњокредни кречњаци и брече и миоценски пескови. Комплекси мезозојских кречњака и терцијарни и квартални седименти пружају велике могућности као грађевински материјал. Веће наслаге песка и глина налазе се у младим неогеним седиментима у Запањском басену, код села Гркиња (Димитријевић М. и др., 1980).



Слика 49 Геолошка карта слива Кутинске реке

Извор: Дигитализована геолошка карта подручја истраживања 1:100000

12.2. ПЕДОЛОШКИ УСЛОВИ

Анализа земљишта у сливу Кутинске реке урађена је према класификацији Миљковића (1996), а класификована су на аутоморфна, хидроморфна и халоморфна земљишта и антропоизована земљишта.

Аутоморфна земљишта настају у условима када је влажење земљишта условљено само атмосферским падавинама. То су неразвијена земљишта. Овој класи припада *литосол* или камењар. У сливу Кутинске реке образован је на кречњацима. Захвата површину од 37 km². Заступљен је на Сувој планини, на врховима Мосор, Соколов камен, Девојачки камен, површи Валојје, изнад села Горњи Душник, Сопотница и Шебет.

Регосол (сирозем) је земљиште које се образује на различитим супстратима: пешчарима, лапорцима, шкриљцима и магматским стенама (Миљковић Н. С., 1996). Када садржи већи проценат глине водонепропусно је (Антоновић, Мрвић, 2008). У сливу Кутинске реке највише је распрострањен на шкриљцима и то у горњим деловима сливова река које теку са Бабичке Горе (Љута река, околина села Гаре, десна обала Кутинске реке око Марине Кутине), затим на црвеном пешчару у нижим деловима Суве планине, око села Краставче, и на језерским седиментима мање површине око Гадиног Хана и села Горње Власе. У сливу Кутинске реке регосол заузима површину од око 8 km².

Класи хумусно-акумулативних земљишта припадају *ранкери* (хумусно – силикатна земљишта). Распрострањени су у брдско–планинским областима, на стрмим нагибима, и подлогама силикатног састава. То је плитко земљиште које се брзо исушује (Миљковић Н. С., 1996). Има их уз Теларску реку и другим водотоцима у подножју Бабичке Горе, око левих притока Кутинске реке. Ранкери су заступљени на територији од око 50 km² слива.

Вертисол (смоница) се најчешће јавља у терцијарним језерским басенима где велико распрострањење има глина, као матични супстрат. Поред карбонатне подлоге могу да се јаве и на некарбонатној подлози. Хумусни хоризонт А дебео је 60-70 cm док је А-С хоризонт дебео 20-30 cm (Ђокић М., 2015). С хоризонт обично чине карбонатне глине и иловаче. Због компактности смоница је земљиште које је тешко за обрађивање али је богато хумусом и органским материјама тако да спада у групу вреднијих пољопривредних земљишта (Томић,

Ракољац, Исајев, 2011). Вертисол је заступљен на левој обали Кутинске реке ка селу Вукманово и у горњем току Кутинске реке око Личја.

Камбична земљишта настају дужом еволуцијом при чему настаје камбични (В) хоризонт у коме се распадањем примарних минерала образује глина (Миљковић Н. С., 1996). Највеће распрострањење има *еутрични камбисол* (гајњача). Матични супстрат има велики утицај на водна својства земљишта које се образује у средње влажним условима. Ова земљишта се најчешће јављају у висинском појасу од 100-500 m н.в. Еутрични камбисол су одлично шумско земљиште а може да се користи и као пољопривредно земљиште (Томић, Ракољац, Исајев, 2011). Заступљен је у горњем току Кутинске реке на језерским седиментима и то од извора до Гадиног Хана, у подножју Суве планине, око Личја, Горњег и Доњег Драговља, Јагличја, Чагровца, Копривнице, дуж реке Венежице. Затим на глинцима и пешчарима око села Горњи Душник, Сопотница, Калетинац, Шебет, Доњи Душник и Мали Вртоп. Захвата површину од око 79 km².

Дистрични камбисол, смеђе кисело земљиште, јавља се на силикатним матичним супстратима, најчешће пешчарима. То је тип шумског земљишта. Његова основна карактеристика је лакши механички састав и низак удео хумуса (Миљковић Н. С., 1996). У сливу је заступљено уз десну обалу Кутинске реке око насеља Лазарево село и Радикина Бара.

Калкокамбисол или смеђе земљиште на кречњацима и доломитима који су најчешће карстифицирани. Матични супстрат ових земљишта се физички тешко распада иако се карбонати хемијски растварају и испирају, остаје нерастворљиви остатак стена који се акумулира. Ова земљишта се јављају на вишим надморским висинама и покривена су разноврсном шумском и травном вегетацијом. Дебљина им је од 30-60 cm. У сливу Кутинске реке заступљен је око села Миљковац, Горњи Душник, Сопотница, Телије све до Калетинца, око врха Девојачки камен и мање површине око Коритњака изнад Нишке Бање. Укупно овај тип је заступљен земљишта на око 20 km².

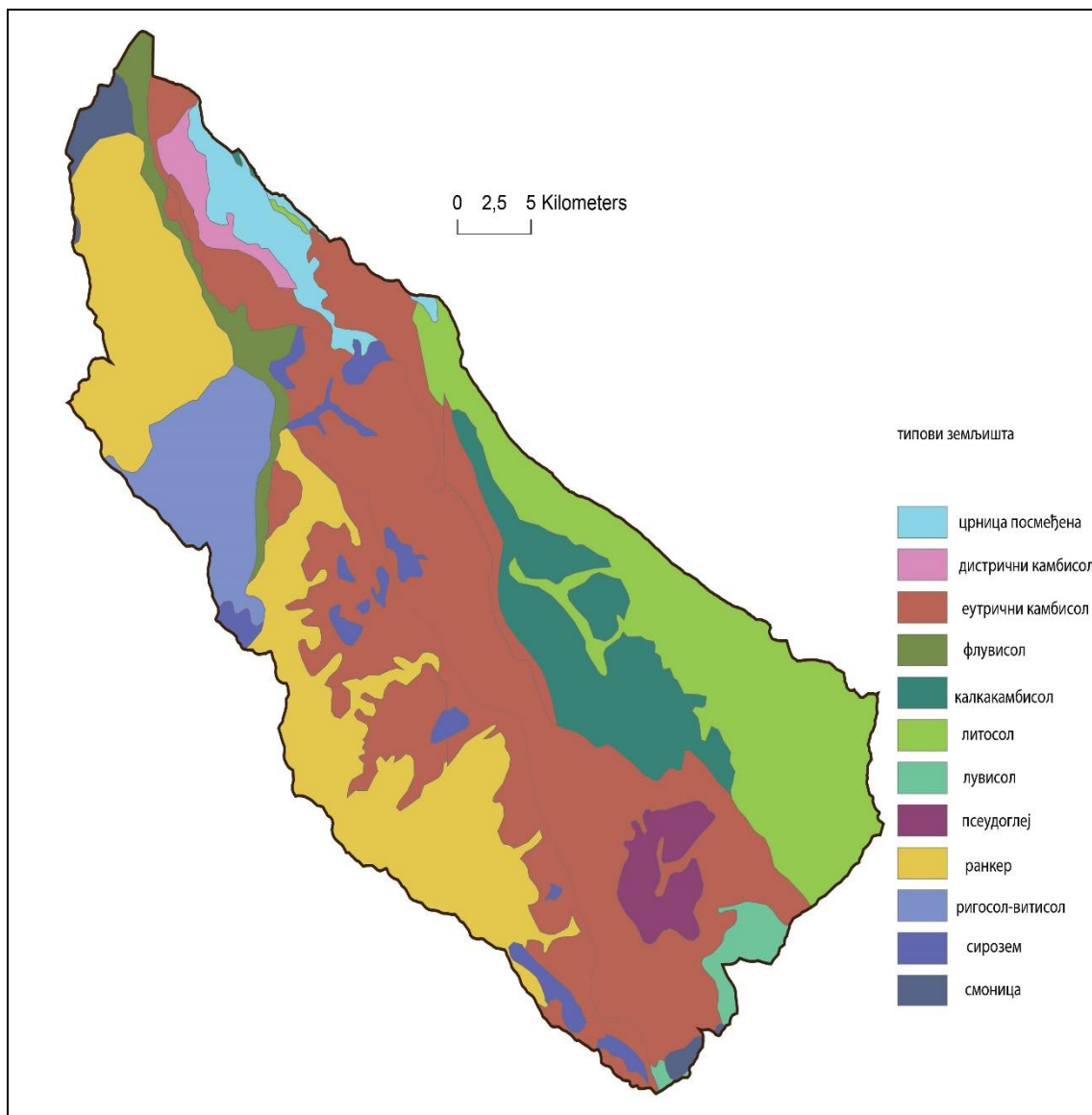
Четврту класу аутоморфних земљишта чине три типа елувијално-илувијалног земљишта од којих је у сливу Кутинске реке заступљен само *лувисол*. Ово земљиште се јавља у виду два основна подтипа на силикатном и силикатно-карбонатном супстрату или доломитичном супстрату. Погодан је као шумска

подлога, мада може да се користи и као пољопривредно земљиште уз адекватну примену мелиорације (Томић, Ракољац, Исајев, 2011).

Хидроморфна земљишта се образују у условима када долази повременим или сталног влажења падавинама, подземним или површинским водама. *Флувисол* се формира транспортом и таложењем речног материјала током поплава. Већина земљишта је карбонатна. Њихова природна вредност је то што су дубока и богата хумусом. Флувисол се јавља дуж тока Кутинске реке од ушћа у Нишаву узводно све до Марине Кутине. Захвата површину од око 6 km² у сливу. Флувисол у долинама великих река је плодно земљиште и налази се под ратарским и повртарским културама, а тамо где је више влажено погодно је за ливаде, пашњаке и шуму.

Псеудоглеј припада класи епиглејних земљишта. Заступљен је најчешће на планинским падинама са мањим нагибом у оквиру надморској висини од 600 до 950 m. То су земљишта мале плодности која се могу користити уз примену мелиорационих мера. Јавља се у горњем току Кутинске реке, код насеља Овсињац, Мали Вртоп и Семче.

Антропоизована земљишта представљају посебан ред земљишта и сливу Кутинске реке јављају се *ригосоли*, заступљени око насеља Гркиња, Марина Кутина, северно од Горњег Власа, претежно на језерским седиментима и на њима се претежно гаје виногради (витисол-тла винограда).



Слика 50 Педолошка карта слива Кутинске реке

12.3. РЕЉЕФНИ УСЛОВИ

Селичевица и Бабичка Гора припадају Српско-македонској маси и изграђене су од старих палеозојских стена и убране током бајкалске орогенезе. Планина Селичевица припада доњем комплексу Српско-македонске масе јужно од Ниша. Простире се од Корвин града изнад Јужне Мораве до Кутинске реке код Лазаревог Села. Највиши врх на овој планини је Велика Тумба (903 m н.в).

Бабичка Гора је наставак доњег комплекса Српско-македонске масе ка југу, праваца пружања северозапад-југоисток, а започиње од Змијарника (358 m н.в) до Комарице (748 m н.в) где се надовезује на Крушевицу. Највиши врх Бабичке горе је Крива бука (1059 m н.в), изграђен од албит-хлорит-мусловитских шкриљаца, иако је већи део планине изграђен од мусковит-албит-хлорит-кварцних шкриљаца (Група аутора, 1980).

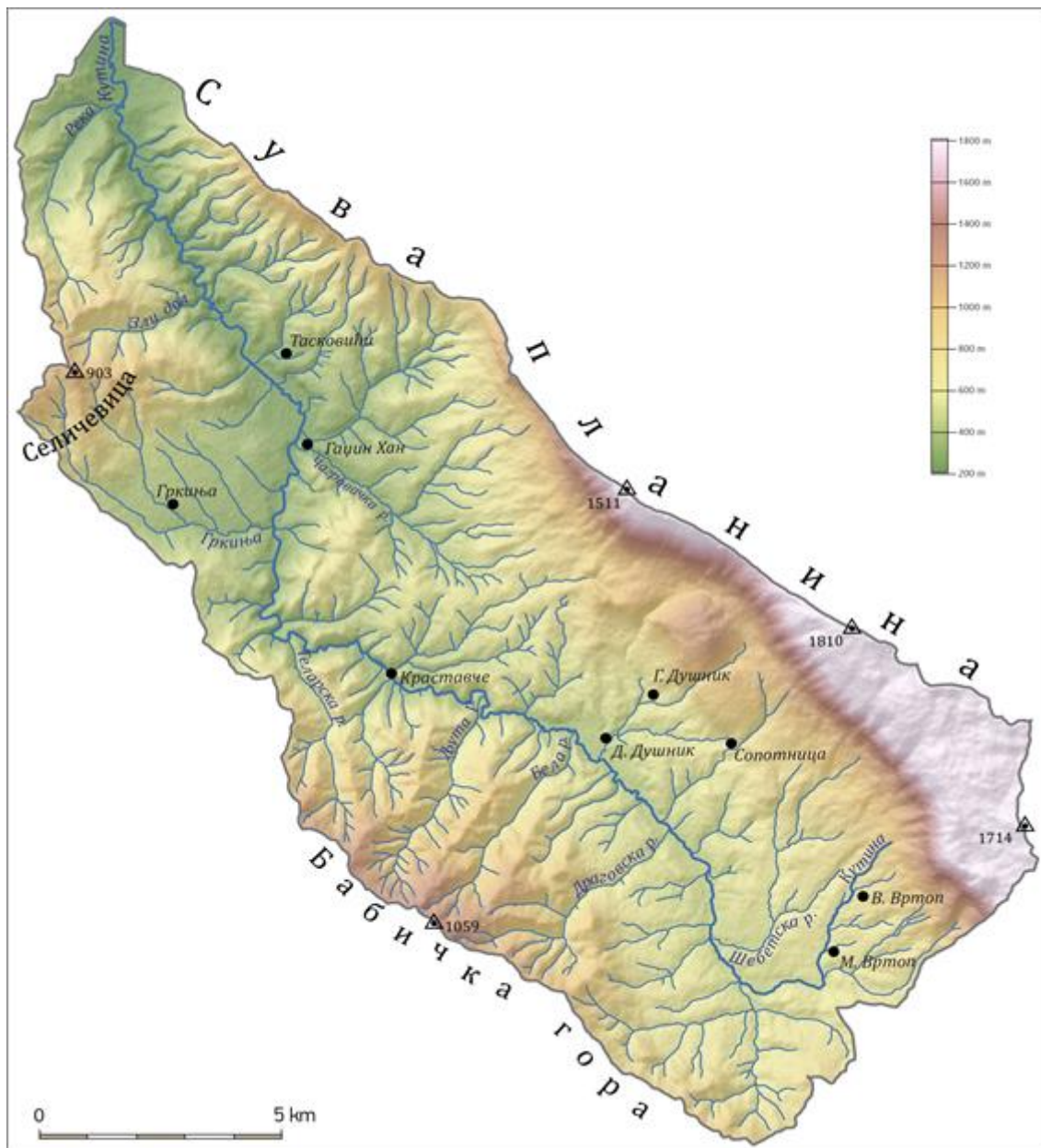
Сува планина простире се од Нишке Бање на северозападу до Љуберађе у долини Лужнице на југоистоку. „Гребен Суве планине дугачак је 24 km, разбијен је преседлинама на пет кречњачких маса: Мосор, Соколов Камен, Големи Камен, Костадиновац са Ражанцем и Голаш са Боговим врхом“ (Цвијић Ј., 1912). Ограничена је раседима од којих је најизразитији Моравско-заплањски расед. На северу њену границу чине три раседа: Сићевачки, Островачки и Белопаланачки, док је на североистоку Коритничко-лужнички расед (Петровић Ј., 1998). „За тектонику Суве планине од највећег значаја је југозападна дислокација. Дуж ове дислокационе зоне сударају се два различита планинска система. Селичевица, Бабичка гора и Крушевица својом резистентном масом кристаластих шкриљаца и вулканита, снажно потискује тектонске структуре Суве планине. Резултат тог потиска је њен правац пружања северозапад-југоисток који се поклапа са правцем Моравско-заплањске дислокације. Само у средњишњем делу одступа од овог општег правца пружања, јер се одваја гребен који скреће ка северу, формирајући са главном антиклиналом изразити облук Црвене реке“ (Цвијић Ј., 1912).

Највиши врх Суве планине је Трем 1809 m н.в. Сува планина има највећу ширину у делу где се налази површ Валојје (Ђокић М., 2015). Највећим делом је граде карбонатне стене. Гребен и површ Валојје изграђени су од јурских банковитих и слојевитих кречњака и доломита а нижи делови од кредних

кречњака и доломита (Група аутора, 1980). Још Цвијић истиче да се „на Сувој планини истиче се површ Валоже висине 1400-1500 m површине око 57 km². Нагнута је према Запаљу и Лужници, где се завршава низом голих коса и гребена који се литицама спуштају у много ниже земљиште: такви су Големи врх и Зубер изнад Штрбовца, Литица, Слабина и Ребрина изнад Великог и Малог Крчимира, Голаш, Костол, Корита и Барски Камен изнад села Вртоп и Коло изнад Шебета. Састављени су као и цело Валоже од кретацејских кречњака а испод њихових одсека долазе пешчари и лапорци Запаља. На њој се дижу врхови од стена јаче отпорне моћи Големи врх 1545 m, Литица 1687 m, Ђорђина чука 1735 m, Големо Стражиште 1736 m, Дебелац 1671 m и др.“ (Цвијић Ј., 1912).

Нишка котлина је басен некадашњег неогеног језера које је отекло крајем плиоцена. По њеном дну је образована река Нишава која је усекла осам речних тераса (Јанковић П., 1909). Обод котлине покривен је миоценом и плиоценом језерским седиментима а делови дна котлине холоценом седиментима. Нишка котлина има елипсоидни облик. Дужина у правцу запад-исток је око 44 km, а правцем север-југ око 22 km (Ршумовић Р., 1967). Котлина се простире између Јастребца на северу, Селичевице на југу, Суве и Сврљишких планина на истоку, док је према западу отворена долином Топлице (Ивановић и др., 2011).

Заплањска котлина налази се у сливу Нишаве и представљена је сливом Кутинске реке. Котлина има правац пружања северозапад-југоисток. Оивичена је на североистоку, истоку и југоистоку Сувом планином а на југозападу Селичевицом и Бабичком Гором. Котлина је предиспонирана истим раседима који су формирали околне планине и прошло је језерску фазу као околне котлине (Ђокић М., 2015).



Слика 51 Карта рељеф слива Кутинске реке

12.3.1. Хипсометријске карактеристике слива Кутинске реке

Слив Кутинске реке се простире од 203 до 1810 m н.в. и може се поделити на брежуљкасто-брдски рељеф од 200 до 500 m н.в, ниски планински простор од 500 до 1000 m н.в. и средње високи планински простор од 1000 до 2000 m н.в. Најнижи рељеф захвата нешто више од 99 km² (43%) слива и обухвата углавном алувијалну равну Нишаве и доњи ток Кутинске реке. Ниски планински простор

обухвата територију од 109 km² у сливу или 48%, док средње високи планински простор захвата око 21 km² површине у сливу. Највеће распрострањење у сливу је у висинској зони од 400-500 m, односно 500-600 m.

Табела 42 Висинске зоне у сливу Кутинске реке

h (m)	F (km ²)
200-300	10,8
300-400	33
400-500	55,3
500-600	40,0
600-700	27,2
700-800	19,8
800-900	14,5
900-1000	7,3
1000-1100	3,8
1100-1200	1,9
1200-1300	1,4
1300-1400	2,4
1400-1500	2,8
1500-1600	2,9
1600-1700	4,7
1700-1800	0,7

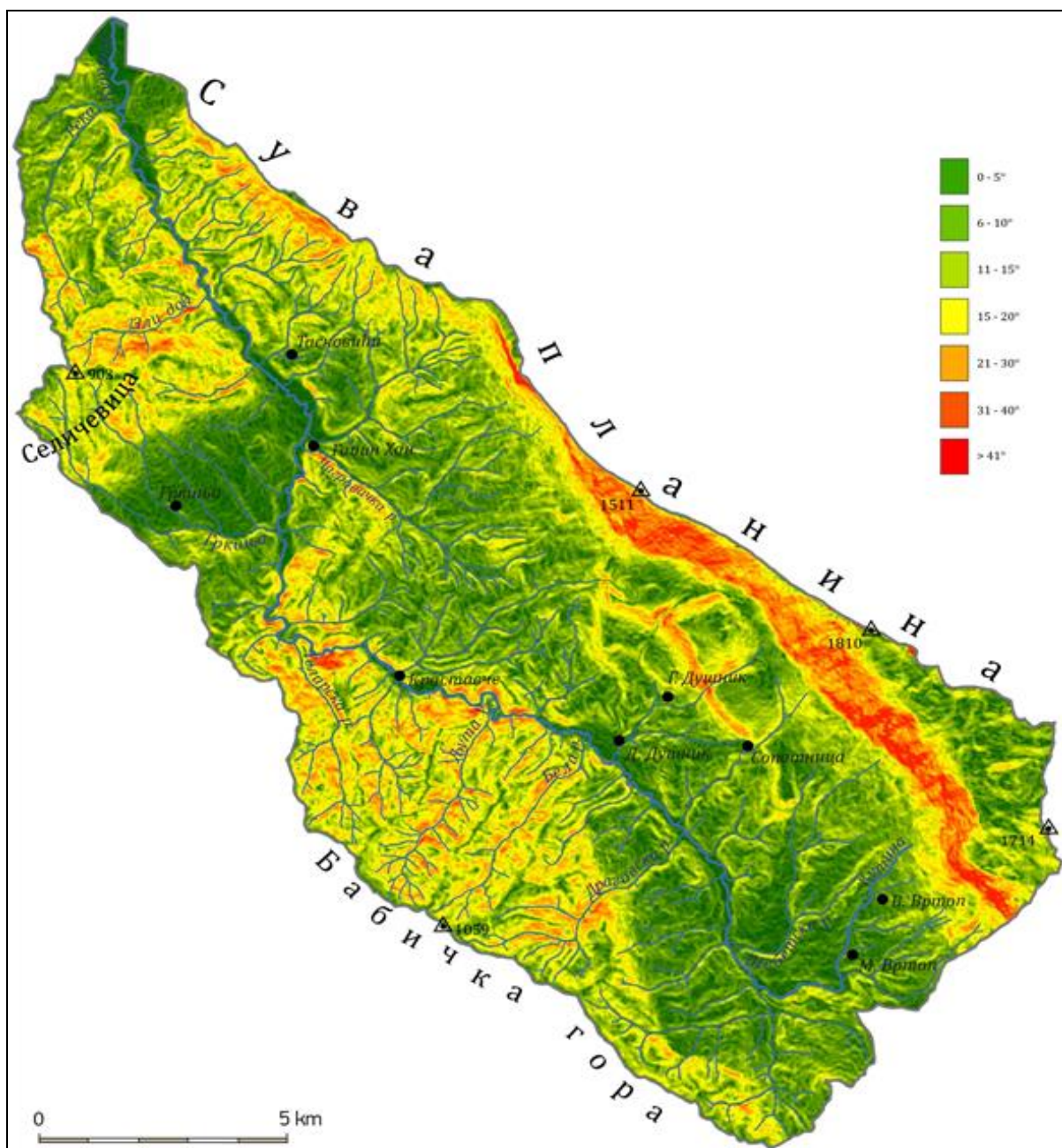
12.3.2. Нагиб рељефа

На анализираном подручју заступљене су високе вредности нагиба рељефа што указује да постоје повољни услови за интензиван развој ерозионих процеса. У спровођењу противерозионих мера нагиб служи као индикатор најрационалнијег начина коришћења земљишта. Такође, карте углова нагиба терена су показатељ ерозионих и акумулативних процеса.

Површине слива са нагибом до 10° заузимају 37,56% простора и углавном су заступљене у долини Кутинске реке и њених притока, као и при ушћу у Нишаву. Нагиб од 11-20° је заступљен на 37,14% површине слива а површине нагиба преко 21° заступљене су у планинском делу подручја и учествују у укупној површини са 25,26% (Табела 43).

Табела 43 Нагиби површина у сливу Кутинске реке

Степени °	%	Min нагиб	0
0-5	22,97	тах нагиб	65
6-10	29,34	Просечан нагиб	11,96
11-15	20,21		
16-20	13,20		
21-30	9,30		
31-40	3,76		
41+	1,23		
	100		



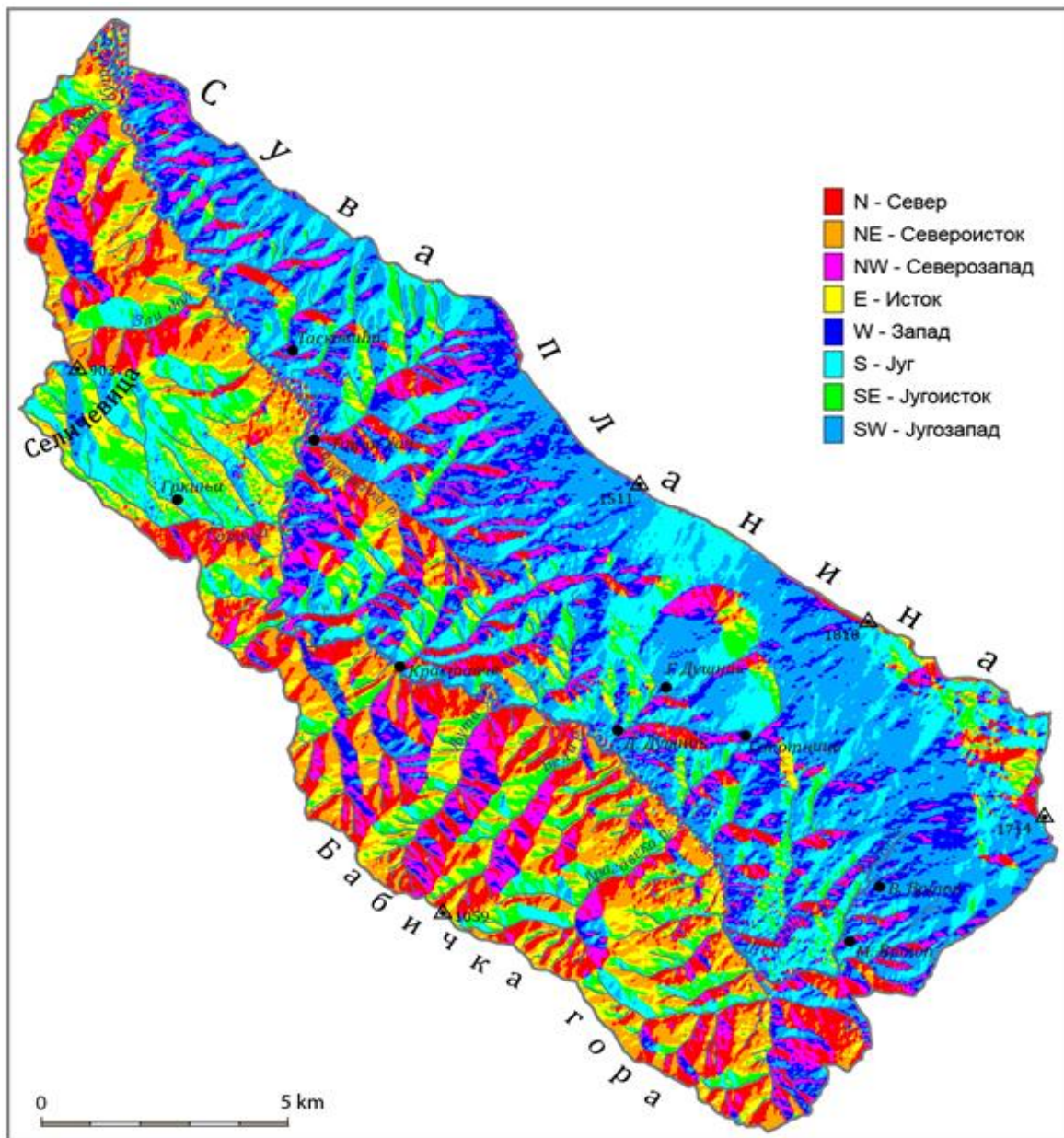
Слика 52 Карта нагиба терена у сливу Кутинске реке

12.3.3.Експозиција рељефа

Експозиције рељефа је битна у анализи природних услова неког подручја јер површине на северним и јужним експозицијама због различите дужине сунчевог сјаја, температурне суме имају и различит вегетациони покривач, што директно утиче на ерозивне процесе. На слици 53 приказан је просторни распоред заступљених експозиција у сливу Кутинске реке, а у табели 44 дата је њихова процентуална заступљеност. Погодне, осунчане падине (јужна и југоисточна) заузимају 26,17%, а хладне (северне, североисточне и северозападне) 33,46% територије слива.

Табела 44 Експозиције терена у сливу Кутинске реке

	F (km²)	%
N	22.4	9.7
NE	27.3	11.8
E	25.0	10.8
SE	21.8	9.4
S	27.1	11.7
SW	50.3	21.7
W	36.3	15.7
NW	21.2	9.2
	231.36	100



Слика 53 Карта експозиција терена у сливу Кутинске реке

12.4. КЛИМАТСКИ УСЛОВИ

Слив Кутинске реке се налази у области умерено-континенталне климе са просечним годишњим амплитудама температуре мањим од 23°C. Захвата простор Нишко-лесковачког рејона који карактерише најмања количина падавина у Србији, највише средње месечне максималне температуре ваздуха, најмањом облачношћу и дугим вегетационим периодом (Ракићевић Т., 1976)

У непосредној близини слива Кутинске реке налази се главна (синоптичка) метеоролошка станица Ниш (202 m н.в). У сливу се налази кишомерна станица Калетинац на 600 m н.в, а ван слива, кишомерна станица Раутово на 415 m н.в.

12.4.1. Падавине

За проучавање падавина у сливу Кутинске реке коришћени су подаци са кишомерне станице која се налази у оквиру слива (Калетинац (1961-2010), али и подаци са кишомерних станица које се налазе у непосредној близини (Ниш за период 1961-2016. и Раутово за период 1961-2010.).

Анализом је утврђено да укупна годишња висина падавина не утиче значајно на интензитет ерозије, знатно већи утицај има плувиометријски режим и интензитет падавина. Повећањем годишње количине падавина расте и потенцијална ерозивност одређеног простора, међутим на ерозивност утичу и други физичко-географски фактори, попут литолошких, рељефних и вегетационих карактеристика, намена коришћења земљишта, итд. (Драгићевић и др., 2015).

Количина падавина је у вези са надморском висином и из тог разлога овај однос ће да се користи за процену количине падавина на територији слива Кутинске реке. Проучавање Живковића (2009), на основу података са осам падавинских станица у сливу Нишаве, показало је постојање регресионе линеарне зависности средњих годишњих количина падавина од надморске висине. На основу ових података исти аутор издваја рејоне на територији слива Нишаве. Слив Кутинске реке припада Нишко-Сувопланинском рејону са коефицијентом

корелације од 0,94 (Живковић Н., 2009). Једначина за израчунавање годишњих падавина (P) преко надморске висине (H) дата је у поглављу Методологија, формула 4.

У овом рејону висински градијенти падавина износе око 70 mm до 400 m н.в., и око 18 mm за надморске висине преко 1400 m. Тако да се у деловима слива на надморској висини преко 1000 m могу очекивати годишње падавине од 1082 mm (Ђокић М., 2015). Применом формуле за предикцију падавина у сливу Кутинске реке израђена је изохијетна карта (Слика 61). У табели 46 приказане су средње месечне и годишње количине падавина, као и њихове екстремне вредности за период 1961-2010. Из табеле се може закључити да се највише падавина измери на највишој станици, Калетинац (на 660 m н.в.) 857 mm а најмање на станици Ниш на 202 m н.в. свега 592,6 mm. Нишка котлина добија најмању количину падавина, мању од 600 mm годишње и спада у делове на територији Србије са најмањом количином падавина. На кишомерним станицама у Источној Србији јављају се по два максимума и два минимума падавина. П. Вујевић овакав тип континенталног плувиометриског режима са два максимума и два минимума од којих је изразитији онај на почетку лета издвојио је као посебну подунавску варијанту.

Табела 45 Основне карактеристике падавинских станица

Кишомерна станица	φ (°)	λ (°)	h (m)
Ниш	43,33	21,9	202
Раутово	43,28	22,05	415
Калетинац	43,15	22,15	600

Табела 46 Средње месечне (Psr), минималне (Pmin) и максималне (Pmax) количине падавина (mm) у периоду 1961-2010.

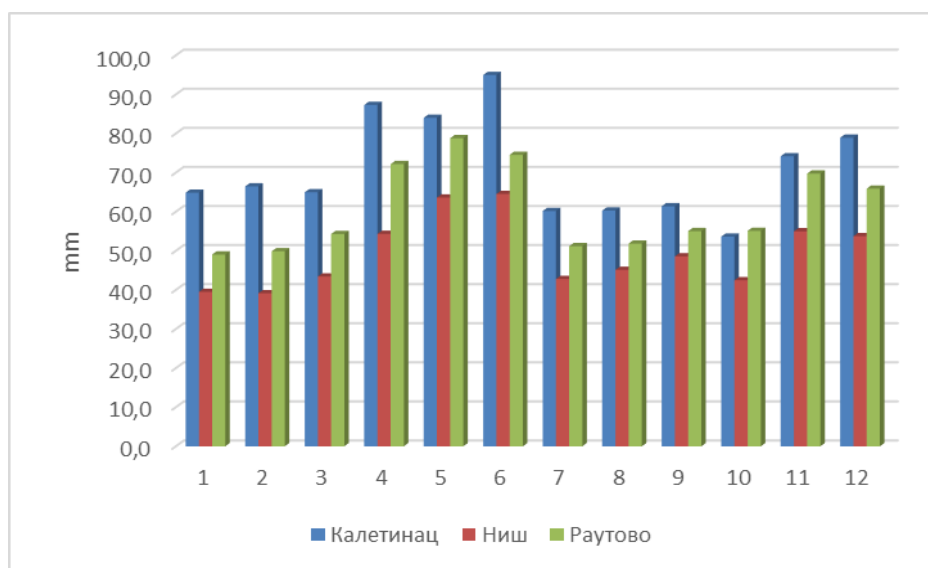
станица		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
Ниш (202 m)	Psr	39,5	39,1	43,4	54,3	63,6	64,5	42,8	45,1	48,8	42,5	55	53,7	592,6
	Pmin	2	7	10	6	21	10	0,7	2	3	0	0,2	0,6	386
	Pmax	95	93	103	133	136	206	143	117	201	132	179	116	774
Калетинац (660 m)	Psr	65,5	65	65,3	84,5	82,5	94	60,8	61,6	62,1	57,6	78,3	79,9	857,1
	Pmin	8	9	3	18	15	14	4	0	3	2	2	3	476
	Pmax	165	143	157	182	194	269	164	167	247	183	241	233	1064
Раутово (415 m)	Psr	51,2	50,8	57,3	69,7	78,1	72,2	53,4	54,9	57,7	55	71,8	68,8	740,7
	Pmin	5	11	7	8	17	16	4	1	4	0	1	3	469
	Pmax	131	121	133	182	181	194	157	145	225	158	239	148	948

* Према подацима Републичког хидрометеоролошког завода Србије

На основу слике 54 може да се потврди постојање два максимума и два минимума падавина. На станицама Ниш и Калетинац најкишовитији месец је јун а на станици Раутово мај. Мада на све три станице први максимум падавина је крајем пролећа и почетком лета (јун, мај и април), док је други максимум током зиме (новембар и децембар). Минимум падавина је током јануара и фебруара, односно јула и августа.

Табела 47 Средње месечне (P_{sr}), минималне (P_{min}) и максималне (P_{max}) количине падавина (mm) у периоду 1961-2016., станица Ниш

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
P_{min}	1,7	6,5	9,6	6,4	21,3	5,9	0,7	1,5	3,0	0,0	0,2	0,6	385,6
P_{sr}	41,8	39,8	44,9	54,3	67,4	62,6	44,7	43,8	48,4	44,8	54,6	52,1	599,3
P_{max}	101,2	92,6	102,9	133,4	177,1	206,1	142,5	116,7	201,1	131,7	179,1	116,0	950,2
stdev	25,0	21,6	25,2	25,9	36,1	35,9	32,9	28,9	39,9	31,5	35,5	30,4	105,1
kv	59,7	54,2	56,1	47,8	53,5	57,4	73,5	66,0	82,3	70,4	65,0	58,4	17,5



Слика 54 Висина падавина по месецима на станици Калетинац, Раутово и Ниш у периоду 1961-2010.

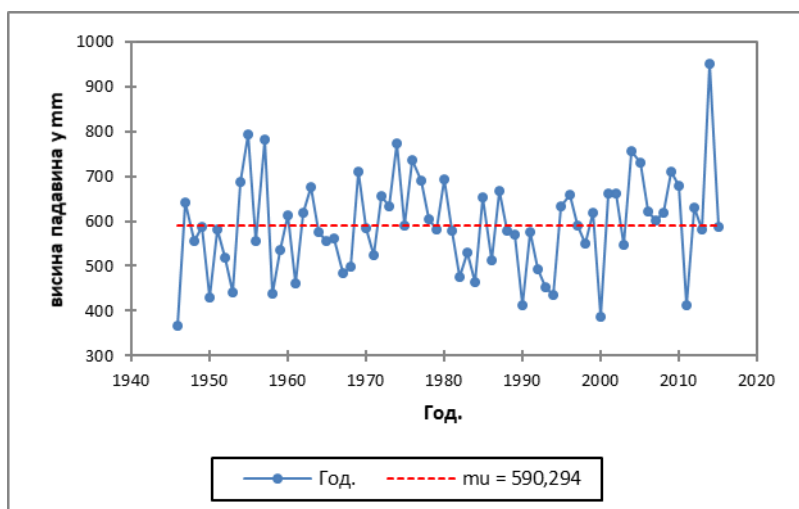
Табела 48 Дистрибуција падавина у топлијем и хладнијем делу године

станица	април-септембар (mm)	октобар-март (mm)	април-септембар (%)	октобар-март (%)
Калетинац	445,6	411,5	52	48
Ниш	319,2	273,3	53,9	46,1
Раутово	385,9	354,8	52,1	47,9

*Извор: Мустафић С. (2013)

Из табеле 48 може да се види да се више падавина излучи у топлијем делу године. Међутим разлика у количини падавина између топлије и хладније сезоне је мала, на свим станицама. Калетинац и Раутово примају само 4% више падавина у периоду од априла до септембра. С тога може да се закључи да овај део Србије испољава одлике прелазног типа pluviometriјског режима. Вујевић П. (1953) наводи да овај део Србије прелази из континенталног у медитерански pluviometriјски режим. Али како на простору јужно од Сврљишких планина не постоји права граница између pluviometriјских режима, већ само можемо да констатујемо „да постоји шира зона која има одговарајуће одлике прелазног типа“, између континенталног и медитеранског pluviometriјског режима (Миловановић Б., 2010).

Применом Pettit теста није утврђена година промене у подацима за количину падавина на метеоролошкој станици Ниш. У интерпретацији дат је приказ коришћеног Pettit теста са основним подацима. Пошто је вредност p већа од вредности α прихвата се нулта хипотеза да су подаци хомогени и да не постоји тачка у којој је дошло до промене у низу података.



Pettitt's test (Год.):	
K	339,00
t	2000
p-value (Two-tailed)	0,210
alpha	0,05

Слика 55 Приказ Pettit теста примењеног на подацима средње годишњих количина падавина (mm) на станици Ниш са интерпретацијом

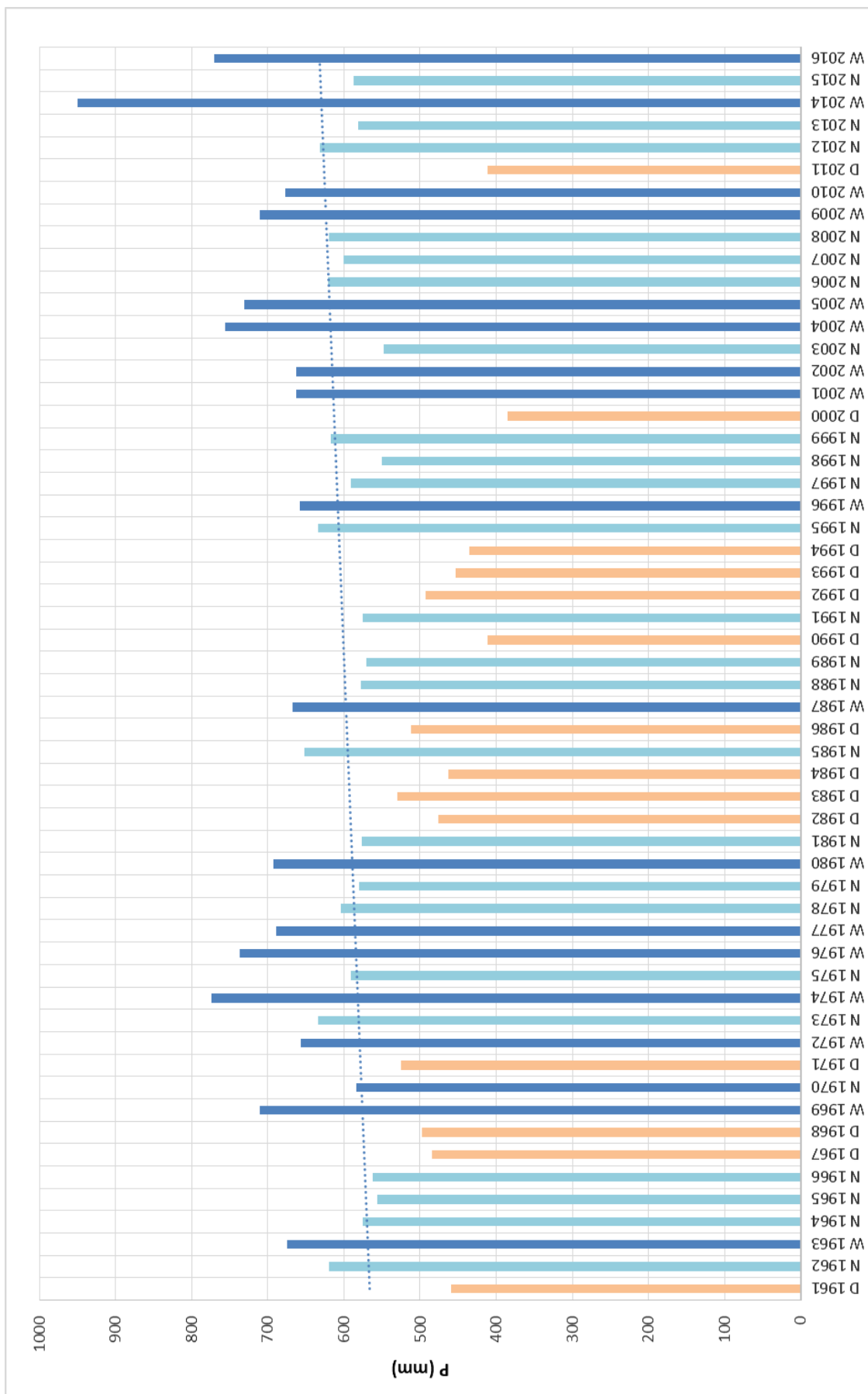
На основу анализе месечне количине падавина на станици Ниш, утврђено је да је дошло до повећања количине падавина у јесењим месецима, у октобру ($\alpha=0,01$) у износу од 0,755mm/год.

Испитивањем тренда падавина за период 1961-2016. дошло се до сличних резултата који су добијени у другим истраживањима (Луковић Ј., 2013; Тошић, Уникашевић, 2005). Она указују на незначајан негативан тренд на годишњем нивоу у зимским месецима, а позитиван у летњим. На нивоу сезонских вредности утврђено је постојање благог повећања количине падавина током јесени. Позитиван тренд у јесењој сезони последица је повећања падавина у октобру и новембру. Позитиван тренд у јесењој сезони може бити резултат краткотрајне атмосферске нестабилности која може узроковати јаке пљускове (Тошић, 2004).

Извршено је и рангирање година према количини падавина за станицу Ниш. Објашњење поделе на сушне, нормалне и влажне године према количини падавина приказано је у поглављу Методологија.

Табела 49 Детерминација година према количини падавина на станици Ниш (у mm) на влажне W, нормалне N и сушне D

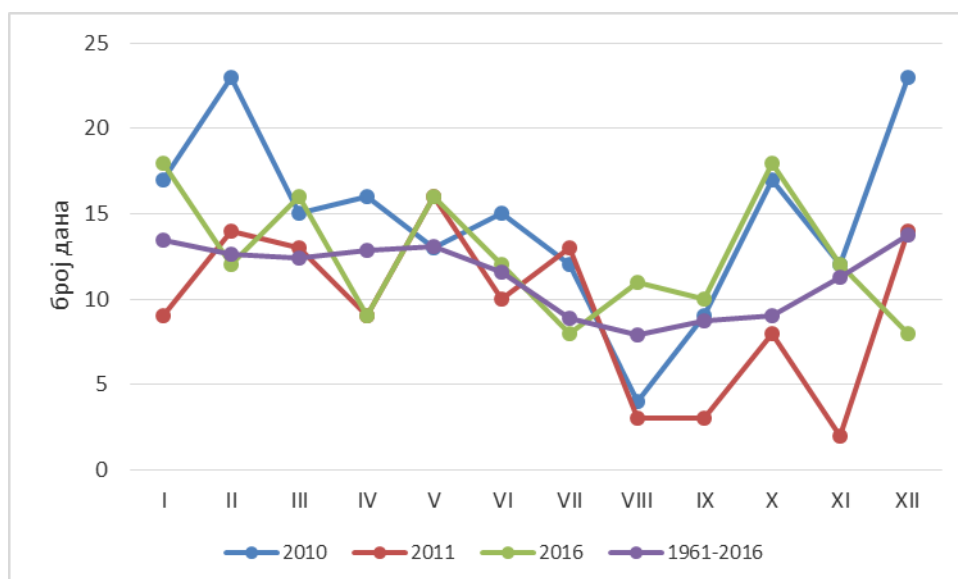
W	>651,8
N	546,7-651,8
D	<546,7



Слика 56 Рангирање година према количини падавина за станицу Ниш W-влажне, N- нормалне, D- сушне

12.4.1.1.Анализа дневних вредности падавина

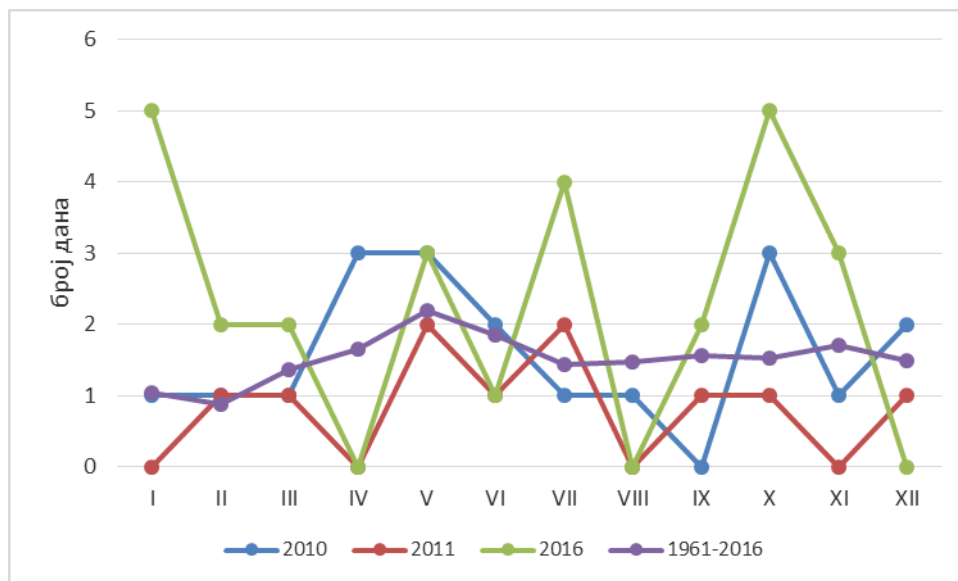
Анализа броја дана са количином падавинама једнаком или већом од 0,1 mm и већом од 10 mm показује тренд повећања. Ако се узме у разматрање број дана са количином већом од 0,1 mm (Слика 57) 2010. година се издваја као екстремна година. Током 2010. године било је чак 176 (просек је 136) дана са количином падавина већом од 0,1 mm, што је највише током читавог периода (1961-2016). Скоро сви месеци су са изнад просечним вредностима изузев августа и септембра.



Слика 57 Број дана са количином падавина ≤ 0.1 mm на станици Ниш током 2010., 2011. и 2016. године и вишегодишњег просека 1961-2016.

Током 2011. године било је укупно 114 дана са количином падавина већом од 0,1 mm. Нарочито се издвајају фебруар, март, мај и јул као месеци са већим бројем дана са том количином падавина од просека.

Посматрајући екстреме броја дана са количином падавина већом од 0,1 mm током 2016. године било их је укупно 150. И код ових екстремних падавина издваја се јануар са чак 18 дана са количином падавина већом од 0,1 mm (просек 13), октобар 18 (просек 9), мада готово сви месеци у 2016. години су имали изнад просечне вредности овог параметра.



Слика 58 Број дана са количином падавина ≥ 10.0 mm на станици Ниш за 2010., 2011. и 2016. годину и период 1961-2016.

Током 2010. године било је укупно 19 дана са количином падавина једнаком или већом од 10 mm (Слика 58). У односу на просечну вишегодишњу вредност (која за период 1961-2016. износи 18 дана) само су април, мај и октобар имали више дана са количином падавина преко 10 mm.

Година 2011. се издваја као сушна година са количином падавина испод просечних вредности. Само 10 дана током године забележене су падавине веће од 10 mm.

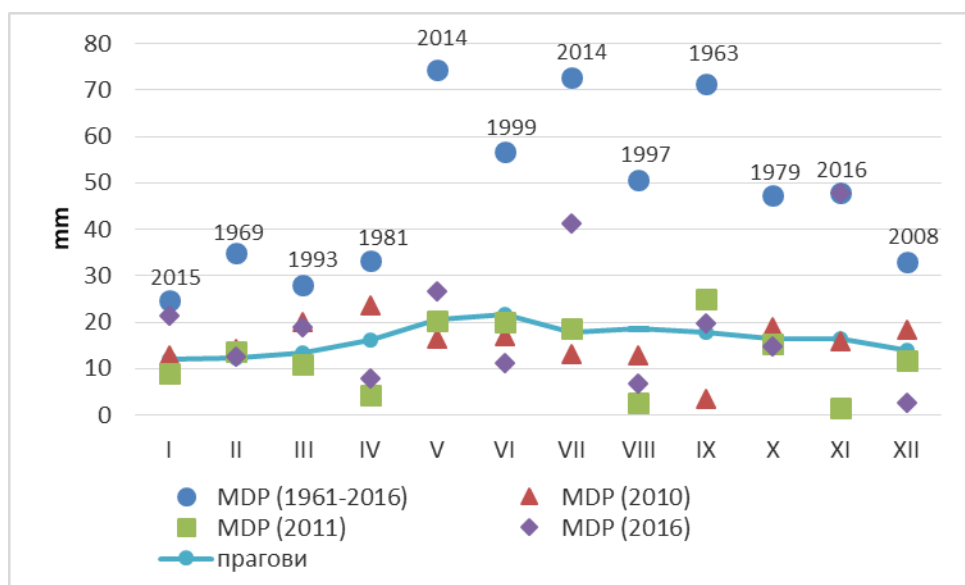
Година 2016. се издваја као влажна са 27 дана са количином падавина једнаком или већом од 10 mm. Током ове године се издвајају јануар са 5 дана (просек 1), јул са 4 дана (просек 1) и октобар са 5 дана (просек 2).

За три године током којих је вршено узорковање (2010., 2011., 2016.) одређени су прагови, односно одступање од средњих вредности (1961-2016) (Табела 50 и Слика 59). Као што је добро познато, са повећањем интензитета падавина појачава се интензитет механичке водне ерозије, тако да је било неопходно утврдити максималне дневне количине падавина. Одступање од прагова (средњих вредности) за одређени месец означава већу могућност за интензивирање екстремних услова. Према Карти природних непогода Србије (Dragićević et al. 2011), слив Нишаве је подложен свим природним непогодама, нарочито поплавама. Део слива Нишаве који се може издвојити као високо

еродибилно подручје представља слив Кутинске реке. Студије које су рађене у Србији показују да свако повећање количине падавина не доводи до повећања износа ерозије (Драгићевић С., 2002; 2007).

Табела 50 Прагови за екстремне падавине MDP за период 1961-2016. (у mm) и максималне дневне количине падавина MDP 2010., 2011. и 2016. године на станици Ниш

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
MDP	12,0	12,2	13,5	16,1	20,6	21,6	17,7	18,6	17,8	16,4	16,4	13,8
MDP 2010	12,8	14,2	19,9	23,5	16,3	16,9	13,2	12,9	3,4	19,0	15,8	18,4
MDP 2011	8,9	13,7	10,9	4,2	20,2	20,0	18,7	2,6	24,9	15,4	1,6	11,8
MDP 2016	21,5	12,6	18,9	7,8	26,5	11,3	41,2	6,7	19,8	14,7	47,9	2,7

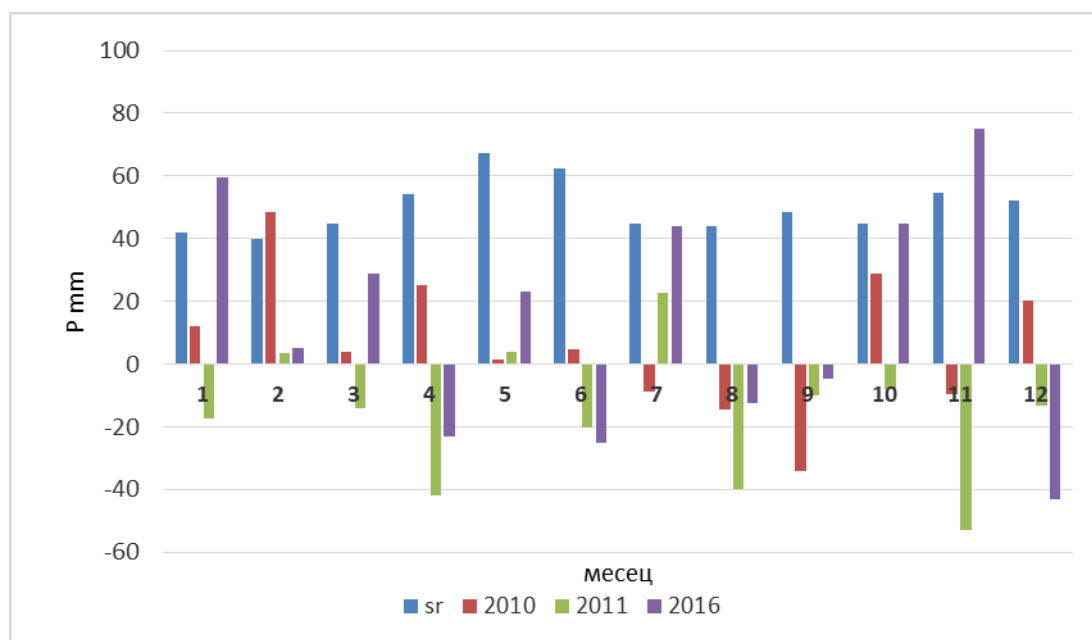


Слика 59 Прагови за екстремне падавине MDP за период 1961-2016. (у mm) и максималне дневне количине падавина MDP 2010., 2011. и 2016. године на станици Ниш

Табела 51 Више/мање падавина од просека (1961-2016) током 2010., 2011. и 2016. године на станици Ниш Р у mm и %

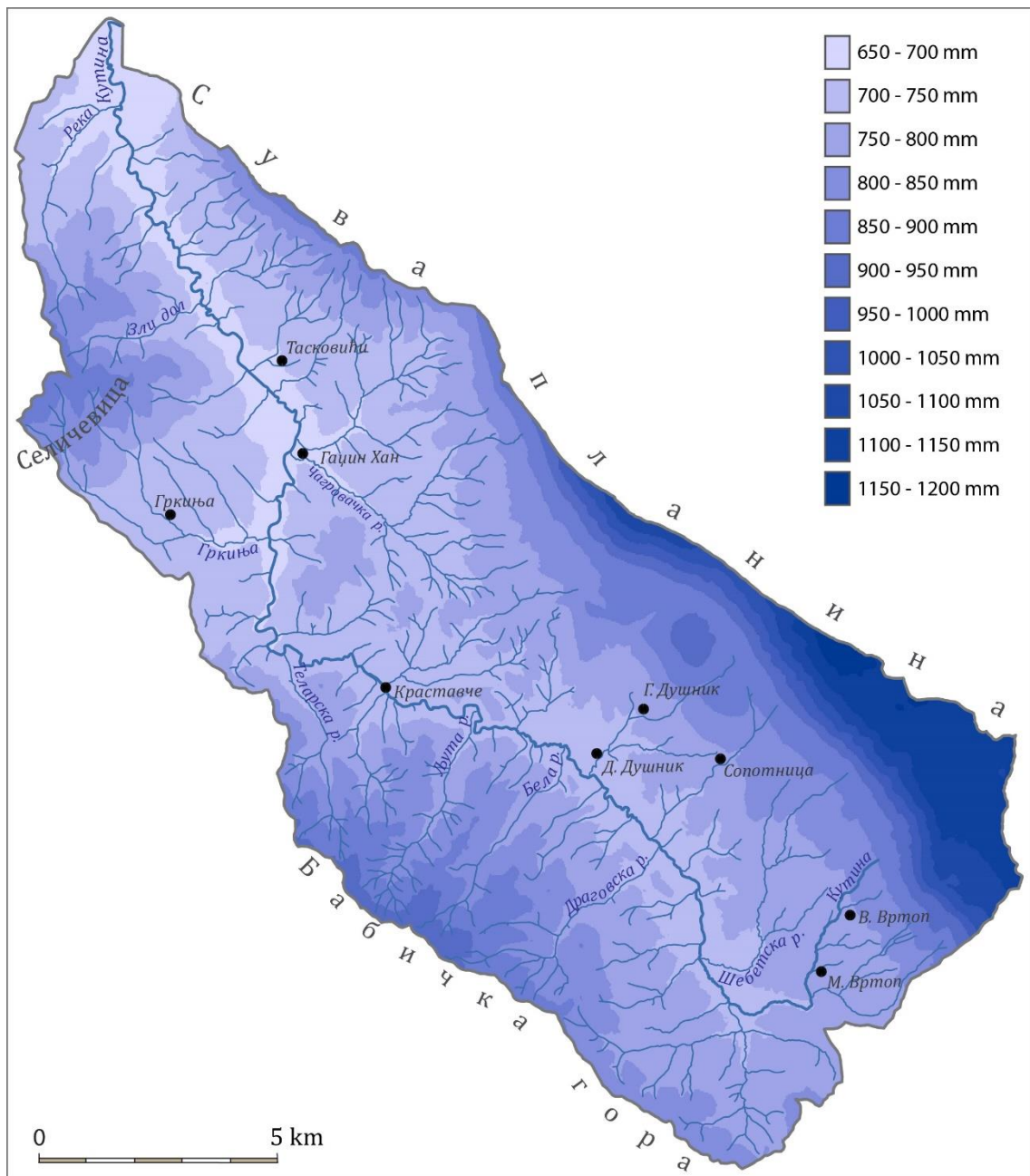
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
P 2010.	+12,2	+48,5	+3,9	+25,2	+1,4	+4,8	-8,9	-14,3	-34,0	+28,9	-9,7	+20,5	+78,4
%	+29,2	+121,7	+8,7	+46,4	+2,1	+7,7	-19,9	-32,7	-70,2	+64,5	-17,7	+39,2	+13,1
P 2011.	-17,2	+3,4	-14,2	-41,9	+3,9	-20,1	+22,9	-39,7	-10,0	-8,1	-52,9	-13,4	-187,4
%	-41,1	+8,4	-31,6	-77,2	+5,7	-32,1	+51,2	-90,6	-20,7	-18,1	-96,8	-25,7	-31,2
P 2016.	+59,4	+5,3	+28,8	-23,1	+23,2	-25,3	+43,9	-12,4	-4,8	+44,7	+75,0	-43,0	+171,6
%	+142,0	+11,6	+39,1	-74,0	+25,6	-67,7	+49,5	-39,6	-11,1	+49,9	+57,8	-472,8	22,2

*предзнак (-) мање падавина од просека 1961-2016; (+) више падавина од просека



Слика 60 Више/мање падавина од просека (1961-2016) током 2010., 2011. и 2016. године на станици Ниш Р (у mm)

На свим станицама у сливу Кутинске реке однос између месеца са максималним и минималним количинама падавина је мали и износи за станицу Ниш 1:1,7; станицу Калетинац 1:1,7 и станицу Раутово 1:1,6.



Слика 61 Isoхијетна карта слива Кутињске реке

12.4.2. Температура ваздуха

Температура ваздуха је један од најзначајнијих климатских елемента који директно утиче на скоро све хидролошке параметре (Sondi, Nagesh Kumar, 2013; Chakraborty et al., 2017). Сходно малој разлици у географској ширини слива, на температуру ваздуха утиче надморска висина слива и експозиција терена.

У периоду 1961-2016. средња годишња температура ваздуха на станици Ниш износила је 11,8 °С. Најтоплији месец је јул са 22,1 °С, затим август 22 °С а најхладнији јануар 0,4 °С. У наведеном периоду ниједан месец нема средњу температуру испод 0 °С, а температурна амплитуда најтоплијег и најхладнијег месеца износила је 21,7 °С.

Проучавајући температуру ваздуха на простору Источне Србије Живковић Н. и Смиљанић С. (2005) су у сливу Нишаве издвојили шест рејона. Претпоставка од које се кренуло је да температура ваздуха опада са надморском висином. Како би олакшали израчунавање урађена је регресиона анализа која показује постојање линеарне зависности температуре од надморске висине са коефицијентом детерминације од 84%. Формула за процену средње годишње температуре ваздуха приказана је у поглављу Методологија, формула 5.

Табела 52 Средње месечне температуре ваздуха на станици Ниш (°С) у периоду 1961-2016.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
1961-2016	0,40	2,63	6,96	12,14	16,86	20,23	22,14	21,98	17,48	12,12	6,83	1,86	11,80

На основу вредности средњих месечних температура ваздуха на станици Ниш добијена је вредност просечне температуре годишњих доба, Табела 53.

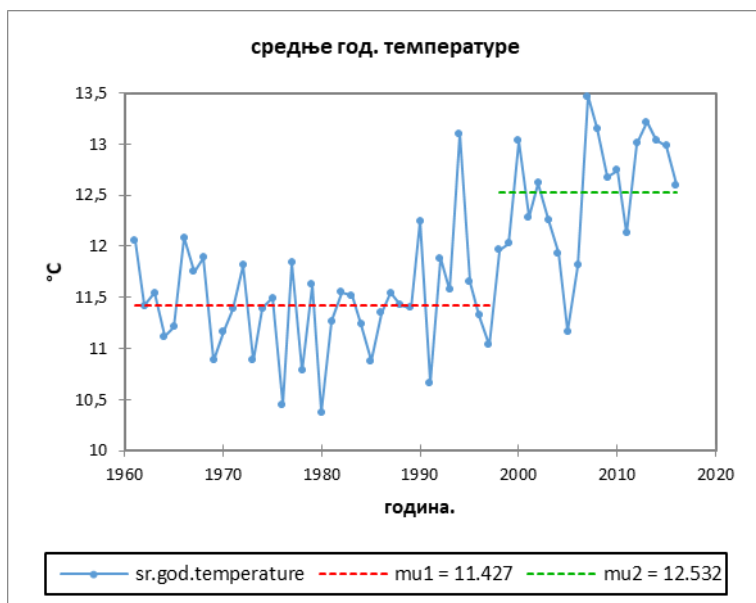
Табела 53 Средње температуре годишњих доба на станици Ниш (°С) за период 1961-2016.

сезона	зима	пролеће	лето	јесен
Ниш	1,6	11,9	21,3	12,0

У температурном погледу територија коју обухвата слив Кутинске реке приказана је на Карти природних хазарда Србије (Dragičević et al., 2011a) као једно од најсушнијих области у Србији. Позитивна средња јануарска температура

ваздуха (на станици Ниш) као и високе средње јулске температуре (Ivanović i dr., 2011) су међу највишим на територији наше земље. С обзиром да је средња годишња температура ваздуха на станици Ниш 11,8 °C изотерма од 11 °C се у Нишкој котлини налази на 267 m надморске висине (Мустафић С., 2013).

У овом раду је коришћен Mann-Kendall тест како би се утврдило постојање тренда промене температуре ваздуха (Safari B., 2012; Karmeshu N., 2012; Rui, ZhiHua, 2013; Radivojević et al., 2015). Pettit тестом (Pettitt A.N. 1979; Sahin, Cigizoglu, 2010; Radivojević et al., 2015; Zarenistanak et al., 2014) је утврђено да ли постоји година у којој долази до промене средње вредности температуре ваздуха. Овај тест је показао да је тачка промене 1997. година. Просечна вредност температуре ваздуха у периоду 1961-1997. износила је 11,43 °C, а у периоду 1997-2016. 12,53 °C. Резултати показују да је дошло до повишења температуре ваздуха за 1,10 °C. Посматрајући на месечном нивоу значајан тренд повећања температуре ваздуха на станици Ниш утврђен је током јула и августа месеца (ниво значајности $\alpha=0,001$) и јуна месеца ($\alpha=0,01$) као и на годишњем нивоу ($\alpha=0,001$) (Ђокић М., 2015). Ова два непараметарска теста провере хомогености низа вредности показују да у сливу постоји општи тренд пораста температура ваздуха. То негативно утиче на водност слива, односно на смањење протицаја што је и утврђено тестирањем тренда протицаја у наредним поглављима.



Pettitt's test:	
K	585.0000
t	1997
p-value (Two-tailed)	< 0.0001
alpha	0.05

Слика 62 Приказ Pettit теста примењеног на подацима средње годишњих температура ваздуха (°C) на станици Ниш (1961-2016.) са интерпретацијом

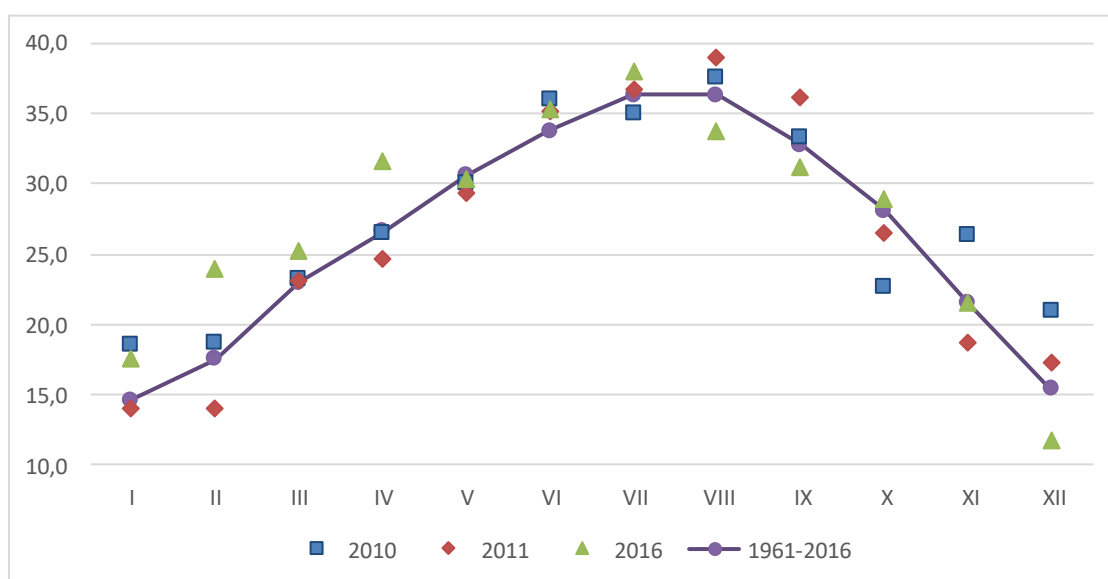
12.4.2.1. Анализа екстремних вредности температуре ваздуха

Када анализом екстремних дневних количина падавина не може да се објасне екстремне вредности концентрације суспендованог наноса и проноса суспендованог наноса онда се закључује да постоји још неки фактор који је утицао на интензивирање ерозивног процеса, а то је температура ваздуха. Зато се понекад у анализу екстремних дневних или месечних проноса суспендованог наноса узима температура ваздуха као примаран фактор. За истраживање везе нису значајне средње вредности температуре ваздуха већ максималне и апсолутно максималне температуре, нарочито у хладнијем делу године јер директно утичу на интензивирање денудационог процеса (Манојловић С., 2018). Из тог разлога у оквиру ове целине биће разматрано неколико случајева током истраживачког периода.

Табела 54 Температурни параметри (°C) за станицу Ниш током 2010., 2011. и 2016. године

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Там 2010	18,6	18,7	23,2	26,5	30	36	35	37,6	33,3	22,7	26,4	21
Тсмм 2010	5,10	7,85	13,23	18,55	23,34	27,22	29,56	31,37	25,24	15,41	18,91	7,70
Тм 1961-2016	4,6	7,5	12,7	18,3	23,4	26,8	29,2	29,5	25,0	19,0	12,2	5,7
Там 2011	14,0	14,0	23,1	24,6	29,3	35,2	36,8	39,0	36,2	26,5	18,7	17,2
Тсмм 2011	4,8	4,4	12,7	18,6	22,8	27,4	30,4	32	29,7	17,4	9,9	8
Там 2016	17,6	23,9	25,3	31,6	30,3	35,3	38	33,8	31,2	28,9	21,6	11,7
Тсмм 2016	4,5	14,9	14,1	22,2	22,1	28,7	30,7	28,1	25,9	16,2	12,2	3,1
Там1961-2016	14,6	17,5	23,0	26,6	30,6	33,8	36,4	36,4	32,8	28,1	21,5	15,4

(Там-апсолутно максимална температура; Тсмм- средња месечна максимална температура; Тм- средња месечна максимална температура током вишегодишњег периода)



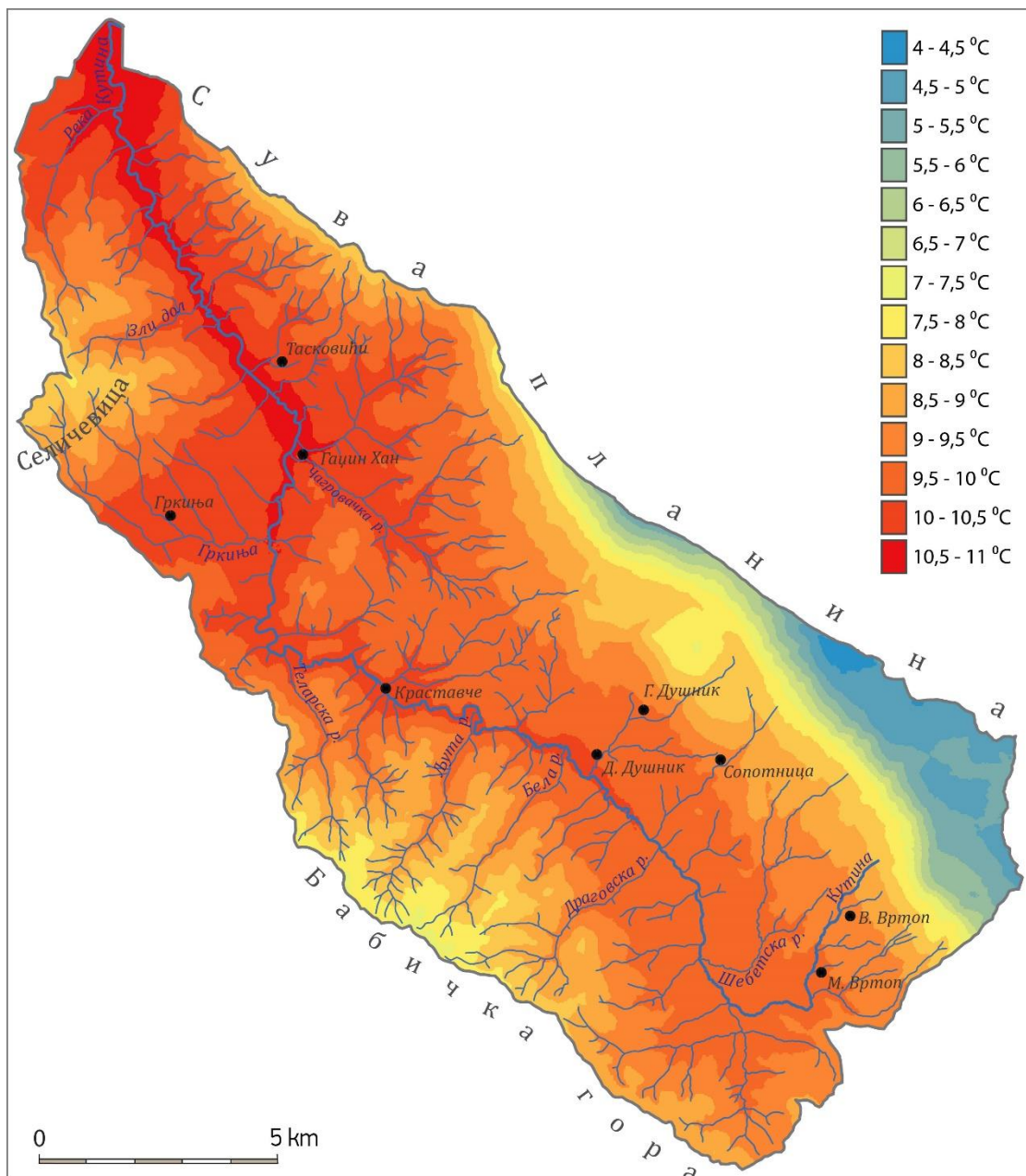
Слика 63 Апсолутно максималне температуре ваздуха на станици Ниш (°C) током истраживачког периода (2010., 2011. и 2016. године)

Фебруар 2010. године на станици Ниш се издваја као месец током ког је измерена апсолутно максимална температура ваздуха од 18,7 °C (што је више од просека за апсолутне температуре 17,5 °C). Ова вредност није много виша од просека али може да објасни велике проносе наноса који су измерени фебруара месеца а немају везу са повећаном количином падавина (која је у оквиру просечних вишегодишњих вредности). Како наводи Манојловић С. (2018) овај месец је један од „најлепших примера“ утицаја температуре ваздуха на ексцесивност механичке водне ерозије на Нишави, хидролошком профилу Ниш, а Кутинска река је интегрални део слива Нишаве. Резултати истог аутора указују да постоји висок ниво коефицијента детерминације ($R^2=0,80$) између температуре

ваздуха и протицаја, и између температуре ваздуха и концентрације суспендованог наноса.

У фебруару је било 11 дана са температурама које су више од просечних максималних вредности. То је условило појаву високих протицаја (током 7 дана, до 15,37 m³/s). Овако високи протицаји (вишегодишњи просек за фебруар 1,93 m³/s) резултат су високих средњих дневних температура ваздуха што је условило појаву високих концентрација суспендованог наноса а као последица тога и високу месечну вредност проноса суспендованог наноса, 5058 t или 22% укупне годишње суме.

Још један пример су фебруар и март 2016. године, где су апсолутно максималне температуре измерене током ових месеци за 6,4 °C, односно 2,3 °C више од вишегодишњег просека. Фебруар и март су и месеци када почиње вегетација да се интензивно развија па на мањим токовима, као што је Кутинска река, у том периоду се јављају и највиши протицаји. Током ова два месеца је из слива изнето укупно више од 25% годишње суме проноса суспендованог наноса што може да се доведе у везу са температуром ваздуха и његовим утицајем на интензитет механичке водне ерозије.



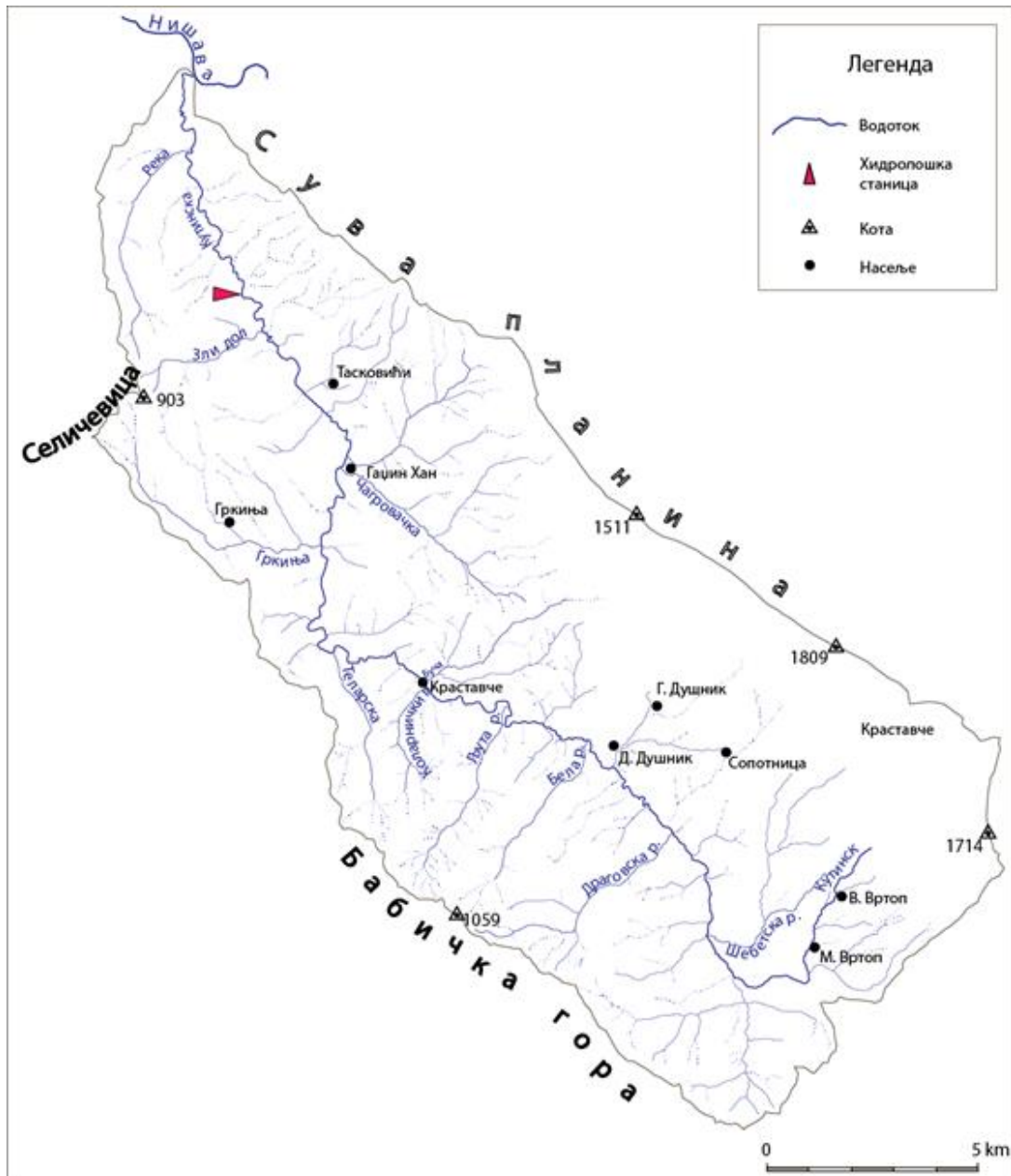
Слика 64 Изотермна карта слива Кутинске реке

12.5. ХИДРОЛОШКИ УСЛОВИ

Кутинска река је лева притока Нишаве и у њу се улива на 203 m н.в., низводно од Нишке бање. Површина слива износи 231,36 km², а дужина тока 43,03 km.

Кутинска река извире у подножју Суве планине, на надморској висини од 775 метара, изнад насеља Велики Вртоп и Шебет. „Ту се на додиру кредних пешчара и лапораца са једне и миоцених седимената са друге стране, налази више јаких врела која се хране водом са гребена Суве планине изграђеног од титонских банковитих кречњака и доломита“ (Ђокић М., 2015). Укупан пад речног корита Кутинске реке износи 572 m.

У горњем току Кутинска река прима мали број притока и углавном има мали пад, али низводно од насеља Мали Вртоп падови њених притока су велики и то су претежно леве саставнице које одводњавају Бабичку Гору. То су Драговска река (L= 6,17 km), Бела река (L= 4,25 km), Љута река (L= 4,69 km), Коларички поток (L= 2,85 km) и Теларска река (L=3,90 km). Ови токови се одликују великом густином речне мреже, периодични су и покривени шумом, као и слабо насељени (Ђокић М., 2015).



Слика 65 Карта хидрографска мрежа слива Кутинске реке (на основу ТК 1:25000)

У делу тока до Гаџиног Хана десне притоке су малобројне, али се јављају бројна крашка врела. Најјаче је врело у Горњем Душнику које је каптирано и вода се користи за потребе рибњака. Алувијална раван коју гради Кутинска река је различите ширине, у просеку око 300 m а најшира је код насеља Краставче 570 m.

На простору насеља Гацин Хан Кутинска река са десне стране прима Чагровачку реку ($L= 6,12 \text{ km}$ и $F= 17,34 \text{ km}^2$) и Копривничку реку ($F= 11,5 \text{ km}^2$) које се одликују великим падовима речног тока. Низводно од насеља Тасковићи притоке су периодични, кратки токови јер се гребен Суве планине приближава речном кориту. Најзначајније притоке у овом сектору су Зли дол и Река које одводњавају Селичевицу.

Низводно од насеља Прва Кутина може да се види велика количина наноса коју је река наталожила што показује њен бујични карактер. Слив Кутинске реке је већим делом изграђен од неотпорних стена, шуме су посечене ради добијања пољопривредних површина када је била интензивна пољопривредна производња на овом простору, иако су падови на Кутинској реци мали њене притоке се одликују великим падовима. Из тих разлога се догађа да током великих протицаја Кутинска река постаје типична бујица која носи велику количину материјала.

На основу топографских карата (листови Ниш 2-4, 4-2, Бела Паланка 1-3, 3-1, 3-2, 3-3, 3-4) размере 1:25000 урађена је дигитална карта хидрографске мреже слива.

12.5.1. Протицај

На хидролошкој станици Радикина Бара мере се протицаји на Кутинској реци. Кота „0“ на 232,12 m, удаљеност од ушћа 7,49 km (РХМЗ), површина слива до хидролошког профила износи $209,7 \text{ km}^2$ (Ђокић М., 2015). Режим протицаја је утврђен анализом дневних, месечних, годишњих и екстремних вредности, чиме је указано на дистрибуцију његових вредности током године.

У табели 55 дате су средње и екстремне вредности протицаја на хидролошкој станици Радикина Бара за период 1961-2016. За период 1971-1976. постоје подаци само за водостај, па су средње месечне вредности протицаја прорачунате. Средњи вишегодишњи протицај (1961-2016) износио је $1,26 \text{ m}^3/\text{s}$. Максимални средњи годишњи протицај је био $3,01 \text{ m}^3/\text{s}$ забележен 1963. године. Минимални протицај је био 1994. године $0,20 \text{ m}^3/\text{s}$. Минимални месечни протицаји најчешће се јављају у септембру ($0,42 \text{ m}^3/\text{s}$) и октобру (просечно $0,44$

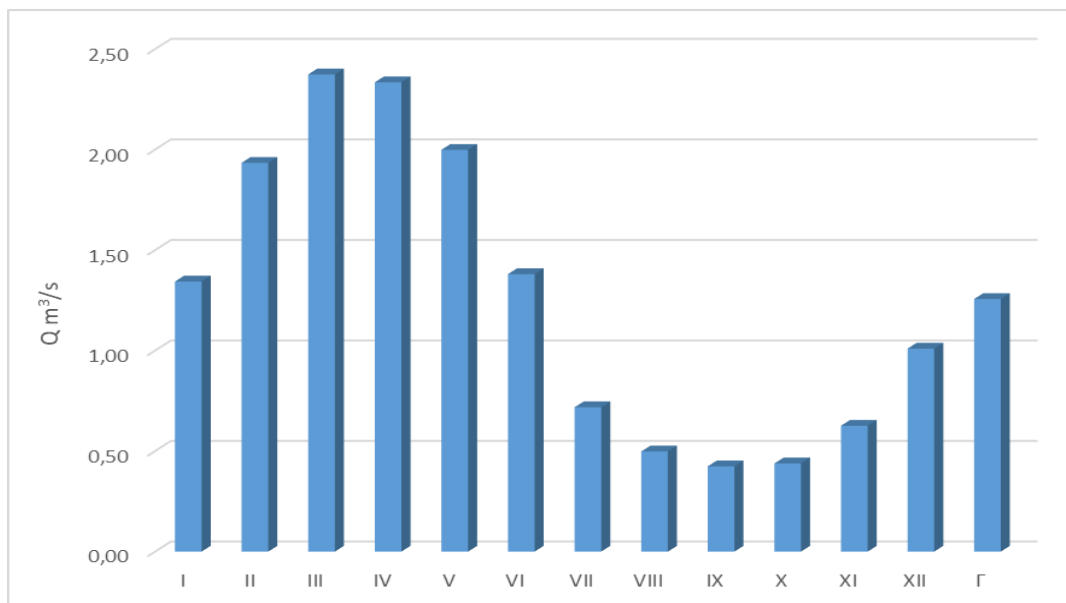
m³/s) али могу да се јаве и током зимских месеци (јануар). Највећи просечни месечни протицаји су у марту и априлу (2,37 m³/s, односно 2,33 m³/s).

Табела 55 Средњи (Q_{sr}), максимални (Q_{max}) и минимални (Q_{min}) месечни протицаји за период 1961-2016. на профилу Радикина Бара

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
Q_{sr}	1,34	1,93	2,37	2,33	2,00	1,38	0,72	0,50	0,42	0,44	0,63	1,01	1,26
Q_{max}	5,21	12,28	8,87	10,02	7,66	6,38	2,28	2,08	2,72	2,53	2,98	4,22	3,01
Q_{min}	0,15	0,16	0,24	0,49	0,43	0,22	0,07	0,00	0,04	0,03	0,03	0,09	0,45
St dev	1,00	1,84	1,70	1,72	1,77	1,10	0,47	0,42	0,42	0,43	0,51	0,82	0,60
C_v	0,75	0,95	0,72	0,74	0,89	0,80	0,65	0,85	0,99	0,99	0,81	0,81	0,47
Max/min	35,71	77,70	37,40	20,43	17,78	28,87	32,52	0	68,05	81,49	96,03	44,90	6,72

Апсолутно максимални протицај у анализираном периоду забележен је 28.04.1966. године 97,5 m³/s док је Кутинска река пресушила у периоду од 02.08. до 04.09.1994. године. Током фебруара 1963. године протекла је највећа количина воде у току једног месеца 12,28 m³/s. Најмањи месечни протицај забележен је августа 1993. године 11 l/s (Ђокић М., 2015). Максимални годишњи протицаји најчешће се јављају априла, марта, фебруара и маја месеца, док су минимални годишњи протицаји најчешћи августа.

Средњи годишњи протицаји имају коефицијент варијације 0,47. Однос максималног и минималног средњег годишњег протицаја износи износи 6,72, што је још једна бујична карактеристика овог водотока. Коефицијенти варијације средњих месечних протицаја су изразити су за све месеце.



Слика 66 Средњи месечни и годишњи протикаји на Кутинској реци за период 1961-2016.

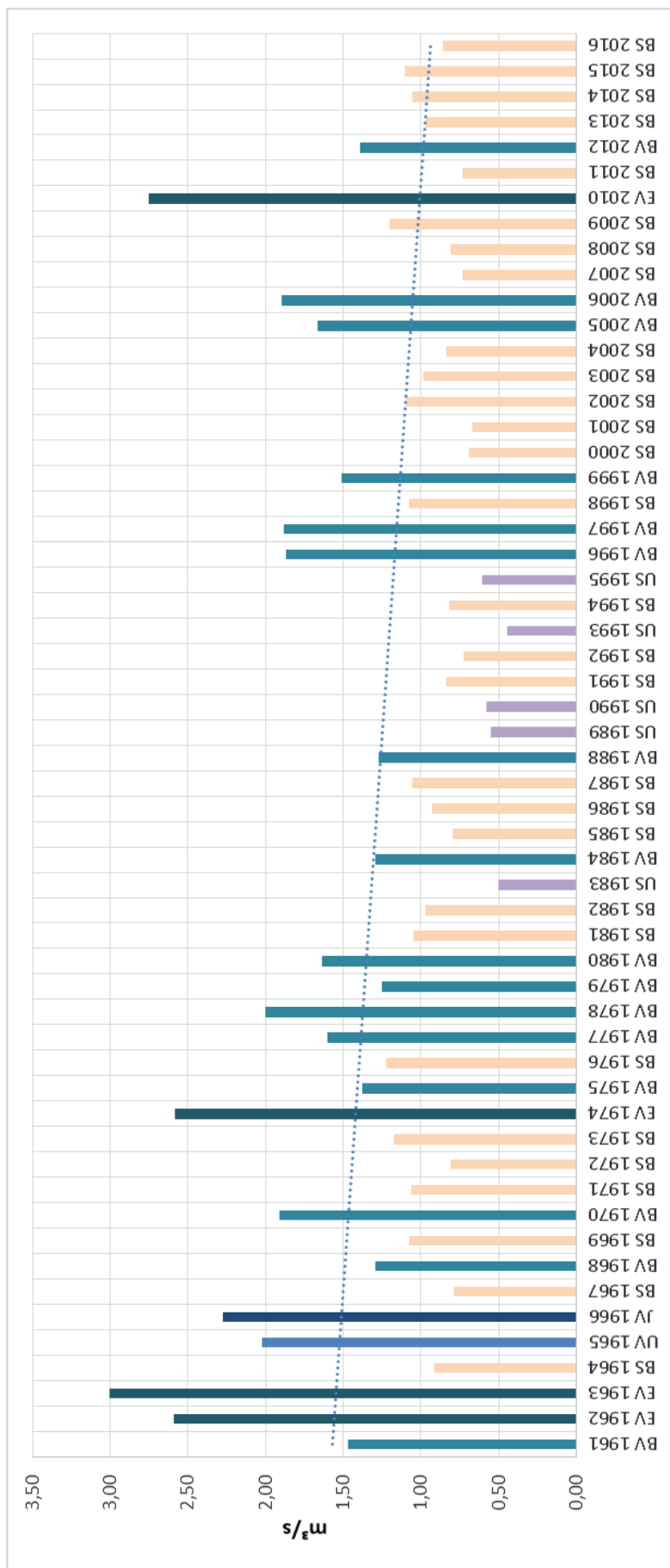
Класификација година по водности. Како би знали колико често се јављају велике воде, а колико мале воде извршена је и ова анализа протикаја, односно рангирање година према водности. Методе којима је вршено ово рангирање приказане су у оквиру поглавља *Методологија*.

Табела 56 Рангирање година по водности Кутинске реке према SDI за период 1961-2016.

Кутинска река-профил Радикина Бара	укупно
Екстремно водне године $SDI > 2,0$	4
Јако водне године $1,5 < SDI < 2,0$	1
Умерено водне године $1,0 < SDI < 1,5$	6
Благо водне године $0,0 < SDI < 1,0$	11
Благо сушне године $-1,0 < SDI < 0,0$	29
Умерено сушне године $-1,5 < SDI < -1,0$	5
Јако сушне године $-2,0 < SDI < -1,5$	0
Екстремно сушне године $SDI < -2,0$	0

Посматрајући табелу 56 и слику 67 уочено је да су најзаступљеније благо сушне године, чак 29, а затим благо водне, њих 11. Благо сушне године су се током 60-их и 70-их година јављале спорадично, на сваких 3 или 4 година и

смењивале су се са благо водним или умерено водним годинама. Али 80-их година било је чак 5 благо сушних година (1981, 1982, 1985, 1986, 1987) и 3 умерено сушне године (1983, 1989, 1990). За слив Кутинске реке је карактеристично да се екстремно водне године чешће јављају у односу на друге сливове у оквиру слива Нишаве (Ђокић М., 2015). Екстремно водне године су 1962, 1963, 1974, 2010. У периоду од 2000. до 2016. године 13 година је било благо сушно, једна екстремно водна (2010) и три благо водне (2005, 2006, 2012). Јако сушне и екстремно сушне године на Кутинској реци нису забележене.

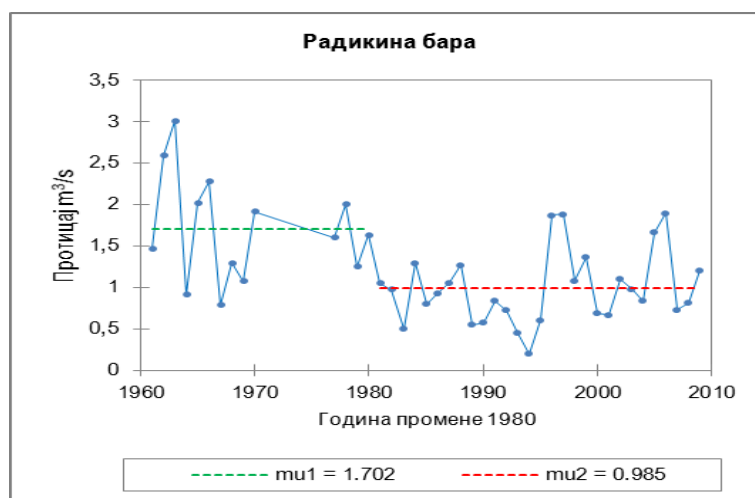


Слика 67 Приказ година према водности на основу SDI у периоду 1961-2016

Објашњење за табелу и график: EV-екстремно водне; JV- jako водне UV- умерено водне; BV-благо водне; BS-благо сушне; US-умерено сушне



Слика 68 Кутинска река током поплаве 21.04.2010. године испред фирме ARDE line, Лазарево село



Слика 69 Тачка промене средњих годишњих протицаја на профилу Радикина Бара, на основу Pettitt теста

На Кутинској реци је забележен тренд смањења протицаја. На основу непараметарских статистичких тестова на профилу Радикине Баре као преломна година показала се 1980. година, уз p вредност од 0,0042 (Pettitt тест). Просечан

протицај до 1980. године износио је $1,70 \text{ m}^3/\text{s}$, а у периоду 1981-2010. године $0,98 \text{ m}^3/\text{s}$. Овај податак указује на смањење од $0,72 \text{ m}^3/\text{s}$ или 58%.

Mann-Kendall тестом је утврђено да постоји статистички тренд смањења средње годишњих протицаја Кутинске реке у периоду 1961-2016., али је незначајан ($\alpha=0,05$). Међутим посматрајући по месецима, истиче се негативан тренд током септембра са прагом значајности $\alpha=0,001$, затим јула, августа и октобара са прагом значајности $\alpha=0,01$.

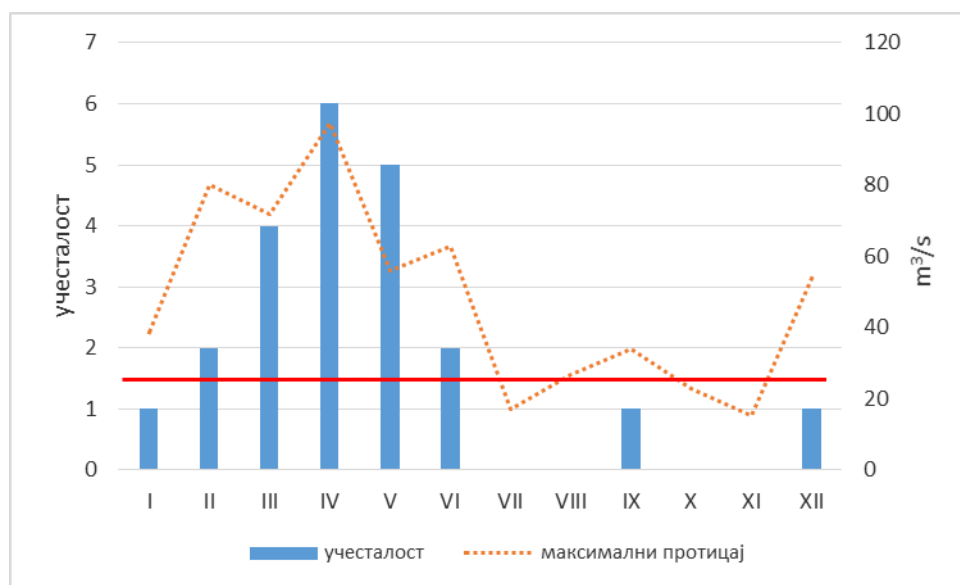
12.5.1.1. Учесталост јављања максималних и минималних протицаја на Кутинској реци

Анализирана је учесталост појаве максималног протицаја (Q_{\max}) у појединим месецима за период 1961-2016. који има већу вредност од највеће просечне велике воде (Q_{srmax}). На Кутинској реци, на профилу Радикине Баре, учесталост максималних месечних протицаја већих од годишњег средњемаксималног протицаја ($Q_{\max} > Q_{\text{srmax}}$) је највећа током пролећних месеци (март, април, мај). У периоду 1961-2016., максимални протицаји били су већи од средње вредности великих вода: у јануару, септембру и децембру по једанпут, фебруара и јуна два пута, марту четири, мају пет и априлу шест пута (график бр.). Током јула, августа, октобра и новембра нису забележени максимални протицаји већи од средње велике воде (Q_{srmax}).

Максимални месечни протицаји (Q_{\max}) већи од највећег годишњег средњемаксималног протицаја у периоду 1961-2016. забележени су укупно 22 пута од укупно 600 јављања, што је 3,7% времена. Апсолутно максимални протицај јавио се 28.04.1966. године и износио је $97,5 \text{ m}^3/\text{s}$ док средњи максимални протицај износи $28,2 \text{ m}^3/\text{s}$, што је више за $69,3 \text{ m}^3/\text{s}$. У поређењу са Јабланицом, то је да се велике воде ређе јављају на Кутинској реци.

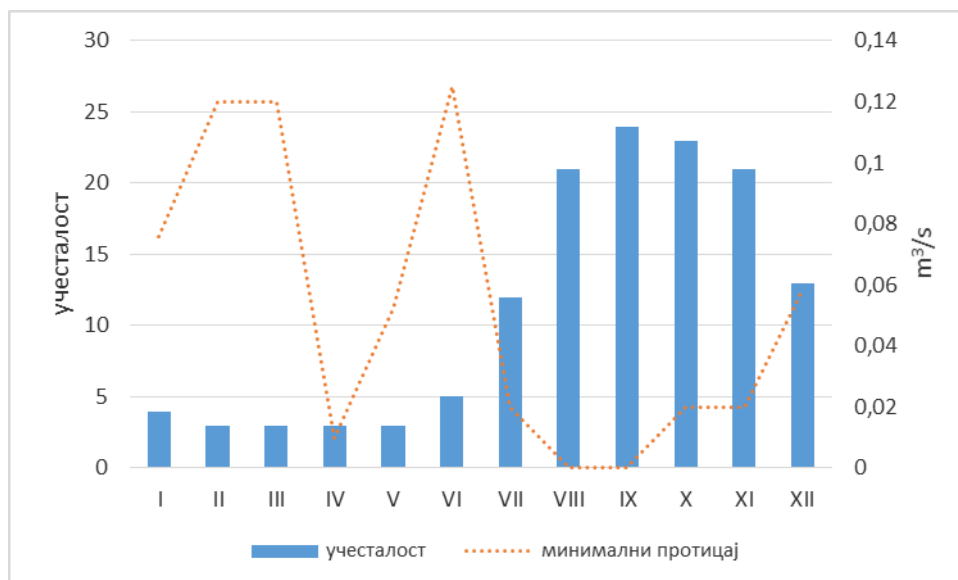
Минимални месечни протицаји (Q_{\min}) у периоду 1961-2016., мањи од годишњег средњеминималног протицаја, који је добијен као аритметичка средина годишњих минимума (Q_{srmin}), забележени су 123 пута у односу на укупан број података 600, што је 20,5% времена. Овај податак показује да се много чешће јављају мале воде

у односу на велике, и то нарочито у периоду када је потражња за водом повећана (јул, август, септембар). Од године до године постоји велико колебање броја дана са одређеним протицајима. Ова чињеница доводи на закључак да је велики број дана са малом водом у летњем периоду, када су и високе температуре ваздуха и велико испаравање.



Слика 70 Учесталост јављања максималних месечних протицаја већих од средње вредности ($28,2 \text{ m}^3/\text{s}$, црвена линија) за период 1961-2016. на Кутинској реци, профил Радикине Баре

Учесталост јављања минималних месечних протицаја мањих од годишњег средњеминималног протицаја ($Q_{\min} < Q_{sr\min}$) је највећа у летњим и јесењим месецима (јул-новембар). У периоду 1961-2016. минимални месечни протицаји су били мањи од средње мале воде у: септембру 24 пута, октобру 23, августу и новембру 21, децембру 13, јулу 12, јун 5, јануар 4 и фебруара, марта, априла и маја по 3 пута. Разлика у односу на реку Јабланицу, профил Печењевце је да се мале воде на Кутинској реци јављају током читаве године, мада чешће у летњим и јесењим месецима.



Слика 71 Учесталост јављања минималних месечних протицаја мањих од средње вредности ($0,2 \text{ m}^3/\text{s}$) за период 1961-2016.

Честина минималних протицаја испод дефинисаног прага много је већа од честине максималних протицаја изнад прага.

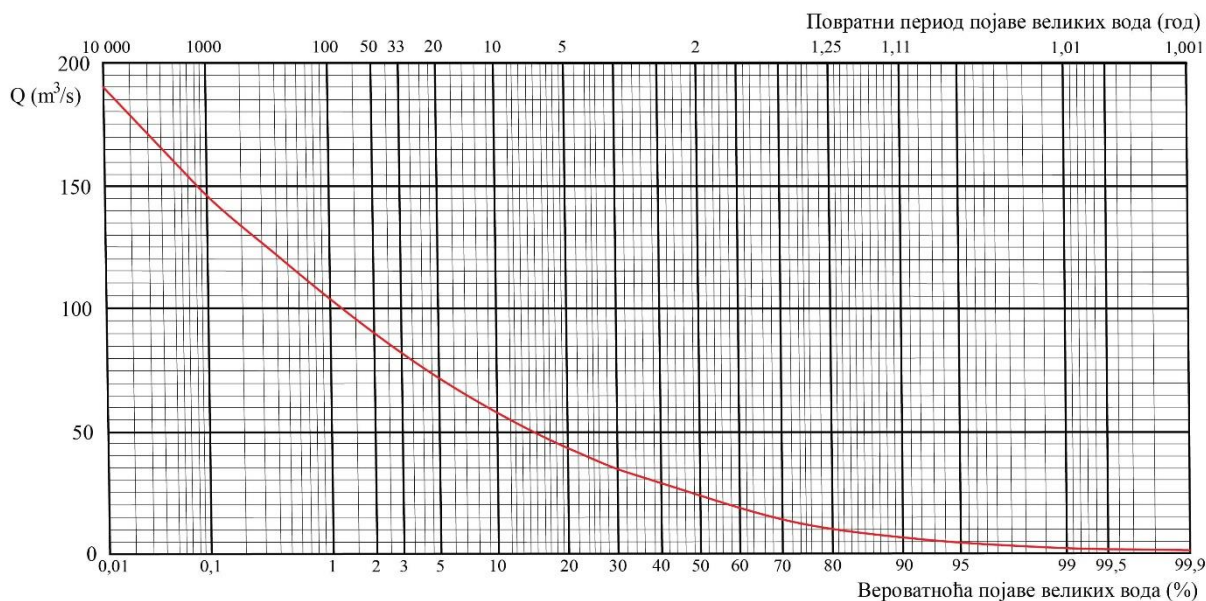
У највећем броју случајева максимални месечни протицаји су се јављали у периоду фебруар-мај и током новембра, тако да су ови месеци и најкритичнији што се тиче могућих поплава. Минимални протицаји су се најчешће јављали у периоду од јула до октобра када је повећана потрошња воде пре свега због наводњавања.

12.5.1.2. Прогноза појаве великих вода на Кутинској реци

Како би се дефинисале хидролошке карактеристике водотока, битан податак је процена протицаја који се могу очекивати у будућности на одређеном хидролошком профилу. У раду је процењена вероватноћа појаве максималних годишњих протицаја на Кутинској реци, профил Радикине Баре, за период 1961-2016.

Крива вероватноће појаве максималних годишњих протицаја (слика 72) на овом водотоку показује да се једном у 1000 година може очекивати максимални протицај од $146,74 \text{ m}^3/\text{s}$. Максимални протицај који се догодио 1966. године

може се очекивати једном у 85 година. А сваке године се са вероватноћом од 99,9% може очекивати максимални протицај од 0,84 m³/s (Табела 57).



Слика 72 Крива вероватноће појаве великих вода Кутинске реке на профилу Радикине Баре

Табела 57 Вероватноћа појаве максималних годишњих протицаја (Q_{max}) на Кутинској реци за различите повратне периоде

Вероватноћа %	Повратни период год.	Q max (m ³ /s)
0,01	10000	189,55
0,1	1000	146,74
1	100	103,03
3	33,3	81,62
5	20	71,47
10	10	57,57
20	5	43,22
25	4	38,36
30	3,3	34,39
40	2,5	27,77
50	2	22,69
60	1,67	18,06
70	1,42	14,08
75	1,33	12,10
80	1,25	10,33
90	1,11	6,36
95	1,05	3,93
99	1,01	1,72
99,9	1	0,84

12.5.2. Специфични отицај

Како је специфични отицај директно повезан са протицајем, његове промене током године сагласне су са променама протицаја. Различити фактори одређеним интензитетом утичу на отицање и испаравање у сливу. Из тог разлога, правило о смањивању специфичних отицаја идући током низводно често не важи, због изражених антропогених утицаја у сливу (Ђокић М., 2015). Просечна надморска висина слива је у директној, позитивној корелацији са отицајем. Према парцијалном коефицијенту еластичности просечно повећање висине од 1% одговара повећању отицаја од 1,5% (1-2,5 l/s/km²). На основу примера многих сливова у Србији повећање нагиба терена од 1% одговара повећању отицаја од 0,75 l/s/km²) (Živković et al., 2015).

У сливу Кутинске реке, на профилу Радикине Баре, вредности специфичног отицаја највеће су током марта и априла (10,28 l/s/km², односно 10,11 l/s/km²), а најмање у септембру и октобру (1,84 l/s/km²; 1,9 l/s/km²). Просечна годишња вредност специфичног отицаја у периоду 1961-2016.год. износила је 5,44 l/s/km² (Табела 58).

Табела 58 Средње месечне (qsr), минималне (qmin) и максималне вредности (qmax) специфичних отицаја на Кутинској реци, профил Радикине Баре за период 1961-2016 (у l/s/km²)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
qsr	5,82	8,37	10,28	10,11	8,65	5,98	3,11	2,16	1,84	1,90	2,71	4,37	5,44
qmin	0,63	0,68	1,03	2,12	1,87	0,96	0,30	0,00	0,17	0,13	0,13	0,41	1,94
qmax	22,57	53,14	38,40	43,36	33,17	27,62	9,85	9,02	11,78	10,94	12,89	18,27	13,01
St dev	4,34	7,96	7,36	7,44	7,67	4,78	2,03	1,83	1,82	1,88	2,21	3,54	2,58
Cv	0,75	0,95	0,72	0,74	0,89	0,80	0,65	0,85	0,99	0,99	0,81	0,81	0,47

12.6. БИОГЕОГРАФСКИ УСЛОВИ

Биогеографски услови слива Кутинске реке представљени су преко CORINE Land Cover базе података (ЕЕА, 2012).

У сливу Кутинске реке вештачке површине захватају 0,43 km², односно 0,2% површине. У поменутој класу спадају насеља, индустријске и комерцијалне јединице као и лежишта минералних сировина.

Пољопривредна подручја покривају површину од 81,66 km², односно 35,32% слива. Пољопривредна земљишта са већим подручјима природне вегетације захватају 77,7 km², а заступљена су на нижим надморским висинама, око водених токова и у близини сеоских насеља.

Обрадиво земљиште које се ненаводњава чине површине под житарицама, махунаркама, крмним биљем, поврћем, и везано је за просторе мањих надморских висина. Шуме и полу-шумска подручја захватају 149 km², или 64,5% површине слива Кутинске реке. Од тога највећи део покривају листопадне шуме 118,4 km² које су заступљене у планинском подручју слива до 1000 m н.в. (Табела 59).

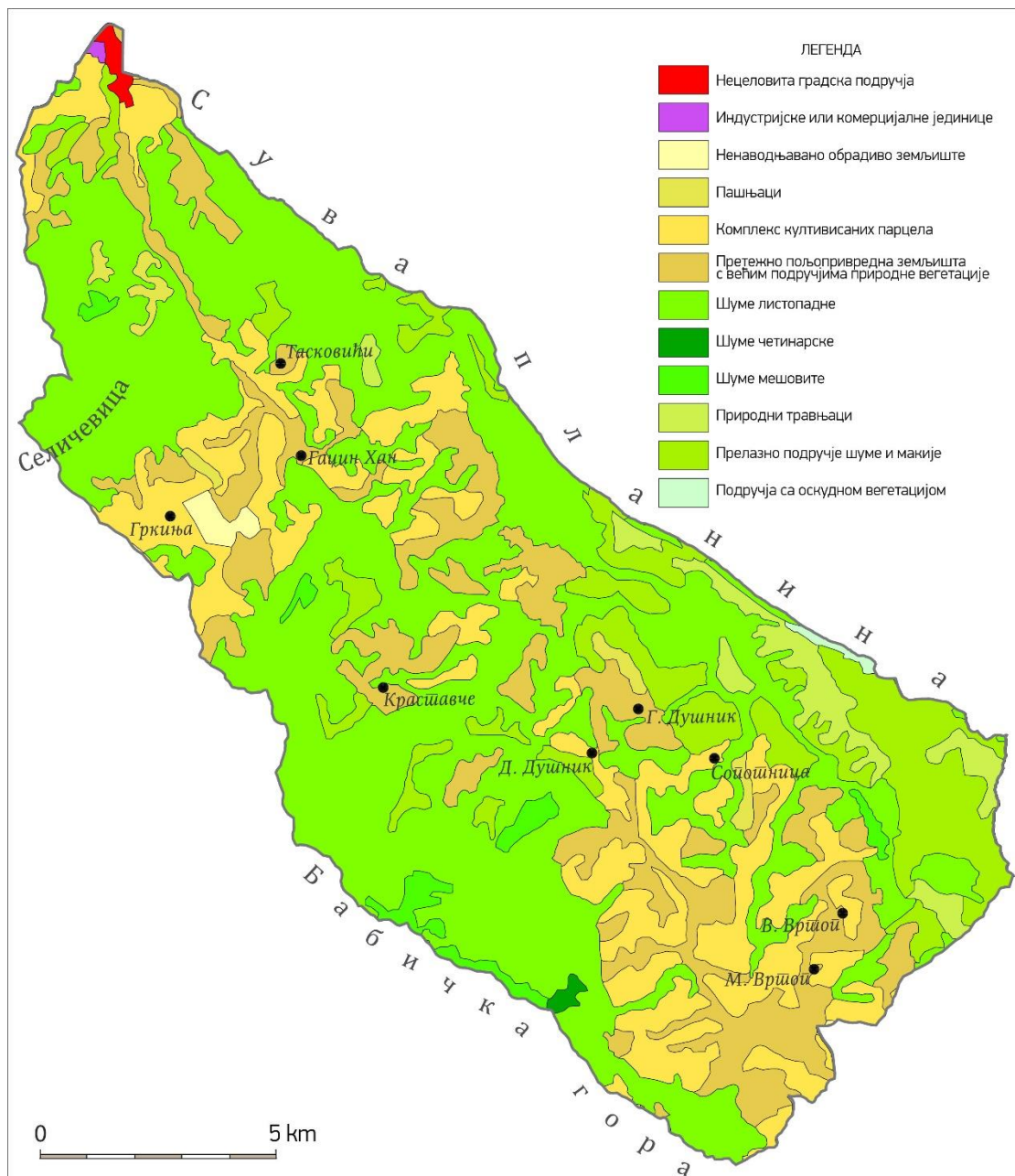
Четинарске шуме су на територији слива сађене углавном како би се смањила ерозија земљишта. Простор покривен мешовитим шумама углавном се поклапа са четинарским шумама.

Прелазно подручје шуме обухвата 30,5 km² и јавља се на површинама које је човек деградирао и искрчио шумску вегетацију. Природни травњаци јављају се у највишим деловима слива.

Табела 59 Површине које обухватају класе коришћења земљишта и удео у укупној површини*

<i>CORINE land cover</i>	<i>површина у km²</i>	<i>удео у укупној површини %</i>
вештачке површине	0,43	0,18
пољопривредна подручја	81,66	35,32
<i>ненаводњавано обрадиво земљиште</i>		
шуме и полушумска подручја	149	64,5
<i>од тога листопадне шуме</i>	118,4	79,46
<i>травњаци</i>	30,5	20,46
влажна подручја	<i>/</i>	<i>/</i>
копнене површине	<i>/</i>	<i>/</i>

*према CLC, 2012.



Слика 73 Карта начина коришћења земљишта у сливу Кутинске реке (према CORINE Land Cover Database (CLC 2012))

13.АНТРОПОГЕНИ УТИЦАЈ НА ИНТЕНЗИТЕТ ЕРОЗИВНОГ ПРОЦЕСА

Као и код слива Јабланице, доношење закључака о антропогеним утицајима на интензитет промена ерозивних процеса, сагледано је са неколико аспеката:

- промена укупног броја становника на територији слива од 1948. до 2011. године
- промена укупног броја домаћинства на територији слива од 1948. до 2011. године
- промена у популационој величини насеља на територији слива од 1948. до 2011. године
- промена у популационој величини насеља по висинским зонама за период 1961-2011. година
- промена старосне структуре становништва на територији за период 1961-2011. година
- удео пољопривредног, активног и издржаваног становништва 1961. и 2011. године
- типологија насеља према популационој динамици 1961-2011. године
- промене начина коришћења земљишта за период 1961-2012. година
- типологије промене површина обрадивог земљишта 1961-2012. године

Низом антиерозивних мера човек је знатно утицао на смањење интензитета ерозивног процеса, те ће из тог разлога у раду бити приказани и извршени антиерозивни радови на простору слива Кутинске реке

Демографске промене насеља, које се првенствено огледају у процесима депопулације, демографског пражњења села, интензивирања старења становништва, пораста удела старачких домаћинства и других негативних тенденција демографског развоја, индиректно су имале за последицу смањење интензитета ерозивних процеса на територији слива Кутинске реке. Велики утицај на интензитет ерозивних процеса има и промена намене коришћења земљишта, која може резултирати повећањем или смањењем њиховог интензитета. Промене

у начину коришћења земљишта утврђене су компаративном анализом података из Пописа пољопривреде 1961. и 2012. године. Поједине категорије коришћења земљишта (нпр. обрадиво земљиште) сматрају се територијама на које човек својом активношћу има највећи утицај, те неадекватним управљањем може створити просторе на којима су заступљени најјачи интензитети ерозивних процеса.

13.1. КРЕТАЊЕ УКУПНОГ БРОЈА СТАНОВНИКА И ДОМАЋИНСТАВА У НАСЕЉИМА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА КУТИНСКЕ РЕКЕ

Основна карактеристика популационих трендова у сливу Кутинске реке је динамично смањење укупног броја становника. У периоду од 1948. године до 2011. године укупна популација на територији слива је смањена са 22825 на 12121 становника, што представља смањење од 53,1%. Ако у разматрање узмемо период 1961-2011, као репер утврђивања промене ерозивног процеса, онда је број становника смањен за 9070 становника. Највеће смањење броја становника забележено је у периоду 1971-1981. (2566 становника), као и у периоду 1961-1971. (2281 становника).

Процес депопулације је једна од главних карактеристика савременог развоја насеља у сливу Кутинске реке. Међутим, постоје насеобински ареали код којих је забележен стабилан тренд демографског развоја. То нарочито важи за насеља која се налазе у близини великих градских центара, у овом случају Ниша. Тако, градско насеље Никола Тесла бележи константно повећање броја становника (1948. 686 становника; 2011. 4651 становник). Гаџин Хан, као општински центар Запаља, такође показује благи пораст становника (1948., 931 становника; 2011. 1223 становника). Остала насеља показују смањење броја становника нарочито након 1960-их година 20. века. Сеоска насеља која бележе највеће смањење броја становника у периоду 1961-2011. су планинска насеља која су најудаљенија од важнијих саобраћајница. То су насеља: Миљковац, Ђелије, Јагличје, Чагровац, Личје, Калетинац, Гаре и друга села која су лоцирана у периферним подручјима на падинама Суве планине и која нису саобраћајно повезана са главном регионалном саобраћајницом која пролази кроз овај простор

(Ниш-Гацин Хан-Равна Дубрава, где се рачва ка Власотинцу и Бабушници). Ова насеља уједно чине и ареале са најјаче израженим депопулационим процесима (Прилог 7).

Табела 60 Кретање укупног броја становника и домаћинства сеоских насеља у сливу Кутинске реке од 1948. до 2011. године

година	бр. становника	број домаћинства
1948.	22825	4087
1953.	22449	4224
1961.	21191	4658
1971.	18910	5005
1981.	16344	5163
1991.	14664	5072
2002.	13451	5139
2011.	12121	4686

Демографска рецесија и неповољна старосна структура становништва утицала је на изузетно високо учешће старачких домаћинства у сеоским насељима на територији слива Кутинске реке. Упркос смањењу броја становника, укупан број домаћинства је током пописних година углавном бележио пораст. Разлог овоме је „уситњавање домаћинства услед деобе породичних задруга и савремени трендови свођења домаћинства на ужу породицу“ (Антић М., 2016). Из тих разлога у периоду 1961-2011. највећи број домаћинства је забележен током пописа 1981. године 5163 домаћинства, затим 2002. године 5139. Током последњег пописа, 2012. године забележен је смањен број домаћинства свега 4686, јер је и број становника у истом периоду значајно смањен.

Табела 61 Промене у укупном броју становника и домаћинстава сеоских насеља у сливу Кутинске реке

Међупописни период	Апсолутни пораст/смањење становништва	Апсолутни пораст/смањење домаћинства
1948-1953.	-376	137
1953-1961.	-1258	434
1961-1971.	-2281	347
1971-1981.	-2566	158
1981-1991.	-1680	-91
1991-2002.	-1213	67
2002-2011.	-1330	-453
1961-2011.	-9070	28



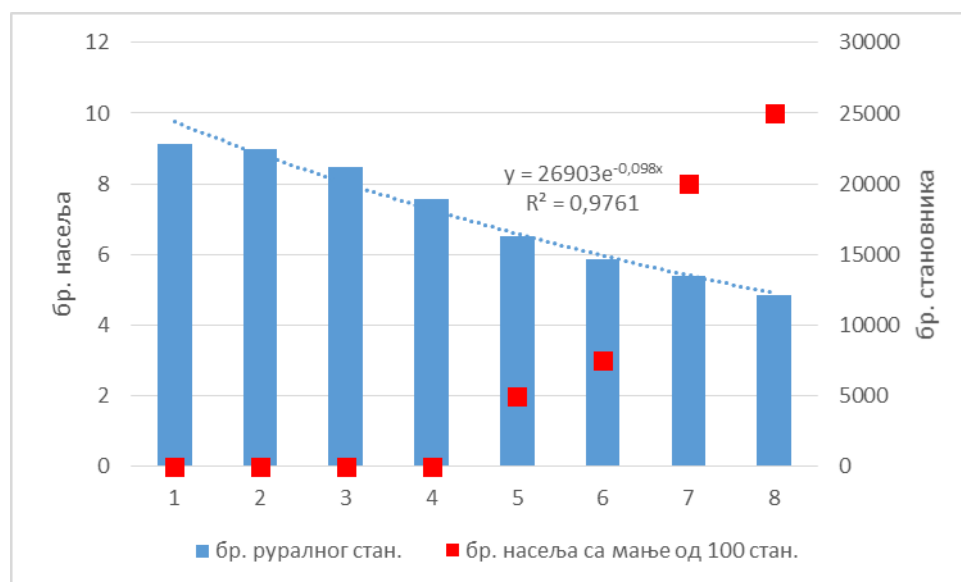
Слика 74 Положај сеоских насеља на територији слива Кутинске реке (Извор: www.geosrbija.rs)

13.2. ПРОМЕНЕ ПОПУЛАЦИОНЕ ВЕЛИЧИНЕ НАСЕЉА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА КУТИНСКЕ РЕКЕ ОД 1948. ДО 2011. ГОДИНЕ

Насеља слива Кутинске реке карактерише демографско уситњавање. Током проучаваног периода број насеља са мање од 100 становника се константно повећавао. До 1971. године није било села са мање од 100 становника, а према последњем последњем попису становништва овој групи је припадало 10 насеља. Са друге стране, број насеља са 201-500 становника се смањило од 1971. године (14 насеља) до 2011. године (7 насеља). Сеоска насеља са више од 500 становника чине свега 16,6% укупног броја насеља на територији слива, док више од 1000 становника имају само два насеља – Никола Тесла и Гаџин Хан.

Табела 62 Сеоска насеља у сливу Кутинске реке према популационој величини од 1948. до 2011. године

	1948.	1953.	1961.	1971.	1981.	1991.	2002.	2011.
< 100	/	/	/	/	2	3	8	10
101-200	/	/	1	3	4	8	6	9
201-500	7	7	9	14	15	12	12	7
500-1000	19	21	18	9	8	5	2	3
>1000	5	3	3	5	2	3	3	2



Слика 75 Промена броја руралног становништва и броја руралних насеља са <100 становника у периоду 1948-2011.

Смањење популационе величине насеља указује и на опадање броја становника на овом простору што посредно утиче и на затрављивање некад пољопривредних и обрадивих површина, што доводи и до смањења интензитета ерозије, пре свега ексцесивне и јаке ерозије.

На територији коју захвата слив Кутинске реке, према последњем попису становништва 2011. године живело је 12121 становника, а просечна величина насеља је смањена са 735 (1948. године) на 407 становника (2011. године). Заплање, чији је највећи део представљен сливом Кутинске реке, представља један од најизраженијих депопулационих простора Србије (Мартиновић М., 2012). У послератном периоду укупна популација је смањена три пута (индекс 2002/1948. 31,4), а већина села су изразито депопулациона са убрзаном демографском рецесијом.

Табела 63 Висинска дистрибуција становништво и насеља у сливу Кутинске реке 1961. и 2011. године

Висинске зоне (m)	Број насеља	Број становника 1961.год.	Број становника 2011.год.
201-300	4	4056	7245
301-400	7	4533	2095
401-500	10	6175	1572
501-600	6	4763	947
601-700	3	1174	202
701-800	1	490	60

Анализа кретања броја становника појединих хипсометријских појасева указује да је депопулација најинтензивнија у зонама са већом надморском висином: виши брдско-планински простор захваћен је старењем становништва и демографским уситњавањем и одумирањем сеоских насеља, уз концентрацију радно способног становништва у најнижим зонама, у близини градских центара.

Табела 64 Кретање просечне величине сеоских насеља према броју становника и домаћинства на територији слива Кутинске реке, 1948-2011. године

Година	Просечна популациона величина насеља	Хипсометријске зоне			Просечан број домаћинства у насељу
		< 300 m	300-500 m	>500 m	
1948	736	877	723	722	132
1953	724	880	710	709	136
1961	683	1014	643	642	151
1971	610	1231	532	530	162
1981	527	1377	434	401	167
1991	473	1582	370	280	164
2002	434	1770	314	194	166
2011	391	1786	265	142	151

С обзиром на знатну рашчлањеност терена и висинску разлику насеобинске територије слива, хипсометријски размештај насеља у оквиру три висинске зоне (до 300; 300-500; више од 500 m) и демографске промене насеља која су у њима лоцирана показују изражену правилност. Највећа концентрација становништва је заступљена у висинској зони 300–500 m, где се уједно налази и највећи број насеља. Појачана концентрација становништва присутна је у најнижој хипсометријској зони (4 насеља), где је 1961. живело 19%, а 2011. године 61,5% укупног становништва. Са друге стране, изражена депопулација присутна је у зони преко 500 m (9 насеља), у којој је 1961. живело 30,3% укупне популације а 2011. године само 8,5% (Табела 64).

На тај начин се најнижа хипсометријска зона издваја као ареал са позитивним демографским развојем, насеља висинског појаса 300-500 m као ареал са променљивим (позитивним и негативним) демографским развојем, а хипсометријска зона од 500 m и више чини рурални ареал са негативним тенденцијама демографског развоја (Мартиновић М., 2012).

Из приложеног је могуће да се закључи да ће будући трендови демографског развоја насеља на територији слива Кутинске реке бити даље уситњавање насеља, смањење броја становника и погоршање старосне структуре становништва. Све интензивнији темпо процеса депопулације последњих деценија носи са собом демографско пражњење овог простора и расељавање појединих сеоских насеља (Антић М., 2016).

13.3.ПРОМЕНЕ СТАРОСНЕ СТРУКТУРЕ СТАНОВНИШТВА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА КУТИНСКЕ РЕКЕ У ПЕРИОДУ 1961-2011.

Старост становништва одређује „у којој мери популација неког простора располаже са репродуктивним и радно способним контингентом становништва“ (Антић М., 2016). За ово истраживање старосна структура становништва је значајан податак који указује на израженост процеса демографског старења, нарочито у насељима виших хипсометријских зона. Овај процес доводи до тога да у домаћинствима остаје старо становништво које не може да се бави пољопривредом, тако да површине које су некада биле под ораницама, баштама и сталним засадима, зарастају временом у шикару и ретку шуму. То доводи до велике трансформације простора у смислу промене у намени коришћења земљишта што на непосредан начин утиче на смањење ерозивних процеса и проноса наноса на овој територији. На основу промене учешћа великих старосних група становништва (Табела 65) уочава се смањење удела младог становништва (0-19 година) који је у периоду 1961-2011. смањен са 34,5% на 14,8%. У опадању је и млађе средовечно становништво (20-39 година) чији је удео у укупној популацији 1961. године износио 33,1%, а 2011. године 21,5%. Запажа се драстично повећање старог становништва (преко 65 година), чији је удео у периоду 1961-2011. увећано са 6,5% на 45,5%. Процес старења становништва на територији слива Кутинске реке „део је опште проблематике старења руралне популације у Србији“ (Антић М., 2016).

Табела 65 Становништво у сеоским насељима на територији слива Кутинске реке по великим старосним групама 1961. и 2011. године

старосна група	1961.		2011.	
	укупно	%	укупно	%
0-19	7321	34,6	1796	14,8
20-39	7022	33,1	2611	21,5
40-64	5441	25,7	2193	18,1
65 и више год.	1383	6,5	5521	45,6
непознато	24	0,1	0	0,0
укупно	21191	100	12121	100

Извор: Попис становништва 1961, 2011, одговарајуће књиге пописа, РЗС

13.4. КРЕТАЊЕ ПОЉОПРИВРЕДНОГ СТАНОВНИШТВА СЕОСКИХ НАСЕЉА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА КУТИНСКЕ РЕКЕ 1961. И 2011. ГОДИНЕ

Процес „трансфера пољопривредног у непољопривредно становништво“ на простору слива Кутинске реке интензивирало се од 1980-их година 20. века када је преко половине укупног становништва било пољопривредно.

На основу података последњег пописа пољопривредно становништво није доминантна категорија у економској структури становништва, чини свега 11,2%. Узрок томе је процес демографског старења становништва и трансфер пољопривредног становништва у непољопривредне делатности као општи тренд промене економске структуре становништва овог простора. Што се тиче промена активног пољопривредног становништва током периода показује пораст удела у укупној аграрној популацији са 65,2% на 77,4%. Док издржавано пољопривредно становништво показује тренд опадања, са 34,8% (1961. године) на 22,6% (2011. године) (Табела 66). Упоредјујући пописне године 1961. и 2011. можемо да приметимо да је број укупног пољопривредног становништва драстично смањен (са 84% на 11,2%). То је утицало на промене у начину коришћења земљишта, односно на смањење површина обрадивог земљишта. На тим просторима дошло је до зарастања некада обрадивих и пољопривредних површина у ретку шуму или природну вегетацију која је била заступљена пре периода интензивне пољопривредне производње.

Табела 66 Кретање укупног пољопривредног, активног и издржаваног пољопривредног становништва у сеоским насељима на територији слива Кутинске реке 1961. и 2011. године

година	укупан бр. стан.	Пољопривредно становништво					
		укупно	%	Активно пољопривредно	%	Издржавано пољопривредно становништво	%
1961	21191	17800	84,0	11606	65,2	6195	34,8
2011	12121	1358	11,2	1051	77,4	307	22,6

13.5.ТИПОЛОГИЈА НАСЕЉА ПРЕМА ПОПУЛАЦИОНОЈ ДИНАМИЦИ НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА КУТИНСКЕ РЕКЕ 1961-2011. ГОДИНЕ

Као и за слив Јабланице, на основу пропорционалних промена могуће је извршити типолошку класификацију насеља према популационом развоју. На тај начин издвојена су четири основна типа популационе динамике. Објашњење типолошке класификације детаљно је описано у поглављу Методологија.

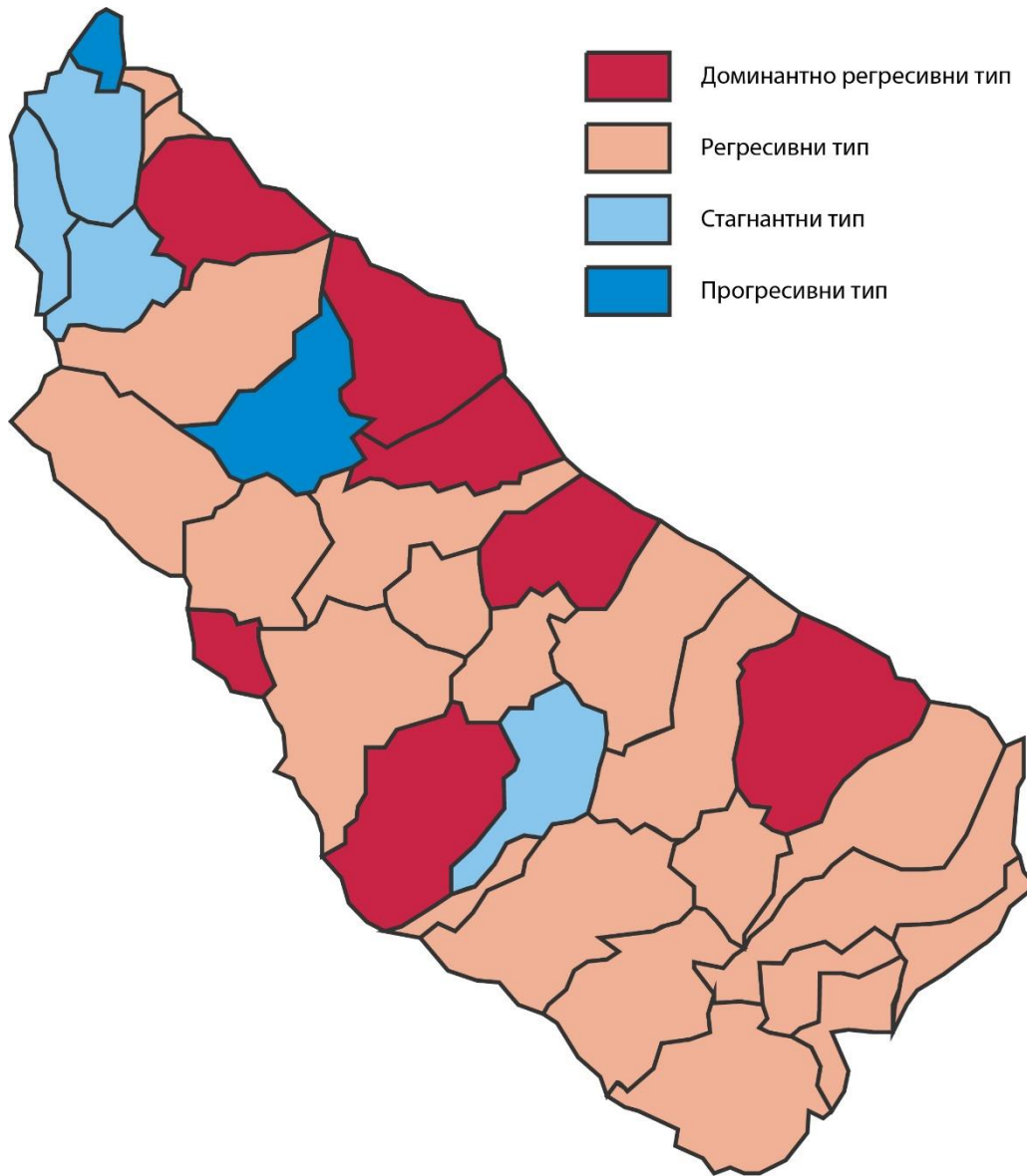
Прогресивни тип има позитивну вредност апсолутне промене укупне популације од 1961. до 2011. године, као и позитивну вредност нето релативне промене ($PR_j > 42,8\%$). Поред појачане концентрације становништва овај тип карактерише и повољна демографска ситуација (веће учешће младих и најмањи удео старачких домаћинстава). Овом типу припада општински центар Гацин Хан (PR_j износи $81,9\%$) и насеље Никола Тесла (PR_j износи $252,8\%$) (Прилог 9).

Стагнантни тип карактеришу позитивне вредности нето релативне промене ($0 < PR_j < 42,8\%$). Овом типу припадају насеља Прва Кутина, Доњи Душник, Лазарево Село и Вукманово. Ова насеља карактеришу умерене промене популације са благом тенденцијом опадања од 1990-их година.

Регресивни тип насеља обухвата група насеља са негативним вредностима апсолутне промене укупне популације, као и негативном нето релативном променом броја становника ($0 > PR_j \% > -42,8\%$). Овом типу припада највећи број насеља на територији слива Кутинске реке (укупно 18). Њега одликују вишедеценијско континуирано опадање укупне популације.

Доминантно регресивни тип обухвата насеља са негативном нето релативном променом броја становника ($PR_j \% < -42,8$). Овом типу насеља карактерише одмакла фаза депопулације. Највећи број насеља овог типа се налази у Горњем Заплању и припада групи брдско-планинских села (Антић М., 2016), то су: Горње Власе, Радикина Бара, Калетинац, Гаре, Јагличје, Ћелије и Копривница.

Можемо закључити да демографску ситуацију на територији слива Кутинске реке карактеришу негативне развојне тенденције, јер готово сва насеља, сем приградског насеља Никола Тесла, и Гацин Хана као општинског центра, припадају регресивном или доминантно регресивном типу.



Слика 76 Карта типови популационе динамике насеља на територији слива Кутинске реке 1961-2011.

13.6. ПРОМЕНЕ НАЧИНА КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА У СЛИВУ КУТИНСКЕ РЕКЕ

Неправилно управљање земљишним ресурсима директно утиче на интензитет ерозионих процеса. Неправилан начин коришћења земљишта може да изазове интензивирање ерозивних процеса док промена начина коришћења (контурна обрада уместо обраде низ нагиб, забрана кресања лисника, подизање воћњака на терасама, затрављивање) може да ублажи њен интензитет (Брауновић С., 2013). Структура површина и степен њиховог искоришћавања резултат су постојећих природних, демографских и економских услова у сливу.

Анализа промене укупног броја становника и просечне величине насеља детерминисала је тенденцију смањења броја становника, смањења броја популационо већих насеља (са више од 300 становника) и повећања броја насеља до 300 становника, посебно насеља популационе величине мање од 100 становника. Исељавање и демографско старење становништва од 1961. године до данас условило је промене које су се одразиле на начин коришћења земљишта. Најинтензивнија пољопривредна производња била је у време највеће концентрације становништва (Мустафић С., 2013; Антић М., 2016). На трансформацију пољопривредне функције од 60-их год. 20. века највише су утицали демографски фактори (смањење активног становништва у пољопривредним делатностима, високо учешће старачких домаћинстава са пољопривредним ганздинством итд.), економски (у формирању дохотка је смањен значај пољопривреде) и власничко-имовински сегмент (доминирање приватног сектора 86,1% у структури коришћених пољопривредних површина, уситњеност поседа приватних газдинстава) и др. (Антић М., 2016). Без обзира што је пољопривреда доминантна делатност овог традиционалног руралног простора, она има екстензивни карактер. Развој сточарства је такође знатно допринео променама у намени коришћења земљишта. Сточари су ради проширивања пашњака уништили велике комплексе шума. А пашњаци су неплански искоришћавани што је временом довело до девастације и деградације пашњака. На основу Табеле 67 може да се закључи да су површине под ораницама и баштама у сливу смањење за 56% (3972 ha 1961. године на 1738 ha 2012. године), површине под шумама смањене са 2183,6 ha 1961. године на 1586,9 ha према попису из 2012. године. На територији свих

насеља у сливу забележено је смањење површина под ораницама и баштама, а највеће смањење бележе насеља на мањим надморским висинама. Промене у структури коришћења земљишта на територији слива условиле су промене везане за просторни распоред категорија ерозије (слика 92, 93) па је највеће смањење коефицијента ерозије, забележено на простору уз речни ток Кутинске реке и њених већих притока, односно везано је за територије у сливу које се налазе на мањим надморским висинама.

Табела 67 Структура коришћења земљишта у сеоским насељима на територији слива Кутинске реке 1961. и 2012. године

Начин коришћења земљишта (ha)	1961.		2012.	
	Површина (ha)	%	Површина (ha)	%
Оранице и баште	3972,3	42,02	1738,4	23,07
Виогради	117,6	1,24	68,16	0,90
Воћњаци	441,2	4,67	485,9	6,45
Ливаде	701,8	7,42	728,67	9,67
Обрадиво земљиште	5232,9	55,35	3021,13	40,10
Шуме	2183,63	23,10	1586,9	21,06
Пашњаци	1165,3	12,33	1206,86	16,02
Остало земљиште	872,4	9,23	1720	22,83
Укупно	9454,23	100	7534,89	100

Извор: Попис пољопривреде, РСЗ, 1961. и 2012. године

Највећи проценат површина у сливу Кутинске реке 2012. године чинило је обрадиво земљиште (40,1%), од тога највећи проценат су чиниле оранице и баште 23,07%, затим шуме 21% и пашњаци 16%. Према попису пољопривреде из 1961. године обрадиво земљиште је захватало површину од 5232,9 ha, или 55,35% укупне површине, од тога оранице и баште су биле заступљене на 42% површине, ливаде 7% а воћњаци 4,67% од површине под обрадивим земљиштем, шуме су чиниле 23% од укупне површине. Упоредјујући структуру коришћења земљишта током два пописна периода можемо да утврдимо да је дошло до смањења површина под обрадивим земљиштем, са 55% (1961.) на 40% (2012.), и повећања површина под пашњацима, са 12% (1961.) на 16% (2012. године). Ови подаци заједно са подацима о кретањима укупног броја становника нам показују да су површине које се обрађују редуковане због депопулације овог простора. Услед напуштања газдинстава долази до постепеног зарастања вегетације и преласка обрадивог земљишта у природну вегетацију.

Шуме и пашњаци покривају трећину слива и заступљени су у вишим деловима (преко 500 m н.в.) ка врховма Суве планине и Селичевеце. На овим територијама је утврђено и највеће смањење интензитета ерозије и проноса наноса.

Најплоднија равничарска и брежуљкаста земљишта обухватају мале површине уз сам ток Кутинске реке и неких већих притока где су искоришћена као пољопривредно земљиште за ратарску производњу. Од 1970-их година на територији слива је интензивирана повртарска производња, пре свега под пластеницима, али се они раштркано јављају и површине које захватају су мале.

На основу теренских истраживања Антић М. у периоду 2010-2016. и статистичких података из Годишњака РЗЗС може да се закључи да су површине под пољопривредним и обрадивим површинама смањене у сваком од насеља на територији слива Кутинске реке у односу на предходни пописни период (Антић М., 2016). Како су подаци о начину коришћења земљишта добијени на основу пописа пољопривреде Републичког завода за статистику 2012. и 1960. године, утврђивањем реалног стања вршено је рекогносцирањем стања на терену током периода узорковања. Утврђено је да се многе ораничне површине, које су тако заведене у пописним књигама, више не обрађују већ су обрасле травном вегетацијом, што је додатно утицало на смањење интензитета ерозивног процеса.

13.7.ТИПОЛОГИЈА ПРОМЕНЕ ПОВРШИНА ОБРАДИВОГ ЗЕМЉИШТА НА ТЕРИТОРИЈИ СЛИВА КУТИНСКЕ РЕКЕ 1961- 2012. ГОДИНЕ

Анализа просторне дистрибуције становништва и обрадивих површина у периоду 1961-2012. указују на процес депопулације, промене у концентрацији становништва, деаграризације, промене у начину коришћења земљишта и представљају значајан почетак за објашњење промена у интензитету ерозије. Промене површина обрадивог земљишта одређене су на основу анализе пропорционалних промена приказане у поглављу Методологија (формуле 10, 11 и 12).

Типологија популационих промена и промене у површини обрадивог земљишта су анализирани за период 1961-2012.

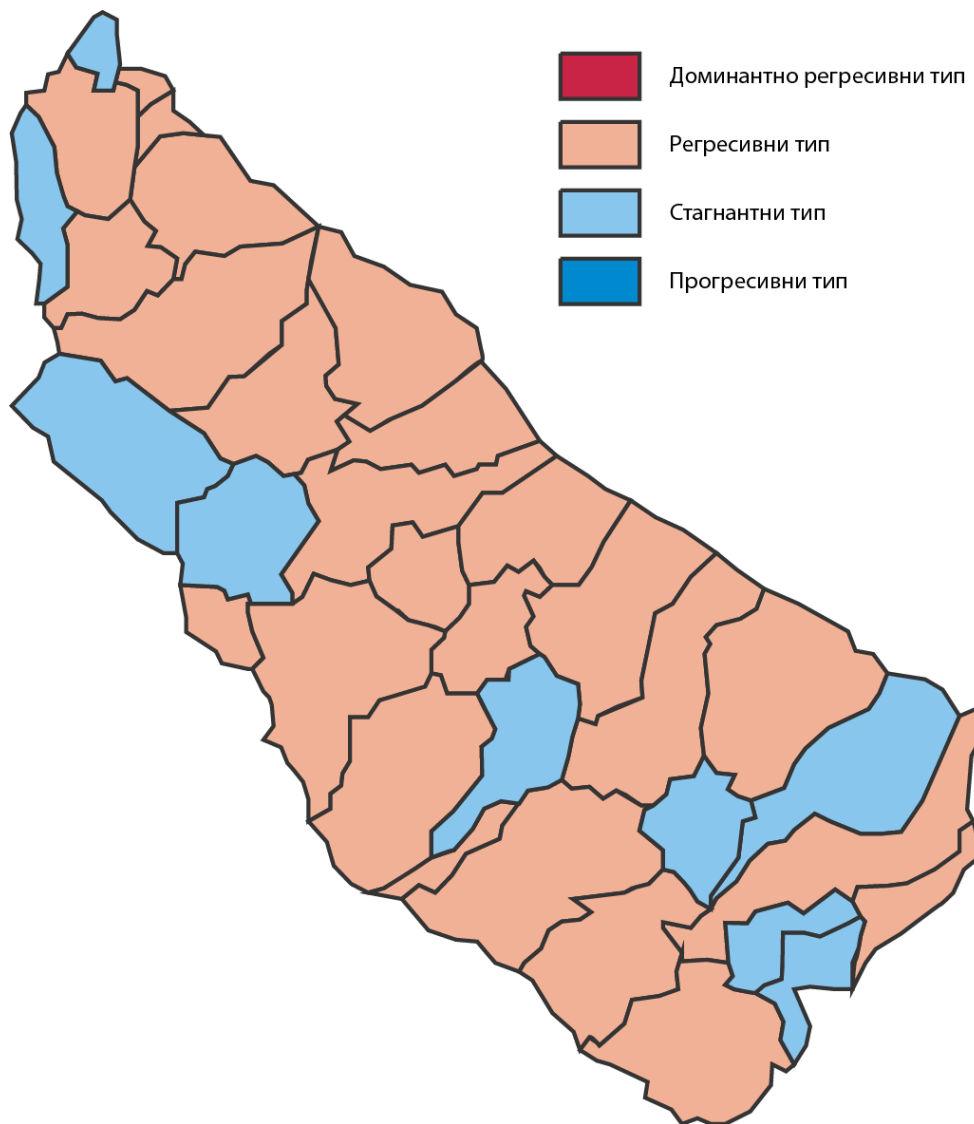
Прогресивни тип има позитивну нето релативне промене ($AR_j > 78\%$), али овом типу не припада ниједно насеље са територије слива.

Стагнантни тип карактерише позитивна нето релативна промена ($0 < AR_j < 78\%$). Овом типу припада 8 насеља (Прва Кутина, Гркиња, Марина Кутина, Доњи Душник, Лазарево Село) која су са претежно пољопривредном функцијом и које имају велике површине обрадивог земљишта.

Регресивни тип обухвата насеља са негативним вредностима нето релативне промене обрадивог земљишта ($0 > AR_j > -78\%$). Овом типу припада највећи број насеља на територији слива Кутинске реке (укупно 23). Њега одликују континуирано смањење обрадивих површина.

Доминантно регресивни тип обухвата насеља са негативном нето релативном променом површина под обрадивим земљиштем ($AR_j \% < -78$). Ниједно насеље са територије слива не припада овом типу.

Карта 77 показује да највећи број насеља на територији слива припада регресивном или доминантно регресивном типу насеља. Та ситуација може да се објасни смањењем броја становника тих сеоских насеља и затрављивањем површина у оквиру насеља јер се више не користе, односно не обрађују. Стагнацију или благо смањење површина под обрадивим земљиштем бележе насеља на вишим надморским висинама са малом површином сеоских атара па је и промена код њих мала, као и општински центар Гаџин Хан и приградско насеље у доњем току Кутинске реке, Никола Тесла где су и промене у броју становника најмање изражене. Ово опет посредно утиче на смањивање ерозивних процеса на тим просторима.



Слика 77 Карта типологија промене површина обрадивог земљишта на територији слива Кутинске реке 1961-2012.

13.8. СПРОВЕДЕНЕ АНТИЕРОЗИВНЕ МЕРЕ КАО ФАКТОР СМАЊЕЊА ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ У СЛИВУ КУТИНСКЕ РЕКЕ

Иако је утврђено исељавање становништва са простора слива Кутинске реке, то није једини антропогени утицај на ерозију земљишта. Антропопресија на земљиште била је највећа до средине 20. века. Човек је својим деловањем у великој мери деградирао значајне површине у оквиру сливова што показује и средњи коефицијент ерозије који је 1970-их износио 0,556 (слив Кутинске реке). Крчење шума и непланско газдовање довело је до промене у режиму отицања, што је условило појаву бујичних поплава. Ово је условило појаву јаружасте ерозије на одређеним локацијама у сливу и такве површине су постале неплодне. Стање и квалитет земљишног покривача наметнуо је деловање усмерено на примену различитих биотехничких мера у борби против даљег интензивирања ерозивног процеса. Обим изведених радова на сузбијању штетних последица од ерозије на бујичним токовима у сливу одвијао се током неколико периода.

„Кутинска река има велики и разуђен слив са великим бројем бујичних токова у којима је процес површинске и дубинске ерозије врло изражен“, овако текст у сведи Катастар бујица у сливу Нишаве описује Кутинску реку и издваја је као слив са израженим ерозионим процесима, где су и последице од ерозије и бујица изражене и изазивају велике штете за становништво и инфраструктуру. Забележене су и људске жртве као последице бујичних поплава (1963. године) (Катастар бујица у сливу Нишаве, 1972).

Резултати претходних истраживања су показали да ефекти противерозионих радова могу бити директни и индиректни. Директни ефекти чине радове у кориту и радове у сливу. Технички радови у кориту огледају се падовима заплава и количинама задржаног наноса иза попречних објеката, док радова у сливу утичу на смањење интензитета ерозије и продукције наноса. Индиректни ефекти огледају се у бољем режиму отицања воде и већим степеном заштите путева и насеља (Брауновић С., 2013).

Обим изведених противерозионих радова у сливу Кутинске реке урађен је на основу података из расположиве техничке документације водопривредног предузећа „Ерозија“ из Ниша. У сливу Кутинске реке углавном су извођени грађевинско-технички радови у кориту и сливу, а знатно мање биолошки радови. Обим

изведених радова на сузбијању штетних последица од ерозије и бујичних токова током времена био је различит. Према документацији водопривредног предузећа „Ерозија“ из Ниша издвојено је неколико периода током којих су у одређеној мери вршени одређени противерозивни радови. У почетној фази која је трајала до 1959. године извођени су углавном технички радови у коритима бујичних токова који су изазивали највеће штете насељима. У периоду 1959-1973. је обављено највише радова у сливу Кутинске реке. Вршени су технички радови у кориту бујичних токова (попречни објекти, ископ, зид од камена у цементном малтеру и бетону, зид од жичаних корпи, камени набачај) и технички радови у сливу (рустикалне преградице) као и биолошки радови (пошумљавање и затрављивање) у сливовима мањих притока (Бела река, Љута река, Козјачка долина, Гркињска река, Зли дол, Лазаревоселски и Вукмановски поток) (Прилог 11). Током 1980-их и 1990-их година интензитет радова опада. Међутим последњих десетак година се опет врше обимни радови на регулацији и заштити од ерозије и бујица, пре свега за сам ток Кутинске реке (од села Марина Кутина до ушћа). Врше се грађевинско-технички радови у кориту и ради се на заштити обала, док биолошки радови нису вршени. У Табели 68 дат је укупан обим изведених противерозивних радова у сливу Кутинске реке до 2016. године. Примена наведених мера временом је довела да на тим угроженим површинама дође до већег или мањег смањења ерозивних процеса, што може да се види на карти просторног распореда одређених категорија ерозије.

Табела 68 Обим извршених антиерозивних радова у сливу Кутинске реке у периоду 1958-2016.*

регулације		попречни објекти		биолошки радови (ha)	
дужина (km)	(m ³)	бр. објеката	Зид (m ³)	пошумљавање	био.радови Σ
4,35	6375	27	702	320	197

*Извор: Катастар бујица у сливу Нишаве, свеска 2; Главни пројекат за уређење бујице Копривничка река, Техничка документација, Водопривредно предузеће Ерозија, Ниш

"Противерозционе мере (економске, административне, просветно-васпитне и др.) представљају и акције помоћу којих се утиче на начин коришћења, одржавања и управљања земљиштем и водама" (Брауновић С., 2013).



Слика 78 Кугинска река (пре регулације, пролеће 2016. године) (фото: Љиљана Радовић)



Слика 79 Кугинска река (после регулације, лето 2016. године) (фото: Љиљана Радовић)

14.ИНТЕРГОДИШЊА И ИНТРАГОДИШЊА ВАРИЈАБИЛНОСТ КОНЦЕНТРАЦИЈА И ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА

14.1.ИНТЕРГОДИШЊА ВАРИЈАБИЛНОСТ КОНЦЕНТРАЦИЈА И ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА

Профил Радикина Бара. На Кутинској реци није вршено мерење проноса суспендованог наноса од стране РХМЗ-а, тако да подаци о њему постоје само током година када су вршена истраживања за сопствене потребе (2010. и 2011. година) и израде ове докторске дисертације (2016. година). Просечна вредност концентрације суспендованог наноса током периода истраживања (три године) износила је 0,0818 g. Највећа концентрација забележена је 2010. године 0,1224 g, најмања 2011. године 0,0302 g. Посматрано по сезонама, максималне и минималне концентрације прате протицаје, тако да се максималне вредности јављају када и максимални протицаји, током пролећа, а минималне вредности током јесени. Средњи зимски протицаји су високи па су и концентрације суспендованог наноса тада веће него током лета. Варијације концентрација наноса су велике и не зависе само од вредности протицаја, као ни од падавина.

Варијабилност концентрације суспендованог наноса показује одређену правилност у годишњој расподели. Растућа грана годишње расподеле концентрација почиње од октобра (2011. године и 2016. године), односно новембра (2010. године) и траје до марта (2011., 2016. године), односно априла (2010. године) када достиже максимум. Након тога долази до опадања концентрација све до октобра, односно новембра када су забележене минималне концентрације.

Са аспекта ерозије земљишта важан показатељ је и расподела месечних вредности концентрација суспендованог наноса, које су изнад, односно испод просечних годишњих вредности.

Средња годишња концентрација суспендованог наноса током 2010. године при средње годишњем протицају од 2,75 m³/s износила је 0,1224 g/l. Максимална средње месечна концентрација је забележена априла и износила је 0,2877 g/l, затим марта 0,2432 g/l. Минималне средњемесечне концентрације

забележене су новембра 0,0192 g/l. Највећи однос између максималних и минималних месечних концентрација је током фебруара (21,4), априла (13,6), јануара и марта (11,4 односно 11,3). Максималне дневне концентрације силта забележене су 20.04.2010. године 1,2150 g/l и 21.04.2010. - 1, 0310 g/l при протицају од 28,8 m³/s, односно 24,9 m³/s. Минималне дневне концентрације су измерене новембра (07. и 08.11.2010. године) и износиле су 0,0047 g/l и 0,0050 g/l. Посматрајући концентрације по сезонама највеће сезонске концентрације су измерене у пролеће 0,7151 g/l, а најмање на јесен 0,0769 g/l.

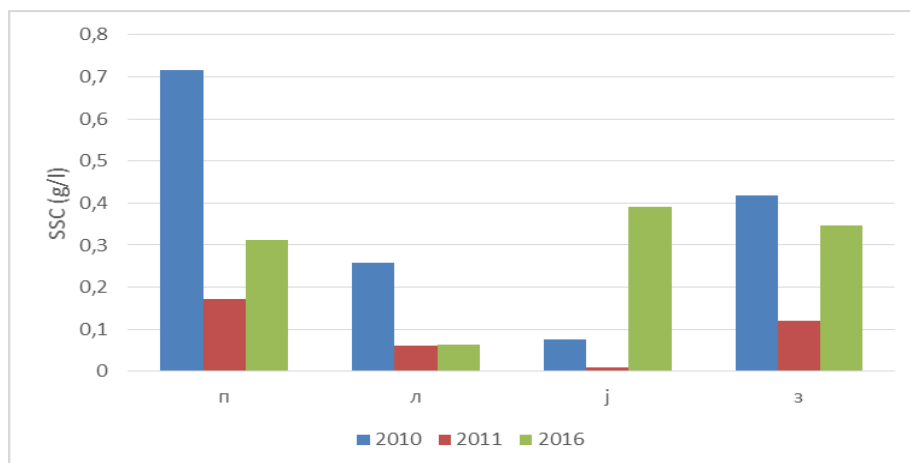
Током 2011. године забележене су много ниже концентрације силта у односу на 2010. године. Средња годишња концентрација износила је 0,0302 g/l. Максимална вредност забележена је у марту 0,08960 g/l, минимална октобра 0,0026 g/l. Ова година се издваја као сушна са ниским протицајима и ниским концентрацијама, као и малом проносу наноса у односу на друге две године узоркивања. Максимална дневна вредност је забележена 02.05. и износила је 0,1098 g/l (протицај 1,49 m³/s) а минимална у прва три дана октобра и износила је 0,0003 g/l (0,09 m³/s). Посматрајући сезонске концентрације највеће су измерене у пролеће 0,1719 g/l а најмање на јесен 0,0095 g/l (Табела 69).

У посматраном периоду, 2016. година се издваја као благо сушна према рангирању по водности са средњим месечним концентрацијама 0,0928 g/l при средњегодишњем протицају од 0,86 m³/s. Максимална месечна вредност је забележена током новембра 0,3680 g/l, а минимална током септембра 0,0104 g/l. Максимална дневна вредност концентрације износила је 1,68 g/l (09.11.2016.). У новембру је забележено три дана са концентрацијама преко 1 g/l при протицајима од 15,3 m³/s. Међутим, ова година се издваја са високим концентрацијама силта без обзира на вредност протицаја (који је нижи од просечне вишегодишње вредности). Коефицијент варијабилности концентрације силта је низак, сем у јануару, фебруару, мају и новембру када је вредност изнад 1. Најмање варијације концентрација су биле током априла, јуна, августа и септембра. Однос између максималних и минималних месечних вредности је највећи у новембру (193) када су забележене и највише концентрације. Посматрајући сезонске концентрације највеће су измерене на јесен 0,3914 g/l а најмање на лето 0,0631 g/l.

Табела 69 Средње месечне (SSC_{sr}), минималне (SSC_{min}) и максималне вредности (SSC_{max}) концентрације суспендованог наноса (g/l) на Кутинској реци 2010., 2011. и 2016. године

2010	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SSC _{sr}	0,0790	0,2196	0,2432	0,2877	0,1842	0,1213	0,0883	0,0488	0,0294	0,0284	0,0192	0,1198
SSC _{min}	0,0300	0,0290	0,0860	0,0893	0,1136	0,0795	0,0425	0,0312	0,0205	0,0245	0,0047	0,0400
SSC _{max}	0,3430	0,6208	0,9719	1,2150	0,3170	0,2179	0,2264	0,0763	0,0398	0,0420	0,0404	0,3340
stdev	0,058	0,185	0,174	0,257	0,056	0,036	0,038	0,013	0,006	0,004	0,012	0,088
C _v	0,741	0,843	0,714	0,892	0,303	0,297	0,425	0,257	0,209	0,139	0,634	0,731
max/min	11,43	21,41	11,30	13,61	2,79	2,74	5,33	2,44	1,94	1,71	8,60	8,35
2011												
SSC _{sr}	0,0328	0,0751	0,0896	0,0420	0,0404	0,0388	0,0132	0,0095	0,0033	0,0026	0,0035	0,0120
SSC _{min}	0,0221	0,0210	0,0654	0,0288	0,0021	0,0155	0,0075	0,0048	0,0020	0,0003	0,0024	0,0077
SSC _{max}	0,0506	0,1272	0,1270	0,0596	0,1098	0,0607	0,0235	0,0171	0,0062	0,0082	0,0047	0,0209
stdev	0,009	0,035	0,017	0,008	0,027	0,015	0,005	0,004	0,001	0,002	0,001	0,003
C _v	0,266	0,469	0,195	0,192	0,680	0,376	0,412	0,428	0,235	0,835	0,147	0,283
max/min	2,29	6,06	1,94	2,07	51,84	3,92	3,12	3,57	3,18	27,20	1,92	2,71
2016												
SSC _{sr}	0,1162	0,1789	0,2261	0,0154	0,0697	0,0130	0,0377	0,0125	0,0104	0,0131	0,3680	0,0525
SSC _{min}	0,0129	0,0260	0,1097	0,0109	0,0152	0,0051	0,0127	0,0056	0,0068	0,0062	0,0087	0,0432
SSC _{max}	0,8533	0,8950	0,8220	0,0279	0,4500	0,0194	0,1457	0,0198	0,0136	0,0250	1,6800	0,0620
stdev	0,164	0,190	0,145	0,004	0,089	0,003	0,029	0,003	0,002	0,004	0,387	0,004
C _v	1,415	1,060	0,641	0,282	1,274	0,247	0,772	0,269	0,176	0,341	1,052	0,083
max/min	65,90	34,42	7,49	2,55	29,61	3,84	11,47	3,54	1,99	4,03	193,10	1,44

Највише просечне сезонске концентрације измерене током 2010. године износиле су 0,7151 g/l током пролећа, 0,2583 g/l лета, 0,0769 g/l јесени и 0,4183 g/l зиме. У 2011. години концентрације које су измерене су 76% ниже у односу на 2010. годину (током пролећа и лета), а чак 87% током јесени. У 2016. години измерене су сезонске концентрације истим редоследом од 0,3112 g/l, 0,0631 g/l, 0,3914 g/l, 0,3475 g/l. Забележене концентрације су ниже у односу на исте сезоне 2010. године осим јесени која је са знатно вишим концентрацијама.



Слика 80 Сезонске концентрације суспендованог наноса SSC (g/l) на Кутинској реци током 2010., 2011. и 2016. године

Табела 70 Средње сезонске вредности концентрације суспендованог наноса SSC (g/l)

	П	Л	Ј	З
2010	0,7151	0,2584	0,0770	0,4184
2011	0,1719	0,0615	0,0095	0,1199
2016	0,3112	0,0631	0,3914	0,3476

Максималне месечне концентрације суспендованог наноса се најчешће јављају у пролеће и последица су отапања снежног покривача и обилних пролећних, и летњих пљускова, док су минимуми везани за крај лета и јесен као последица смањене количине падавина и повећаног испаравања.

Односи између екстремних вредности се најбоље уочавају када се посматрају дневне вредности концентрација. Концентрације мање од 0,001 g/l јављају се само током 7 дана сушне 2011. године (током октобра), осталих година овако ниске вредности силта нису забележене. Највеће концентрације, преко 1 g/l, забележене су током 5 дана истраживачког периода (2 дана током 2010. године, и 3 током 2016. године) а највиша вредност износила је 1,68 g (09.11.2016.) при протицају од 15,3 m³/s (средње месечни протицај износио је 1,31 m³/s). Током новембра исте године измерена је још два пута концентрације преко 1 g (1,1326 g и 1,070 g) приликом јављања много нижих протицаја (2,61 m³/s и 2,02 m³/s), али ипак већих од просечних вредности. Овако високе концентрације јавиле су се као последица велике количине падавина које су забележене у октобру и новембру.

Током 8. и 9. новембра 2016.године забележене су највеће дневне количине падавина у односу на период 1961-2016. Само у току ова два дана (87 mm) забележено је више од половине месечне количине падавина (129,6 mm).

У току 2010, 2011. и 2016. године на профилу Радикине Баре укупно је пронето 33320,29 t суспендованог наноса, односно просечно 144,24 t/km² или 48,08 t/km²/god. Највећи пронос наноса био је током 2010. године 23159,22 t (100,26 t/km²) а најмањи 2011. години свега 1314,41 t (5,69 t/km²), што чини однос 1:17,6. Године 2016. остварена је годишња сума проноса наноса од 8846,66 t.

Сезонску варијабилност концентрација прати сезонска варијабилност проноса наноса. Највиши пронос наноса је забележен током пролећа 2010. године и то за 94,5% више у односу на исти период 2011. године, односно 82,5% у односу на пролеће 2016. године. Само се јесен 2016. године одликује значајно вишим проносима наноса у односу на остатак истраживачког периода, 3000 t више у односу на исти период 2010. године и 3310 t у односу на јесен 2011. године. Посматрајући резултате може се приметити да је 2010. година била воднија у односу на остале две године, са вишим концентрацијама и проносима наноса. Протицаји током 2010. године су за око 70% већи, количина падавина је за 40% већа што то је условило 18 пута већи пронос наноса него 2011. а 2,6 пута већи него 2016. године.

Пролећни месеци учествовали су са 62% у сумарном проносу наноса током 2010. године, 60,5% током 2011. године и 28,5% током 2016. године.

Највећи пронос наноса остварен је током априла 2010. године 8485,0 t, најмањи септембра 2011. године свега 0,8 t. Однос између максималних и минималних вредности је најочигледнији када сагледамо пронос наноса на дневном нивоу. Највећи дневни пронос наноса износио је 3023,3 t (20.04.2010.год.), а најмањи 02. и 03.10.2011.год. свега 0,001 t. Укупни пронос наноса за ове три године износио је 33320,29 t.

Што се тиче проноса наноса током 2010. године укупно је пронето 23159,2 t суспендованог наноса, односно 100,25 t/km². Сумарни пронос наноса по месецима се кретао од 282,83 t у априлу (1,22 t/km²) до 1,51 t у новембру (0,006 t/km²). Однос између екстремних дневних вредности је још изразитији. Највише наноса је пронето 20.04.2010. године 3023,3 t (13,08 t/km²), најмање 0,2 t

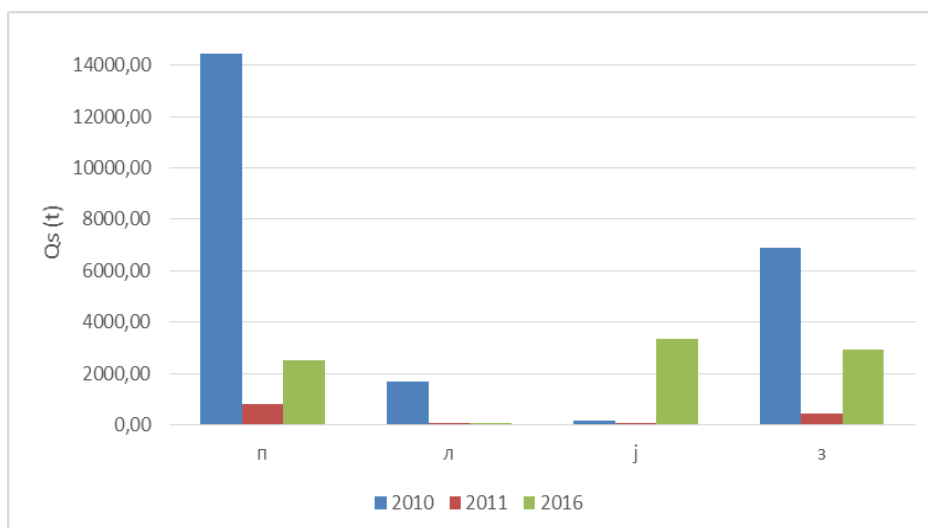
07.11.2010. године. Ову годину карактерише висока варијабилност наноса преко 2 (јануар, март, април), док у летњим и јесењим месецима је C_v испод 1.

У 2011. години укупно је пронето 1314,41 t суспендованог наноса, односно 5,61 t/km². Што се тиче проноса наноса на месечном нивоу он се кретао од 547,91 t забележен марта месеца до 0,77 t током септембра. На дневном нивоу највећи пронос наноса је забележен 30.03.2011. године 33,47 t, најмањи 0,002 t, 02.10.2011. године.

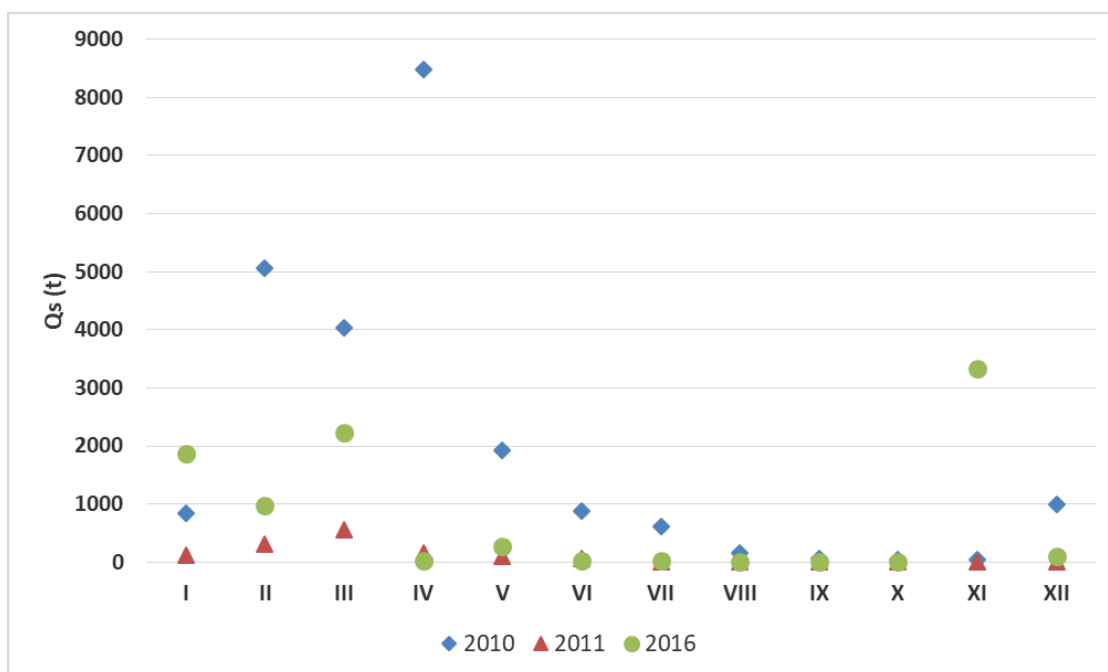
Укупно је пронето 8846,66 t суспендованог наноса током 2016. године, односно 38,3 t/km². Посматрано на месечном нивоу пронос суспендованог наноса се кретао од 3329,48 t новембра месеца до 1,83 t колико је измерено септембра. Само у новембру пронето је више од 37% годишњег наноса на профилу Радикине Баре. На дневном нивоу највећи пронос је забележен 09.11.2016. 2220,83 t, најмањи 02. и 06.10.2016. године 0,015 t.

Табела 71 Средње месечне (Q_{Ssr}), минималне (Q_{Smin}) и максималне (Q_{Smax}) суме проноса суспендованог наноса (y t)

2010	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Q_{Ssr}	26,85	180,64	129,81	282,83	62,28	29,49	20,08	5,30	1,93	1,67	1,51	32,34
Q_{Smin}	2,90	3,29	15,76	16,97	27,48	13,47	6,02	2,08	0,98	1,28	0,25	3,63
Q_{Smax}	367,48	824,37	1595,47	3023,31	136,94	77,19	109,15	12,39	3,37	3,56	3,91	161,03
stdev	65,32	238,98	281,03	653,00	28,51	15,09	21,59	2,65	0,82	0,46	1,26	42,70
C_v	2,43	1,32	2,16	2,31	0,46	0,51	1,08	0,50	0,42	0,28	0,84	1,32
2011												
Q_{Ssr}	3,74	10,82	17,67	5,16	3,02	2,34	0,43	0,15	0,03	0,05	0,05	0,23
Q_{Smin}	2,21	2,16	9,72	2,44	0,01	0,39	0,12	0,03	0,01	0,00	0,03	0,10
Q_{Smax}	6,82	20,66	33,47	9,89	14,14	5,14	1,18	0,43	0,09	0,20	0,06	0,63
stdev	1,46	6,18	6,74	2,12	3,34	1,50	0,36	0,13	0,01	0,06	0,01	0,14
C_v	0,39	0,57	0,38	0,41	1,10	0,64	0,82	0,85	0,55	1,25	0,18	0,58
2016												
Q_{Ssr}	60,42	33,78	71,89	0,82	8,54	0,74	0,69	0,14	0,06	0,10	110,98	3,02
Q_{Smin}	0,27	1,90	9,01	0,49	0,66	0,10	0,15	0,05	0,02	0,01	0,04	2,26
Q_{Smax}	1127,99	365,76	795,43	2,03	103,42	1,48	4,48	0,24	0,12	0,43	2220,83	4,18
stdev	206,76	69,91	148,25	0,37	19,97	0,30	0,92	0,05	0,03	0,09	403,10	0,40
C_v	3,42	2,07	2,06	0,45	2,34	0,41	1,32	0,35	0,48	0,91	3,63	0,13



Слика 81 Сезонске вредности проноса наноса Q_s (t) на Кутинској реци



Слика 82 Средње месечне вредности проноса наноса Q_s (t) на Кутинској реци током 2010., 2011. и 2016. године

У 2016. години протицаји су били испод просечних вредности у односу на средње годишње протицаје (1961-2016), осим у јануару и новембру када су забележене вредности више од просечне. Овако високи протицаји током јануара и новембра покалапају се са изузетно великом количином падавина. Током јануара и новембра пало је чак 58% више падавина од просека за те месеце. Овако високе

количине падавина и протицаји ($15,3 \text{ m}^3/\text{s}$) условили су концентрације силта веће од 1 g (09., 12. и 13.11.2016.) што је утицало и да пронос наноса буде висок. Само 09.11. пронос наноса је износио $2220,83 \text{ t}$ што представља четвртину укупне годишње суме наноса (укупно је пронето $8846,7 \text{ t}$). У току ова два месеца из слива Кутинске реке изнето је скоро 60% годишње суме наноса.

14.2. ХИСТЕРЕЗИС ПЕТЉЕ

Упоредивањем података о концентрацијама суспендованог наноса и протицајима утврђује се на који начин су концентрације наноса дистрибуиране у односу на протицаје. Показатељ везе између концентрације суспендованог наноса и протицаја је утврђивање постојања хистерезис петље. Хистерезис ефекат се може посматрати са становишта средњих вишегодишњих вредности, али и на нивоу појединачног догађаја у оквиру различитих сезона (Мустафић С., 2013; Grenfell, Ellery, 2009). Различити облици хистерезис петљи имају за циљ да укажу на доминантне услове отицања, јер они имају за последицу транспорт наноса до речног тока. Облик петље зависи од великог броја фактора, као што су падавине, место или извор продукције наноса, величина слива (Zabaleta et al., 2007; Soler, Latron, Gallart, 2008), влажност земљишта (Klein M., 1984). Земљиште има велику улогу у отицању. Пре свега услед инфилтрационог капацитета земљишта и његове способности да задржи падавинску воду. Из тог разлога у неким сливовима висину отицаја одређују карактеристике земљишта више него падавине (Мустафић С., 2013).

Вредности концентрација суспендованог наноса су ниске током већег дела године, тако да се утврђивање постојања хистерезис петље најчешће разматра преко средњих годишњих вредности. Од пет врста петљи (Williams, 1989) у сливу Кутинске реке током три године (2010., 2011. и 2016. године) констативана је само једна, а то је хистерезис петља у облику осмице. Код сложених петљи (хистерезис у облику осмице) квантитативна анализа показује да влажност земљишта објашњава 80% варијансе свих уочених поплавних таласа. Петље се

објашњавају различитим нивоом влаге и падавинама и стога су индикатори различитих процеса отицаја и транспорта седимената (Seeger et al., 2004).

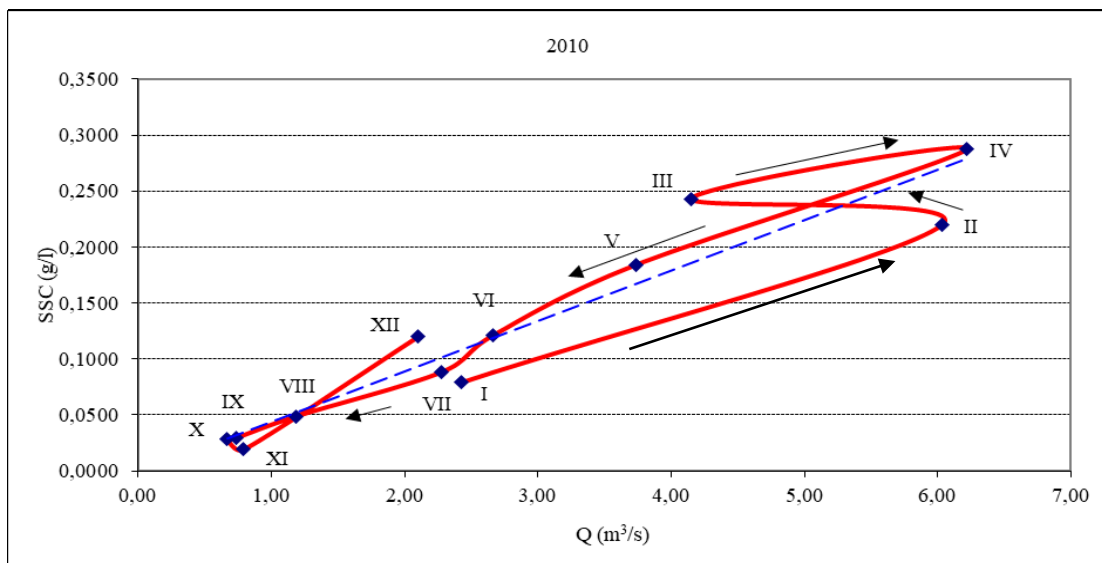
Хистерезис петље на Кутинској реци су облика осмице, што је у складу са истраживањима Мустафић (2013) која је утврдила да је петља на Нишави, профилу Ниш истог облика, што указује на сличне услове који детерминишу отицај и концентрације суспендованог наноса. Хистерезис петља у облику осмице указује на сложене услове. Садржи елементе петље у смеру казаљке као и елементе петље супротно од казаљке на сату. Ова петља (облик осмице) се може схватити као редослед доминантних услова. Јавља се у условима када има мало воде у кориту. Овде је процес отицања представљен инфилтрацијом вишка воде што узрокује брзо ширење наноса и у областима близу тока и по територији читавог слива. Њој предходе екстремно сушни услови. Услед отапања снега и падавина током пролећа земљиште је натопљено влагом. У фази смера петље у правцу казаљке на сату настаје презасићење макро и микро пора у земљишту, а његов капацитет да задржи воду је мали, тако да се услови отицања интензивирају. У овом случају се услови земљишта истичу као доминантан фактор. Када је петља супротног смера настаје ситуација којом доминирају падавине високог интензитета што значи да извор седимената може да буде активан на ширем простору слива. У случају хистерезис петље супротног смера од казаљке на сату разлог за појаву високе концентрације наноса после пика протицаја је дуготрајно преношење седимената до водотока, јер се седименти транспортују из области које су од њега јако удаљени. То посредно указује и на малу густину речне мреже па тиме и мању брзину отицања падавина. Седименти потичу из области које нису стално повезане у мрежу канала. Ове области су повезане у јединствену мрежу само када је отицање интензивно на ширем подручју, што се дешава када су изузетно високе падавине и велико засићење земљишта влагом (Манојловић С., 2018). Презасићеност земљишта влагом условљава интензивно отицање независно од топографских карактеристика терена (Seeger et al., 2004).

Хистерезис петља за 2010. годину. Петља за ову годину је типа осмице. У првој фази (смер супротан од казаљке на сату) од јануара до марта, а од марта до октобра има смер у правцу казаљке на сату. На хистерези примећујемо да

повећање протицаја од јануара до априла прати и повећање концентрације суспендованог наноса. Нагиб хистерезе од јануара до фебруара је доста стрм што указује на интензивно повећање и протицаја и концентрације суспендованог наноса. Фебруар месец на хистерези је нетипичан. Овај месец показује скоро највећу вредност протицаја, иако за вишегодишњи просек (1961-2016) максимални протицаји су у марту и априлу. Међутим, током фебруара 2010. године су забележене највише средње месечне количине падавина (88,3 mm). Појава високих вредности концентрације суспендованог наноса у фебруару упућује на још неке факторе који детерминишу ову појаву. Нагло топљење снежног покривача, услед високих температура ваздуха као и неразвијен вегетациони покривач може да услови велике протицаје. Све ово утиче да буде већа доступност материјала који се преноси и његова бржа миграција до речног корита. Почетна фаза петље указује на велико повећање протицаја, али и суспендованог наноса. Ово повећање се наставља све до априла када протицаји и концентрације силта достижу максималне вредности.

Од априла до октобра долази до смањења и протицаја и концентрације силта. Највеће опадање (када је петља и најстрмија) је од априла до јуна пре свега што се тиче протицаја али га прати интензивно смањење и концентрације суспендованог наноса.

Диференцијација концентрације суспендованог наноса је у вези са сезонским падавинама и њиховом варијабилношћу. То показују и резултати, како се количина падавина смањује (од јуна) долази и до смањења концентрације силта, што указује да су извори седимената ограничени уз ток и да се брзо исцрпљују.



Слика 83 Средња годишња хистерезис петља 2010. године, профил Радикине Баре

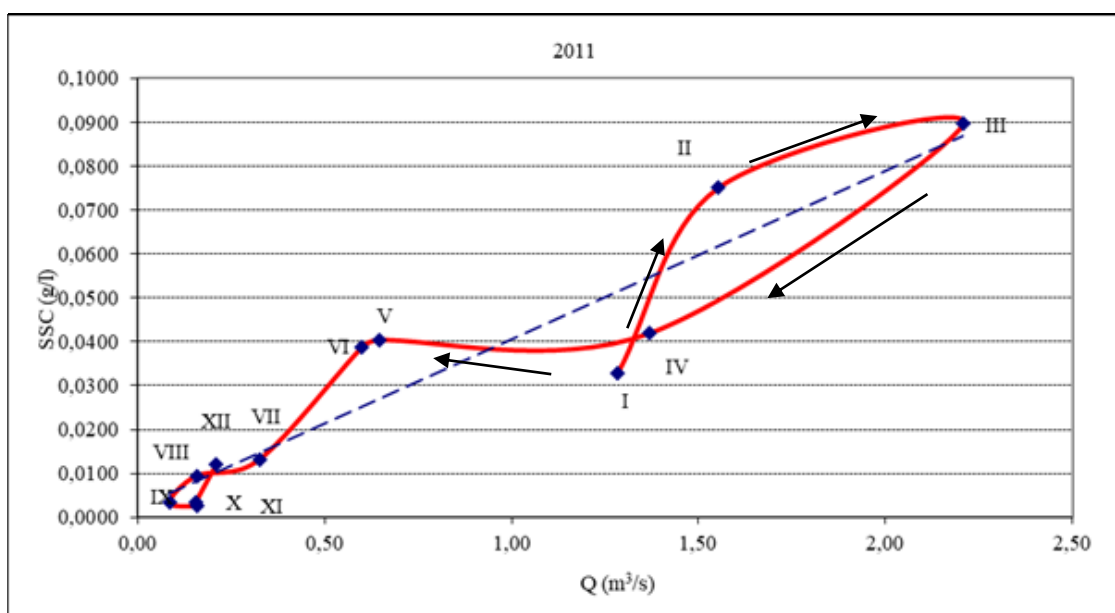
Максимална концентрација силта јавља се током или након појаве максималног протицаја, након чега се смањује и минималне вредности достиже током септембра и октобра. Појава високих концентрација суспендованог наноса након појаве максималних протицаја утврђена је на Нишави и Јерми (Мустафић С., 2013). Од октобра оријентација петље се мења и опет је смера супротног од казаљке на сату.

Петљу смера казаљке на сату карактеришу нагли пораст концентрације силта (март-април) односно, брзо одношење седимената са простора у близини речног тока као и из самог корита реке, што се карактеришу као догађаји кратког трајања (Мустафић С., 2013). Година 2010. се издваја као екстремно водна према класификацији (види Хидролошки услови), али и влажна према количини падавина (види Климатски услови), али утицај сезоне, пре свега падавина, није пресудан фактор што се тиче концентрације силта.

Како се количина падавина смањује (нагиб линије тренда је изразито стрм) означава да су извори седиментног наноса ограничени и да се брзо исцрпљују. Односно, да су услови отицања и мобилност наноса ограничени на области у близини речног тока.

Хистерезис петља за 2011. годину. Петља за ову годину је типа осмице. Петља почиње смером казаљке на сату, од јануара до марта, а од марта до септембра је смера супротног од казаљке на сату. Нагло повећање концентрације силта (јануар-

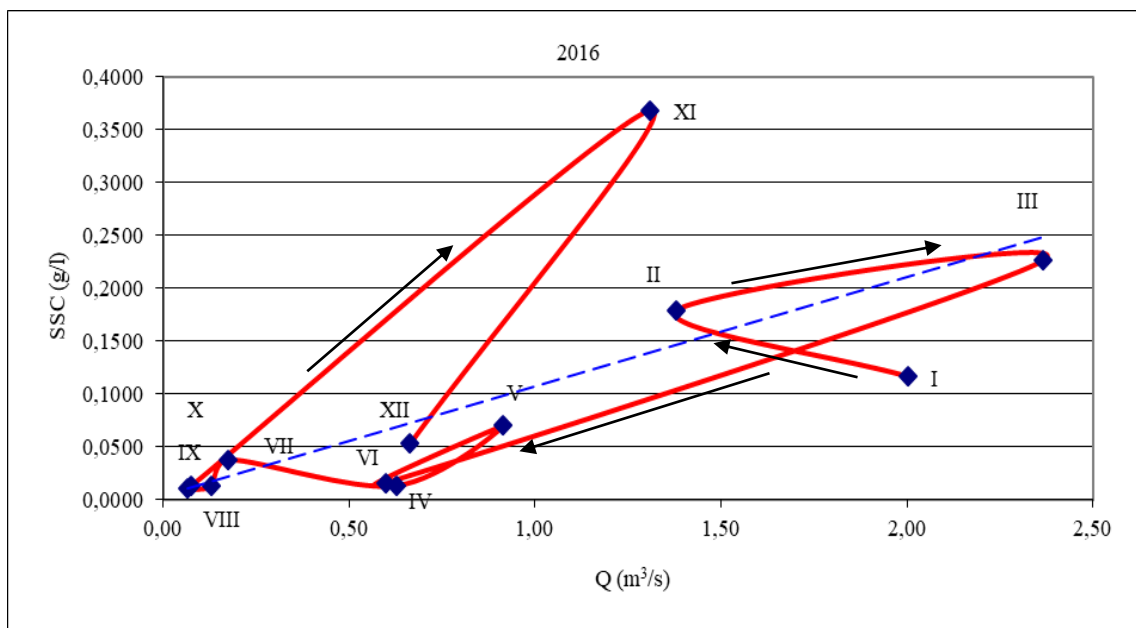
фeбруар-март) прати и повећање протицаја. Максимум протицаја и концентрације силта достигну се у марту што је у складу са вишегодишњим просеком. Концентрације силта се од марта до априла смањују и то нагло (линија доста стрма). У периоду од априла до јуна смањење концентрације суспендованог наноса је лагано, али смањење протицаја је велико. Месец са највећом количином падавина те године је мај, али падавине нису утицале значајније на протицај. Ова година се према класификацији иначе издваја као сушна у односу на количину падавина (види Климатске карактеристике) али и благо сушна на основу протицаја (види Хидролошке карактеристике) тако да утицај сезоне, пре свега падавина, није пресудан фактор што се тиче концентрације силта. Петљу смера казаљке на сату карактеришу нагли пораст концентрације силта што се објашњава брзим одношењем седимената са простора у близини речног тока као и из самог корита реке. У периоду од јуна до јула је значајно смањење концентрације силта као и протицаја. Од августа до краја године смер хистерезис петље је супротан од смера казаљке на сату. Најмање концентрације силта забележене су током септембра и октобра месеца и подударују се са минималним протицајима. Класична хистереза облика осмице за 2011. годину приказује класичну сушну годину. У односу на линију тренда фебруар, март, мај и јун се истичу изнад линије тренда док су остали месеци испод линије тренда.



Слика 84 Средња годишња хистерезис петља 2011. годину, профил Радикине Баре

Хистерезис петља за 2016. годину. Петља за ову годину спада у петље облика осмице. Петља за ову годину је необична, јер има изразите пикове због екстремних вредности протицаја и концентрације суспендованог наноса у марту и новембру. Година 2016. се одликује великом количином падавина (више од 2010. године) које су прилично неравномерно распоређене (највише јануара, маја, јула, октобра и новембра, док су остали месеци испод вишегодишњег просека месечних падавина). Петља почиње смером казальке на сату, где се од јануара до фебруара смањују протицаји, а повећавају концентрације суспендованог наноса. У марту, протицај достиже максималне вредности што је у складу са вишегодишњим просеком јављања максималних протицаја. У периоду од јануара до марта постепено се повећавају концентрације. Након тога (од марта до октобра) бележе се изузетно ниски протицаји, доста нижи од вишегодишњих просека што прати смањење концентрација наноса. Овако ниски протицаји нису у складу са количином падавина која је висока током године. Међутим, падавине нису равномерно распоређене, тако да се месеци који примају мало падавина не поклапају са месецима који се одликују ниским протицајима. Јануар, октобар и новембар се одликују као месеци са великом количином падавина, и са већим бројем дана са падавинама преко 10 mm од просечних вредности (за период 1961-2016).

Период април-октобар прате доста ниске концентрације суспендованог наноса. Од октобра почиње повећање концентрације суспендованог наноса до новембра када се достижу максималне вредности. Изразит је пик повећања концентрације суспендованог наноса који бележи највеће вредности у новембру, али је протицај мало изнад просека, што се може објаснити већим (изнад просечним вредностима) количинама падавина у октобру и новембру. Ова година се издваја као благо сушна према класификацији (Хидролошке карактеристике) али влажна према количини падавина (Климатске карактеристике) тако да утицај сезоне, као што је већ наведено, није пресудан фактор високих концентрација суспендованог наноса.



Слика 85 Средња годишња хистерезис петља 2016.године, профил Радикине Баре

Посматрајући графике са средње годишњим хистерезис петљама можемо да закључимо да су подаци више расути током пролећних месеци у односу на линију тренда. Након тога како се концентрација силта смањује па су подаци мање расути поготово током лета, јесени и почетком зиме. Током трајања зимског периода, нарочито током постепеног отапања снежног покривача процес ерозије се састоји у уклањању лабавих финозрних честица земљишта са падина терена, па се и пронос суспендованог наноса одвија у условима ниских протицаја (Мустафић С., 2013).

За слив Кутинске реке је карактеристично да концентрације суспендованог наноса максимум достижу када су и максималне вредности протицаја, што је утврђено и за сливове у Сибиру (Тананаев N. I., 2019).

Хистерезис петља облика осмице какву срећемо на Кутинској реци карактеристична је јер сумира све релевантне факторе и карактеристике слива. Код овакве петље се доминантни услови током године смењују. На просторима за које је типична оваква крива повезују се комплексни догађаји који се дешавају после сувих предходних услова (Мустафић С., 2013; Soler M., Latron J., Gallart F., 2008).

Неколико значајних истраживања указују на значајну улогу шумског покривача, односно велике зависности између вредности концентрације наноса и

површине која је под шумским комплексом. Захваљујући шумском покривачу продукција материјала је ниска, што значи да је ниска и количина седимента која је доступна за транспорт до речног тока (Zabaleta et al., 2007; Erskine, Mahmoudzadeh, Myers, 2002).

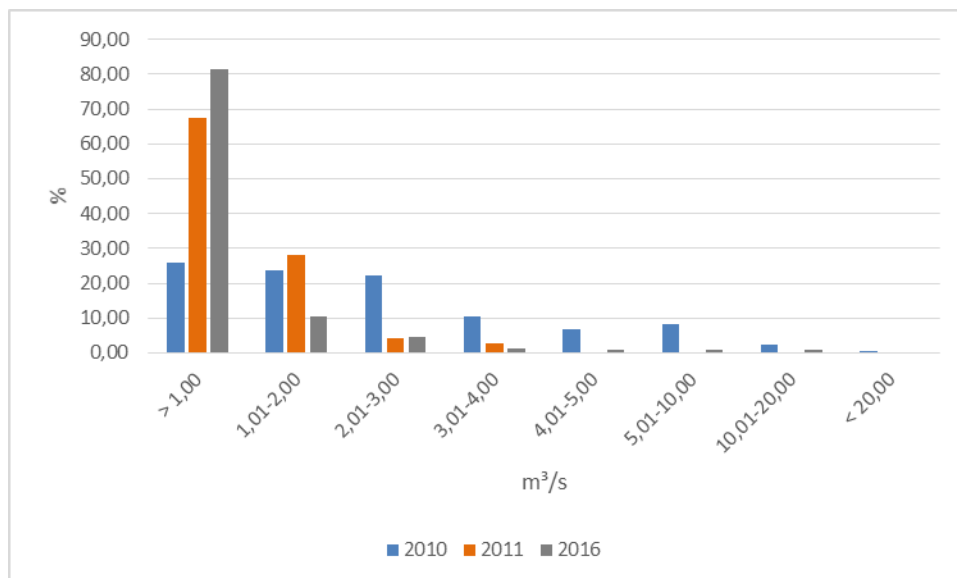
14.3. ДЕТЕРМИНАЦИЈА ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА ПРЕМА УЧЕСТАЛОСТИ ЈАВЉАЊА ПРОТИЦАЈА НА КУТИНСКОЈ РЕЦИ

Из Табеле 72 можемо да видимо да су протицаји распоређени у 8 класа и каква је фреквентност и процентуални удео јављања за сваку од година узорковања понаособ. Највећи део протицаја припада првој класи, до $1 \text{ m}^3/\text{s}$, мада се процентуални удео података у оквиру класа разликује по годинама. У 2010. години 26% података припада класи до $1 \text{ m}^3/\text{s}$, а 23,5% класи од 1-2 m^3/s , што показује да је готово половина података сврстана у класе протицаја до 2 m^3/s . 72% података је у класама протицаја до 3 m^3/s . Протицаји већи од 10 m^3/s забележени су десет пута током ове године, а већи од 20 m^3/s током само два дана. Године 2011., 67,4% протицаја је сврстано у класу до $1 \text{ m}^3/\text{s}$. У овој години протицаји су распоређени само у 4 класе, односно јављају се протицаји до 4 m^3/s , а 93% података је у класама до 2 m^3/s .

И у 2016. години, највећи број података протицаја је у класи до $1 \text{ m}^3/\text{s}$, чак 81,4%. Међутим, током ове године узорковања, током девет дана или свега 2,4% времена јављају се протицаји од 4,01-20 m^3/s .

Табела 72 Дистрибуција фреквенци протицаја (m^3/s)

класе Q	Q (m^3/s)	2010.		2011.		2016.	
		frek.	%	frek.	%	frek.	%
1	$\leq 1,00$	95	26,03	246	67,40	298	81,42
2	1,01-2,00	86	23,56	103	28,22	38	10,38
3	2,01-3,00	81	22,19	15	4,11	16	4,37
4	3,01-4,00	38	10,41	10	2,74	5	1,37
5	4,01-5,00	25	6,85	0	0	3	0,82
6	5,01-10,00	30	8,22	0	0	3	0,82
7	10,01-20,00	8	2,19	0	0	3	0,82
8	$> 20,00$	2	0,55	0	0	0	0

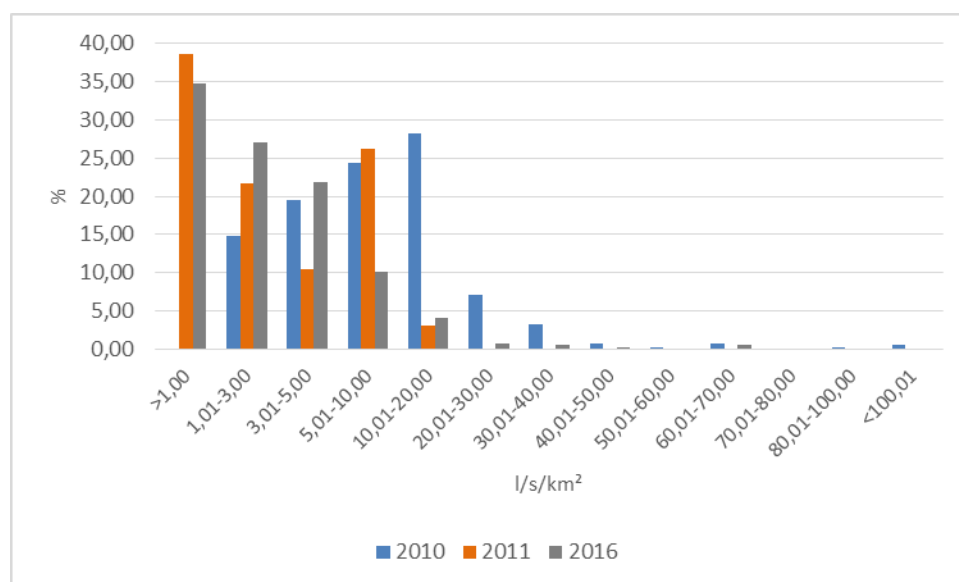


Слика 86 Процентуална дистрибуција протицаја (m³/s)

Из формираних дистрибуција фреквенци специфичних отицаја на профилу Радикине Баре отицаји су распоређени у 13 класа. Из Табеле 73 можемо да видимо да током три године узорковања (2010., 2011., 2016.) највећи део отицаја је распоређен у класама до 20 l/s/km². Мада је значајна разлика између година. Током 2010. године највећи део специфичних отицаја је распоређен у класе до 20 l/s/km² 87%, од чега највећи део припада класи од 10-20 l/s/km² (28%) и од 5-10 l/s/km² 24,38%. Специфични отицај у класама преко 70 l/s/km² се јавио само једном током ове године, а отицај мањи од 1 l/s/km² није забележен. У 2011.год. је потпуно другачија ситуација. Ове године специфични отицаји су распоређени само у 5 класа. Ту преовладавају отицаји до 1 l/s/km² (више од 38%), док отицаји у класи преко 20 l/s/km² нису забележени. У 2016.год. највећи део специфичних отицаја распоређен је у првој класи, до 1 l/s/km² 34,7%, а готово 98% забележених специфичних отицаја је распоређен у класама до 20 l/s/km².

Табела 73 Дистрибуција фреквенци специфичних отицаја q ($l/s/km^2$)

класе q	q ($l/s/km^2$)	2010		2011		2016	
		frekvencija	%	frekvencija	%	frekvencija	%
1	<1,00	0	0	141	38,63	127	34,70
2	1,01-3,00	54	14,79	79	21,64	99	27,05
3	3,01-5,00	71	19,45	38	10,41	80	21,86
4	5,01-10,00	89	24,38	96	26,30	37	10,11
5	10,01-20,00	103	28,22	11	3,01	15	4,10
6	20,01-30,00	26	7,12	0	0	3	0,82
7	30,01-40,00	12	3,29	0	0	2	0,55
8	40,01-50,00	3	0,82	0	0	1	0,27
9	50,01-60,00	1	0,27	0	0	0	0
10	60,01-70,00	3	0,82	0	0	2	0,55
11	70,01-80,00	0	0	0	0	0	0
12	80,01-100,00	1	0,27	0	0	0	0
13	>100,01	2	0,55	0	0	0	0

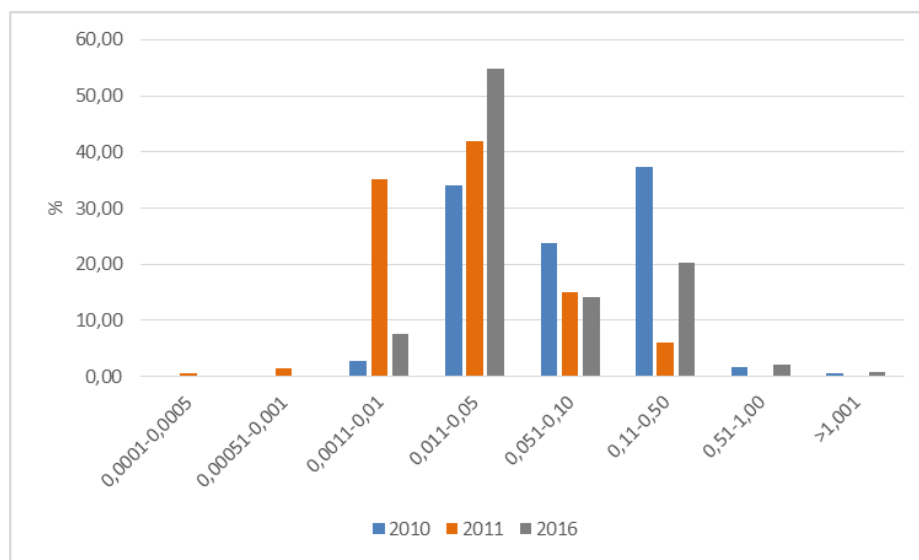
Слика 87 Процентуална дистрибуција специфичног отицаја q ($l/s/km^2$)

Код дистрибуције фреквенце концентрације суспендованог наноса уочава се да је највећи број података у оквиру класе чије су граничне вредности од 0,011-0,05 g/l (Табела 74). Највећа фреквентност концентрација наноса у поменутој класи је забележена током 2016 године 55%, затим 2011. године 42% и 34% у 2010.. Највеће груписање података је у класи од 0,0011-0,01 g/l до класе 0,11-0,50 g/l. Четири класе су заступљене са преко 97% фреквенце током све три године. Идући од ових класа ка екстремима заступљено је све мање или нимало података у зависности од године. Посматрајући сваку годину појединачно закључујемо да

је током 2010.год. класа од 0,11-0,50 g/l најзаступљенија 37,3%, затим 0,011-0,05 g/l са 34%. Прве три класе концентрација нису биле ниједном забележене током ове године, а класе преко 1 g/l јавиле су се два пута. Године 2011. највећу фреквентност података имају две класе од 0,0011 до 0,05 g/l 77%. Екстремне вредности нису забележене. Годину 2016. карактерише да је само у оквиру једне класе (0,011-0,05 g/l) највећи број података 55%. Концентрације суспендованог наноса преко 0,5 g/l заступљене су 11 пута или свега 3%.

Табела 74 Дистрибуција фреквенци концентрација суспендованог наноса SSC (g/l)

класе SSC	SSC (g/l)	2010	%	2011	%	2016	%
1	0,0001-0,0005	0	0	2	0,55	0	0
2	0,00051-0,001	0	0	5	1,37	0	0
3	0,0011-0,01	10	2,74	128	35,07	28	7,65
4	0,011-0,05	124	33,97	153	41,92	201	54,92
5	0,051-0,10	87	23,84	55	15,07	52	14,21
6	0,11-0,50	136	37,26	22	6,03	74	20,22
7	0,51-1,00	6	1,64	0	0	8	2,19
8	>1,001	2	0,55	0	0	3	0,82
укупно		365	100	365	100	366	100



Слика 88 Процентуална дистрибуција концентрације суспендованог наноса SSC (g/l)

Пренос наноса на Кутинској реци подељен је у 13 класа (Табела 75). Доминирају наноси у класама до 30 t где је сврстан највећи број података. У читавом периоду нанос већи од 1000 t јавио се само 5 пута (3 пута 2010. године и

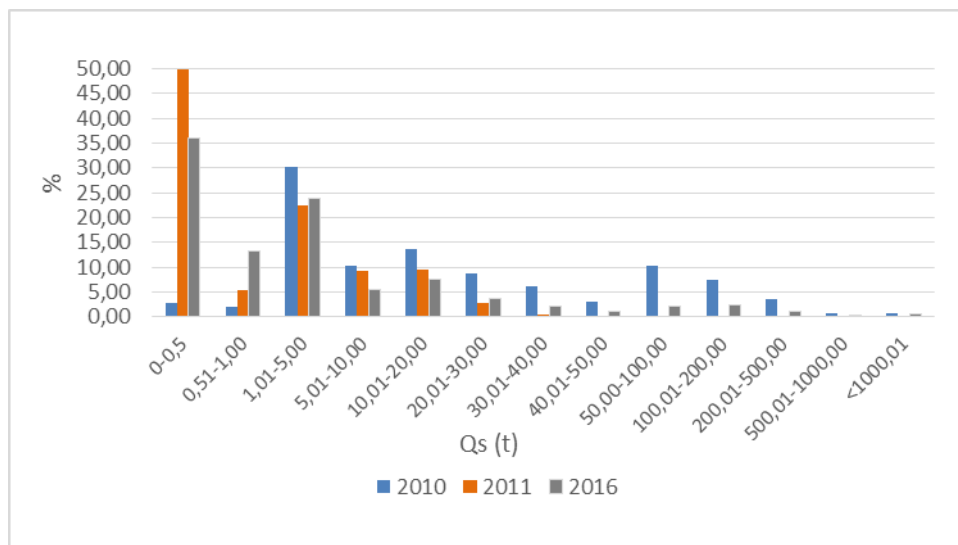
2 пута 2016. године). Нанос у класи до 0,5 t (скоро 50% у 2011. године и 36% у 2016. години) односно од 1-5 t (2010. године 30%) јавио се највише пута. Година 2010. се издваја као влажна и бележи проносе наноса у свим класама. Доминирају наноси од 1-100 t (88%). Највише су заступљени у класи од 1-5 t (30%) док су класе од 5-10 t, 10-20 t, 50-100 t заступљене са преко 10%.

Током 2011. године нанос је дистрибуиран у 7 класа, односно до 40 t. Доминира нанос у класи до 0,5 t (50%) и од 1-5 t (22,5%). Остале класе су заступљене са мање од 10%. Пренос наноса већи од 30 t јавио се само два пута током ове године.

Пренос наноса током 2016. године је распоређен у 13 класа. Највећи број пута јавио се пренос до 0,5 t (36%). Доминира нанос у класама до 20 t (87%). Три пута је само заступљен пренос наноса преко 500 t.

Табела 75 Дистрибуција фреквенци проноса наноса Qs (у t) током 2010, 2011. и 2016. године

класе Qs	Qs (t)	2010.	%	2011.	%	2016.	%
1	0,001-0,5	10	2,74	182	49,86	132	36,07
2	0,51-1,00	7	1,92	20	5,48	49	13,39
3	1,01-5,00	110	30,14	82	22,47	87	23,77
4	5,01-10,00	38	10,41	34	9,32	20	5,46
5	10,01-20,00	50	13,70	35	9,59	28	7,65
6	20,01-30,00	32	8,77	10	2,74	14	3,83
7	30,01-40,00	23	6,30	2	0,55	8	2,19
8	40,01-50,00	11	3,01	0	0	4	1,09
9	50,00-100,00	38	10,41	0	0	8	2,19
10	100,01-200,00	27	7,40	0	0	9	2,46
11	200,01-500,00	13	3,56	0	0	4	1,09
12	500,01-1000,00	3	0,82	0	0	1	0,27
13	>1000,01	3	0,82	0	0	2	0,55
	укупно	365	100	365	100	366	100



Слика 89 Процентуална дистрибуција проноса наноса Qs (у t)

Овом анализом добијен је увид у основна обележја структуре протицаја, специфичних отицаја, концентрација и проноса наноса. Фреквенца представља број дана појављивања неке компоненте у датој класи. На овај начин утврђена је фреквенца датог обележја детерминисана на нивоу временских серија.

Највећи проценат проноса наноса остварен је током 2011. године у класи од 1-2 m³/s, 59%. Процентуално учешће проноса наноса не прати подједнака дистрибуција протицаја. Такво стање најочигледније је током 2011. године где је фреквентност протицаја 28% а у исто време је пронето 59% укупног наноса. Ситуација је слична и у 2016. године када током само 0,8% времена јављања протицаја пронето скоро половина годишње количине наноса. По проносу наноса током истраживачког периода доминантне су класе протицаја од 10-20 m³/s (2010. и 2016. године) и 1-2 m³/s (2011. године). Ова класа протицаја доминира нарочито током 2011. године када је током 28% јављања датих протицаја пронето 59% проноса наноса. У доминантним класама протицаја (од 0,01-3 m³/s) специфични пронос наноса износио је свега 12 t/km² или 10% укупног годишњег проноса наноса (2010. године) Током само два јављања изузетно великих протицаја (преко 20 m³/s) 2010. године забележен је специфични пронос наноса од 22,69 t/km² или 23% годишњег наноса. У 2011. године пронето је свега 1314 t наноса, односно 5,69 t/km². Од укупне суме највише је пронето током класе протицаја од 1-2 m³/s, 59%, као и у класи од 2-3 m³/s 25,4% (Табела 76).

Година 2016. се издваја по великим количинама наноса изнетим током јављања изузетно великих протицаја. Само током три дана јављања протицаја у класи од 10-20 m³/s пронето је готово половина укупне годишње суме (4144 t од укупно 8846 t).

Табела 76 Дистрибуција специфичног проноса суспендованог наноса Q_{ss} (t/km²) према фреквенцијској расподели протицаја Q (m³/s)

2010	класе Q m ³ /s		frek.	%	SSC (g/l)	Q _{ss} (t/km ²)	Q _{ss} %
	1	> 1,00	95	26,03	0,0259	0,69	0,69
	2	1,01-2,00	86	23,56	0,0559	2,67	2,66
	3	2,01-3,00	81	22,19	0,1067	8,21	8,19
	4	3,01-4,00	38	10,41	0,1675	8,41	8,38
	5	4,01-5,00	25	6,85	0,2443	10,38	10,35
	6	5,01-10,00	30	8,22	0,3092	23,24	23,18
	7	10,01-20,00	8	2,19	0,5629	23,97	23,91
	8	20,01-30,00	2	0,55	1,1230	22,69	22,63
2011	класе Q m ³ /s		frek.	%	SSC (g/l)	Q _{ss} (t/km ²)	Q _{ss} %
	1	> 1,00	246	67,40	0,0147	0,75	13,09
	2	1,01-2,00	103	28,22	0,0549	3,35	58,96
	3	2,01-3,00	15	4,11	0,1021	1,45	25,40
	4	3,01-4,00	10	2,74	0,1270	0,14	2,54
2016	класе Q m ³ /s		frek.	%	SSC (g/l)	Q _{ss} (t/km ²)	Q _{ss} %
	1	> 1,00	298	81,42	0,0428	3,07	8,02
	2	1,01-2,00	38	10,38	0,1873	3,92	10,23
	3	2,01-3,00	16	4,37	0,3911	5,48	14,30
	4	3,01-4,00	5	1,37	0,2596	1,62	4,22
	5	4,01-5,00	3	0,82	0,5496	2,84	7,43
	6	5,01-10,00	3	0,82	0,4380	3,43	8,95
	7	10,01-20,00	3	0,82	1,1184	17,94	46,84

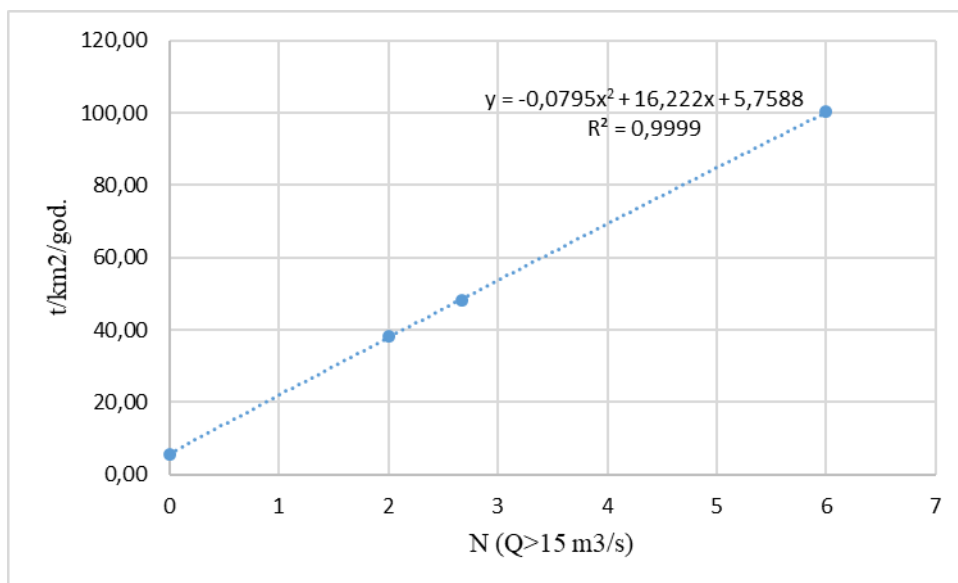
14.3.1. Прогноза годишње суме проноса суспендованог наноса преко екстремних протицаја

У овом делу рада је покушана да се успостави зависност између годишњег проноса наноса и екстремних протицаја. Ова веза је показала да се приликом јављања великих протицаја могу очекивати екстремне вредности проноса наноса. Протицај током којег је читаво корито испуњено водом представља „bankfull discharge“, који се одређује на терену геодетским мерењима или формулом (Јевтић L., 1978). У оквиру овог истраживања вредност прага протицаја (када је читаво корито испуњено водом) одређена на основу вероватноће појаве великих вода и повратног периода њиховог јављања. Како се у литератури наводи, ови протицаји се јављају једном у 1,5 год. до једном у 2 године (Dragičević et al., 2017; Williams G.P., 1978; Navratil et al., 2006).

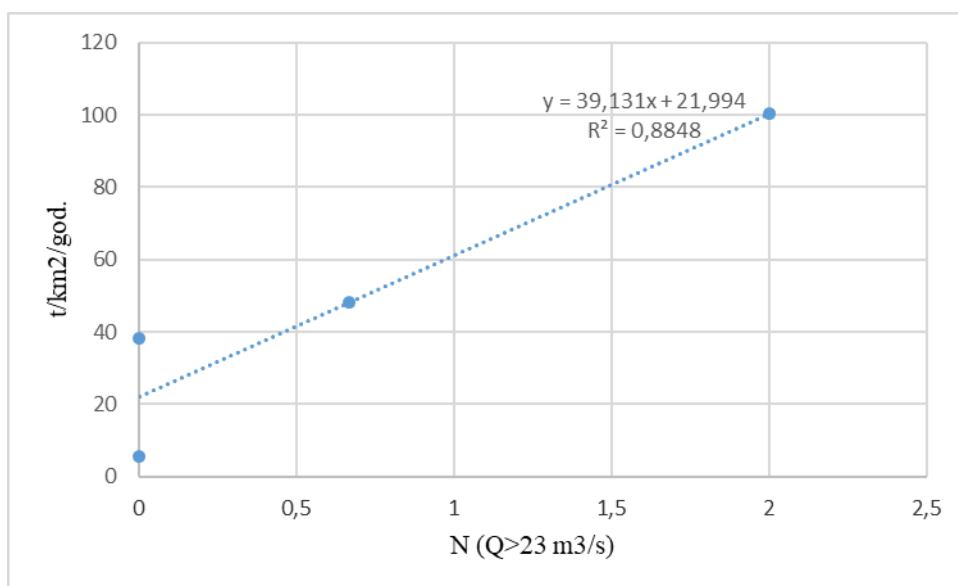
То значи да на профилу Радикине Баре, на Кутинској реци су то протицаји од $15 \text{ m}^3/\text{s}$ (повратни период 1,5 година), односно $23 \text{ m}^3/\text{s}$ (2 године).

Како је израчуната вредност прага протицаја, ове вредности су доведени у везу са годишњом сумом проноса суспендованог наноса (слике 90, 91).

Варијабле показују висок степен корелације међу собом. Ови подаци нам омогућавају да дамо модел предикције годишње суме суспендованог наноса када се јаве протицаји изнад дате вредности. Резултати анализе показују да се износ проноса наноса повећава линеарно са повећањем протицаја са високим степеном корелације ($R^2 = 0,9999$). Овако висока корелација између варијабли је због малог броја података (постоје само подаци о проносу наноса за три истраживачке године). На основу слике могу да се предвиде годишње вредности проноса суспендованог наноса ако се током године јави одређен број дана са протицајима изнад означеног прага.



Слика 90 Процена годишње суме проноса суспендованог наноса ($t/\text{km}^2/\text{god.}$) и броја дана са протицајима изнад $15 \text{ m}^3/\text{s}$



Слика 91 Процена годишње суме проноса суспендованог наноса ($t/\text{km}^2/\text{god.}$) и броја дана са протицајима изнад $23 \text{ m}^3/\text{s}$

15. СТАЊЕ ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ И ПРОНОСА НАНОСА У СЛИВУ КУТИНСКЕ РЕКЕ

Коефицијент ерозије у сливу Кутинске реке 1970. године (према Тумачу Карте ерозије) износио је 0,556 (III категорија, средња ерозија). Годишња продукција наноса је износила 232306,42 m³, а специфична продукција наноса 1050,02 m³/km²/год. У сливу је под ерозијом било 98,8% територије, а на 1,2% територије је била заступљена акумулација. Тада је 57% слива било захваћено јаком и ексцесивном ерозијом. Површинама под средњом ерозијом било је захваћено 10,2 km² или 4,4% територије, слабом 3,3 km² или 1,4% површине слива а врло слабом 36,2% (83,89 km²). Средњи коефицијент ерозије до 600 m н.в. (на коме се налази преко 60% територије слива) износио је 0,650.

Коефицијент ерозије у сливу 2016. године је износио 0,39 (IV категорија, слаба ерозија). На основу Табеле 77 може да се види да су све категорије ерозије промењене у поређењу ова два периода. Најевидентније промене везане су за I и II категорију која је 2016. године захватала свега 9,4 km² површине слива или 4%, а 1970. захватала је више од 130 km² односно 57% површине слива. Повећане су површине под средњом ерозијом, где је њом угрожено 38% површине земљишта. Највећи удео захватају поршине под слабом ерозијом 54,6%, а 1970. године овој категорији је припадало свега 1,4%. Дошло је и до смањења коефицијента ерозије Z са 0,556 на 0,390 што је условљено смањењем површина захваћених јаком и ексцесивном ерозијом.

Табела 77 Коефицијент ерозије у сливу Кутинске реке 1970. и 2016. године

Категорија	Јачина ерозивних процеса	Коефицијент ерозије	Површина слива (km ²)	Удео у укупној површини у %
1970.год.*				
I	Ексцесивна	1,01-1,50	8,9	3,8
II	Јака	0,71-1,00	123,8	53,5
III	Средња	0,41-0,70	10,2	4,4
IV	Слаба	0,21-0,40	3,3	1,4
V	Врло слаба	0,01-0,20	83,9	36,2
	акумулација		2,6	0,9

		Z=0,556		
2016.год.				
I	Експесивна	1,01-1,50	-	-
II	Јака	0,71-1,00	9,41	4,08
III	Средња	0,41-0,70	87,85	38,05
IV	Слаба	0,21-0,40	126,04	54,6
V	Врло слаба	0,01-0,20	7,55	3,27
		Z=0,39		

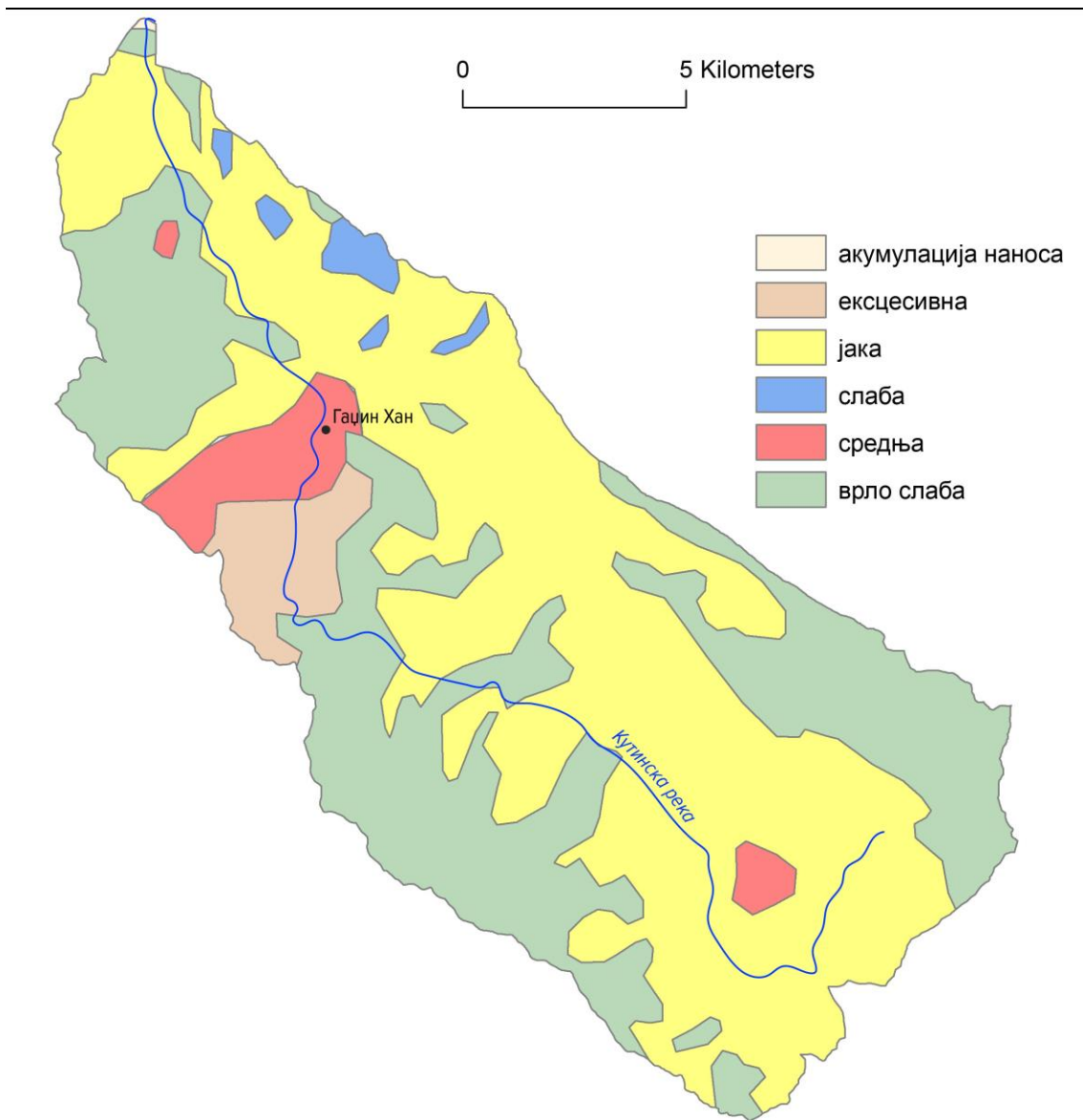
На основу примењене методологије прорачуната је укупна продукција наноса у сливу за два временска периода (1970. године и 2016. године). Како су категорије ерозивности смањене и продукција наноса у сливу је смањена и данас износи 117869,95 m³/god. а 1970. године износила је 234220,5 m³/god. (Табела 78).

Табела 78 Продукција наноса у сливу Кутинске реке 1970. и 2016. године

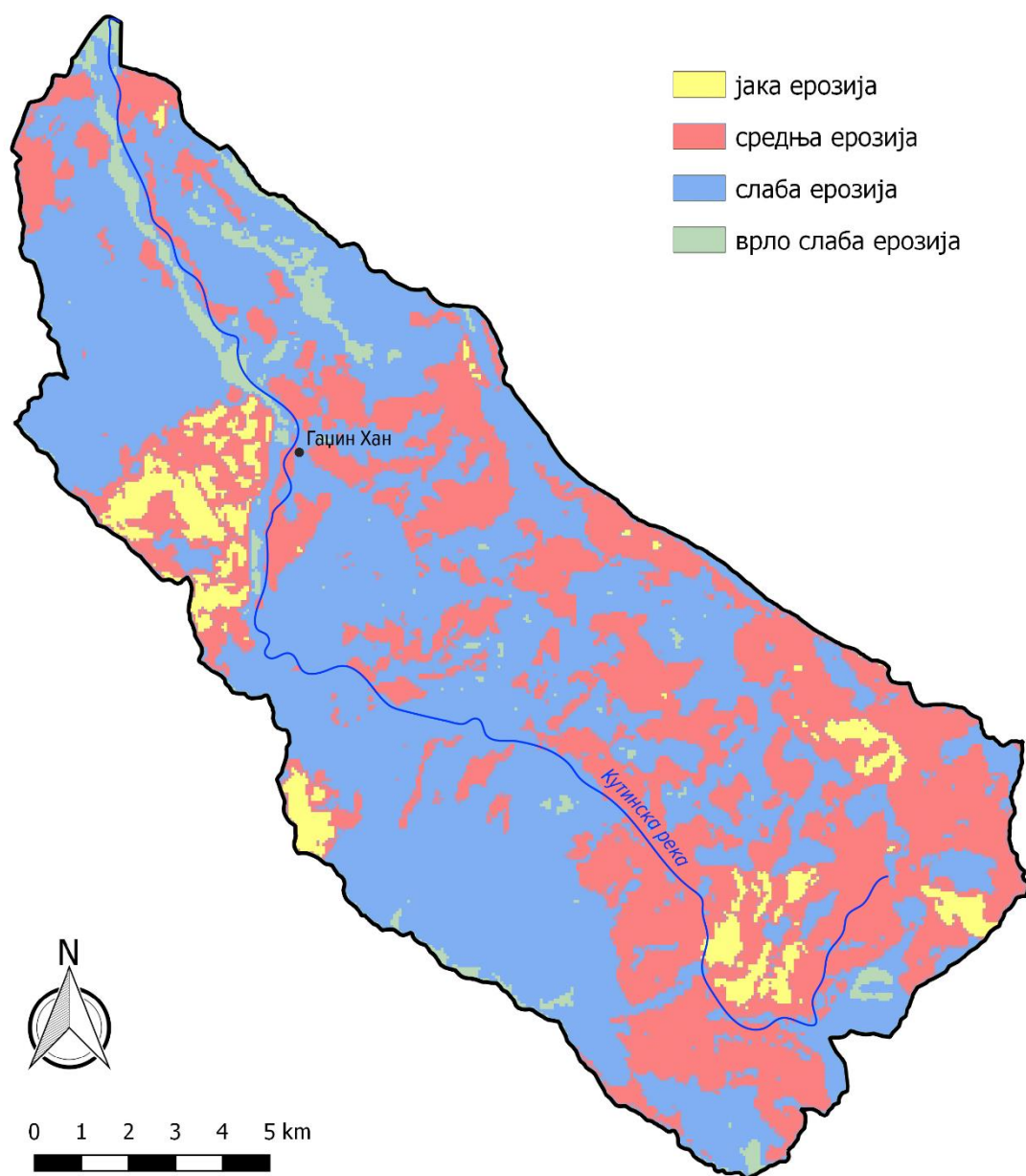
Количина наноса W (m ³ /km ² /god)	Продукција наноса W (m ³ /god.)	Удео у укупној продукцији (%)
1970.		
> 3000	3160,2	1,3
1200-3000	175446,5	74,9
800-1200	17333,1	7,4
400-800	23397,7	10,0
0-400	14883,0	6,4
<i>укупно</i>	<i>234220,5</i>	<i>100</i>
2016.		
> 3000	-	-
1200-3000	15605,01	13,25
800-1200	65371,69	55,46
400-800	36395,65	30,87
0-400	497,61	0,42
<i>укупно</i>	<i>117869,95</i>	<i>100</i>

Специфична продукција наноса у сливу 2016. године износи 510,25 m³/km²/god. Према подацима из предходних табела и истраживања Мустафић

(2013) може се закључити да је у сливу дошло до смањења продукције наноса. Значајно смањење је утврђено у категорији од 1200-3000 m³/km²/god (са 75% продукованог материјала смањено на 13,25% продукованог материјала). Процент смањења у класи 1200-3000 m³/km²/god., одразио се на повећање количине продукованог материјала у нижој категорији. Тако да сада класи од 800-1200 m³/km²/god припада 55,46% укупне продукције наноса, од свега 7,4% колико је припадало овој категорији 1970. година. Ерозивним процесима најугроженији су висински појасеви до 600 m, с тим што је дошло до смањења продукције наноса по јединици површини од некадашњих 1019-1493 m³/km²/god. на 801-1040 m³/km²/god. (Мустафић С., 2013). Исти аутор закључује да је и поред смањења интензитета ерозивног процеса 61% површине слива је под високом продукцијом наноса. Од укупне продукције наноса, 82,8% везано је за висинске зоне до 600 m надморске висине. 1970.год. продукција наноса износила је 1024 m³/km²/god., а 2010. године 681,7 m³/km²/god., што представља смањење од 33,5% (Мустафић С., 2013). На основу сопствених мерења и истраживања током 2016. године специфична продукција наноса износила је 510,25 m³/km²/god. што показује смањење продукције и специфичне продукције наноса од чак 50%.



Слика 92 Просторни распоред категорија ерозије у сливу Кутинске реке 1970. године (према Карти ерозије СР Србије)



Слика 93 Просторни распоред категорија ерозије у сливу Кутинске реке 2016. године

Јака и средња ерозија су заступљене на територијама које су под култивисаним парцелама, ораницама и баштама, као и на теренима који су под великим нагибом (испод одсека Суве планине ка облуку Црвене реке) и око насеља Гаре где је заступљена интензивна сеча шума за производњу ћумура. Површине под јаком ерозијом које су заступљене у деловима слива на Сувој

планини условљени су пре свега великим нагибима. Остале површине обојене у црвено (средња ерозија) заступљене су око већих насеља у сливу где је присутна интензивна пољопривредна производња.

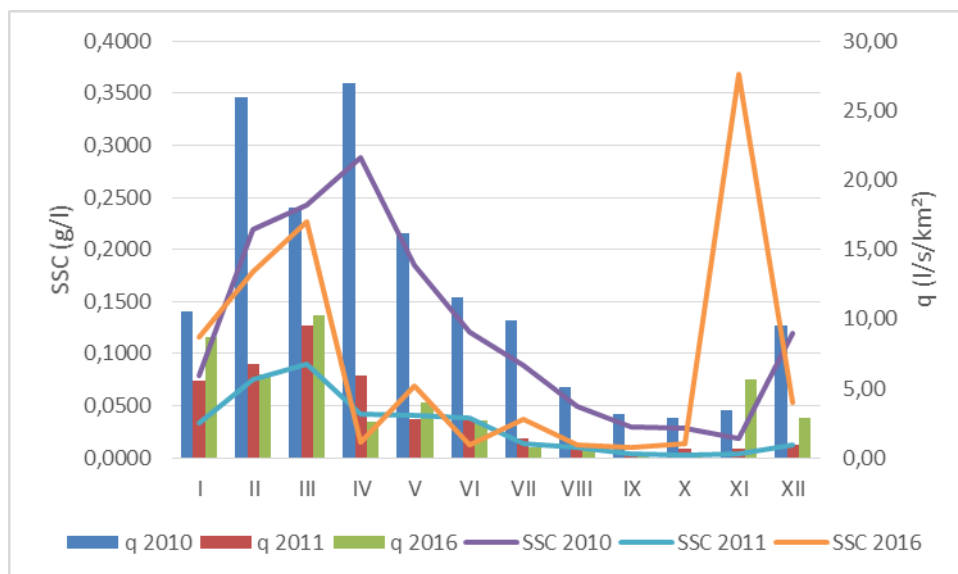
16.ДЕТЕРМИНАЦИЈА ПРИРОДНИХ И АНТРОПОГЕНИХ ФАКТОРА ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ

16.1.УТИЦАЈ ПРИРОДНИХ ФАКТОРА НА ИНТЕНЗИТЕТ ВОДНЕ ЕРОЗИЈЕ У СЛИВУ КУТИНСКЕ РЕКЕ

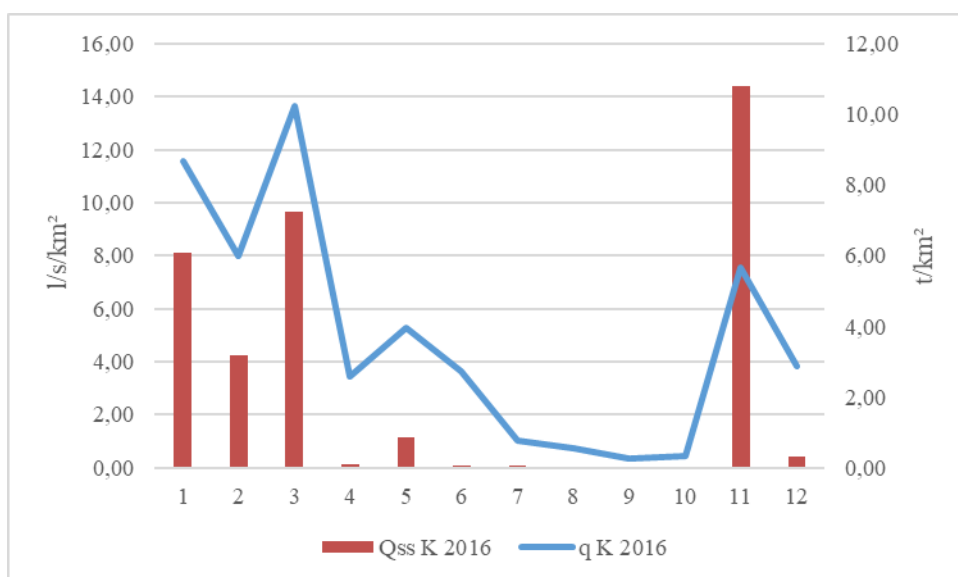
Основне карактеристике рељефа (надморска висина, решчлањеност, нагиб и експозиција) имају велики утицај на развој ерозионих процеса. Нагиб има директан утицај на процес ерозије, што значи да интензитет ерозије расте са повећањем нагиба терена. Међутим, и поред постојања великог нагиба може да се деси да нема интензивнијег износа ерозије, јер се као важни фактори издвајају тип и састав вегетације и тип геолошке подлоге. Геолошки састав терена је природни фактор који доводи до разлике у износима ерозије и продукције наноса у оквиру слива. Геолошка подлога погодује развоју ерозионих процеса. Кристаласти шкљаци представљају стене које су подложне ерозији због састава који чини да су непропусни за упијање атмосферског талога. Још ако се налазе на већим нагибима и надморским висинама, што је у сливу Кутинске реке случај, стварају се повољни услови за интензивирање ерозивних процеса. Кристаласти шкриљци су најзаступљенији на ободним деловима Селичевеце и Бабичке Горе око насеља Гркиња, Гаре, изнад села Марина Кутина и Краставче где се на карти ерозије издвајају територије са јачим интензитетима ерозије. Изнад насеља Велики Вртоп, Семче, Шебет се налази велики одсек Суве планине. Ту су нагиби велики, па је и очекивано да се на карти ерозије нађу површине под јаким потенцијалом ерозије. Ово показује да нагиб терена има велики утицај на интензитет и просторни распоред одређених категорије ерозије земљишта.

Површине под јаком или ексцесивном ерозијом се углавном налазе на већим нагибима и покривени су оскудном вегетацијом која није у стању да чува површински слој земљишта од испирања. Зато је природна вегетација важна у одржавању одређеног интензитета ерозије на некој територији (Ozsahin et al., 2018). На основу приказа основних карактеристика типова земљишта на површини слива, уочено је да земљишта показују различит степен осетљивости према ерозионим процесима. Ако се овај фактор посматра у комбинацији са топографским и геоморфолошким карактеристикама терена као чинилац ерозије

је релативно непроменљив. Међутим, територије које су захваћене одређеним интензитетом ерозијом су везане за пољопривреду, односно начин коришћења земљишта (Драгићевић, Степић, Карић, 2008). Ово све показује да не може једнострано да се посматра интензитет ерозивних процеса, већ да је неопходно шире сагледавање услова терена на којем се они јављају (Драгићевић, Филиповић, 2016).

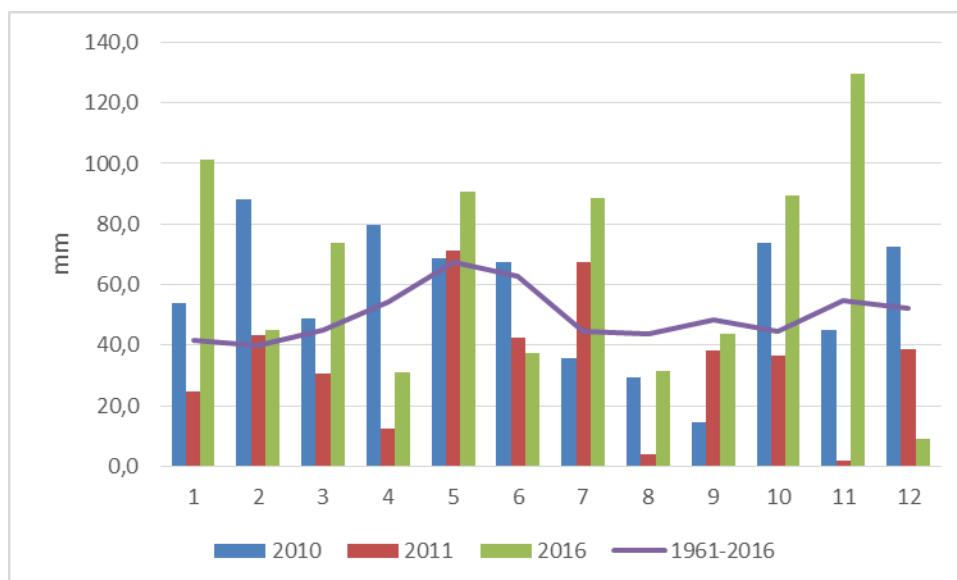


Слика 94 Однос специфичног отицаја q ($l/s/km^2$) и концентрација суспендованог наноса SSC (g/l) током 2010., 2011. и 2016. године



Слика 95 Однос специфичног проноса наноса Q_{ss} (t/km^2) и специфичног отицаја q ($l/s/km^2$) на Кутинској реци током 2016. године

Многи аутори (Ozsahin et al., 2018; O Neal et al., 2005; Perović et al., 2019) указују на значај климатских промена на интензитет ерозије пре свега преко прилагођавања вегетације на новонастале услове. За ово истраживање утврђивани су екстремни климатско-хидролошки услови у сливу и њихов утицај на пронос наноса и промену интензитета ерозије. Повећањем интензитета падавина појачава се интензитет механичке водне ерозије. Тако да је било неопходно да се утврде максималне дневне количине падавина. Одступање од средњих вредности (прагова) за одређени месец означава већу могућност за интензивирање екстремних услова. Досадашње анализе су показале да на већини станица може у току једног дана да падну количине падавина које су једнаке месечним сумама падавина. Тако је у новембру месецу 2016. године само током три дана (08.11., 09.11. и 13.11.2016. године) на станици Ниш пало 129 mm, што је 17% укупне годишње количине падавина. Дана 08.11. излучено је 48 mm, а дан касније 41 mm, што одговара просечним месечним вредностима за новембар на основу вишегодишњег просека. Тих дана су и проноси наноса били екстремни, па се бележе дневни проноси суспендованог наноса између 97 и 255 t, што одговара специфичном проносу наноса од 1 t/km² на дан или 14,4 t/km² током новембра 2016. године. И јануар 2016. године бележи велике количине падавина (101 mm), мада дневне вредности падавина не прелазе прагове ексцесивности (мање од 20 mm). Јануар је зимски месец па су падавине излучене у виду снега, тако да нису директно утицале на повећање протикаја и концентрације суспендованог наноса. На слици 96 приказане су месечне вредности падавина током 2016. године и њихово одступање од средњих вишегодишњих вредности.



Слика 96 Одступање количине падавина (mm) од просека (1961-2016) током 2010., 2011. и 2016. године, станица Ниш

За истраживање климатских појава у функцији ексцесивне ерозије значајне су и максималне и апсолутне дневне вредности температуре ваздуха. Ове вредности имају значај нарочито у хладнијем делу године, јер доводе до убрзаног отапања снежног покривача.

Веgetација, такође, има важну улогу на интензитет ерозивних процеса. Шуме утичу на смањење интензитета ерозије и имају више позитивних ефеката, спречавају нагло отицање воде са површине терена после интензивних падавина, тако да и јаке, пљусковите кише не утичу да дође до наглог повећања протицаја већ смањују врх поводња (Živković et al., 2015). Утицај шума на режим отицаја зависи од биљних врста, густине садње, старости и травног покривача. Шумски покривач смањује нагибе и повећава инфилтрацију воде и тиме смањује површинско отицање. Такође, он утиче и на квалитет земљишног покривача што повећава његову отпорност ка ерозији (Kostadinov S., 2010).

Упоређењем просторног распореда категорија ерозије утврђено је да је дошло до смањења коефицијента ерозије Z и продукције наноса W у периоду од израде карте ерозије 1970. године до 2016. године.. Анализа природних фактора је указала да постоји потенцијал за развој ерозивних процеса на територији слива. Велики нагиби терена на десној долињској страни (одсек Суве планине), као и око насеља Гарe и Гркиња на падинама Селичевице. Непараметарским тестовима је

утврђен статистички значајан тренд смањења протицаја на профилу Радикине Баре, али он није у функцији падавина, јер су тестови показали да није дошло до промена у количини падавина на станици Ниш. Ове анализе су показале да природни услови могу да буду значајни чиниоци код промена интензитета водне ерозије, али је тешко да се утврди њихова промена за кратак временски период, од свега 40 или 50 година.

Табела 79 Корелациони коефицијенти за функцију $W=f(h, T, H, Z, X, Y, \phi, I, F)$

параметри	h	I	T	H	Y	X	ϕ	Z	F	W
h	1									
I	0,31	1								
T	-0,98	-0,3	1							
H	0,97	0,3	-0,96	1						
Y	-0,13	-0,09	0,15	-0,1	1					
X	-0,34*	-0,2	0,35*	-0,35*	0,1	1				
ϕ	-0,39*	-0,15	0,4*	-0,4*	0,1	0,74**	1			
Z	-0,31*	0,1	0,3*	-0,33*	0,42*	0,82**	0,77**	1		
F	0,10	-0,01	-0,05	0,06	0,02	-0,03	-0,12	0,2	1	
W	-0,2	0,01	0,2	-0,21	0,25	0,45*	0,41*	0,55**	0,61**	1

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$. Коефицијент корелације близу 1 или -1 показују јаку позитивну или негативну корелацију између варијабли.

Утицај човека се у већој мери сматра главним чиниоцем који интензивира и изазива промену интензитета ерозивних процеса, што је и доказано довођењем свих фактора у везу преко корелационе матрице. Истраживајући везу између природних услова у сливу кроз корелациону матрицу (Табела 79) покушано је да се доведе у везу значај сваког од фактора на јачину ерозивног процеса (Z) и продукцију наноса (W). Од природних услова у разматрање су узети само надморска висина- h, средња годишња температура ваздуха- T и средња годишња количина падавина - H. Резултати корелационе анализе су показали да само надморска висина показује негативну корелацију са коефицијентима X, ϕ , Z (-0,34; -0,39; -0,31), односно да са повећањем надморске висине долази до смањења ових коефицијената. Остала разматрања резултата из Табеле 79 приказана су у оквиру утицаја антропогеног фактора на интензитет водне ерозије у сливу.

16.2. УТИЦАЈ АНТРОПОГЕНОГ ФАКТОРА НА ИНТЕНЗИТЕТ ВОДНЕ ЕРОЗИЈЕ У СЛИВУ КУТИНСКЕ РЕКЕ

Поред чињенице да су физичко-географски фактори важни као детерминанте ерозивних процеса, значајнији утицај имају демографски, социоекономски и еколошки чиниоци. Антиерозивни радови, демографске карактеристике (антропопресија) и намена коришћења земљишта представљају директне и индиректне антропогене утицаје на интензитет овог процеса. Услед дуготрајне појаве иселјавања из руралних подручја, и с тим у вези промене начина коришћења пољопривредног земљишта, настају и велике промене у интензитету ерозивних процеса. У предходним поглављима дат је приказ популационе динамике на територији слива и утврђено је да се број становника смањило за готово 50% у последњих 60 година. Ово је утврђено за средњи део слива, пре свега, насеља која се налазе на десној долинској страни, узводно од насеља Гацин Хан. Највеће смањење популације везано је за планинска насеља која су на већој удаљености од Гациног Хана (атари насеља Чагровац, Јагличје, Миљковац, Калетинац, Шебет, Сопотница, Овсињац) где су утврђена и највећа смањења коефицијента ерозије.

Ово је утицало да се смањи притисак становништва на земљиште па је дошло до тога да се раније пољопривредна земљишта претворе у стрњишта, шикару па чак и потпуно зарасту у шуму. На основу података из књига Пописа пољопривреде 1960. и 2012. године, утврђено је да су се површине под ораницама и баштама смањиле што је условило да дође до смањења интензитета ерозије земљишта и продукције материјала на тој територији. Међутим, поједини делови слива бележе повећање површина под пољопривредним културама. То су територије око популационо већих насеља (Гацин Хан, Доњи Душник, Гркиња), где је интензивирана пољопривредна производња, тако да се јављају површине са већим коефицијентом ерозије, или су се јаче категорије ерозивности задржале. Све ово условило је друштвено-географске и социоекономске промене (смањење природног прираштаја сеоског становништва, миграције село-град, депопулација и старење села, друштвено-економска маргинализација пољопривреде, промене у структури делатности, деаграризација...) које су довеле до промена у начину искоришћавања земљишта, тј. до напуштања пољопривредних површина (у првом

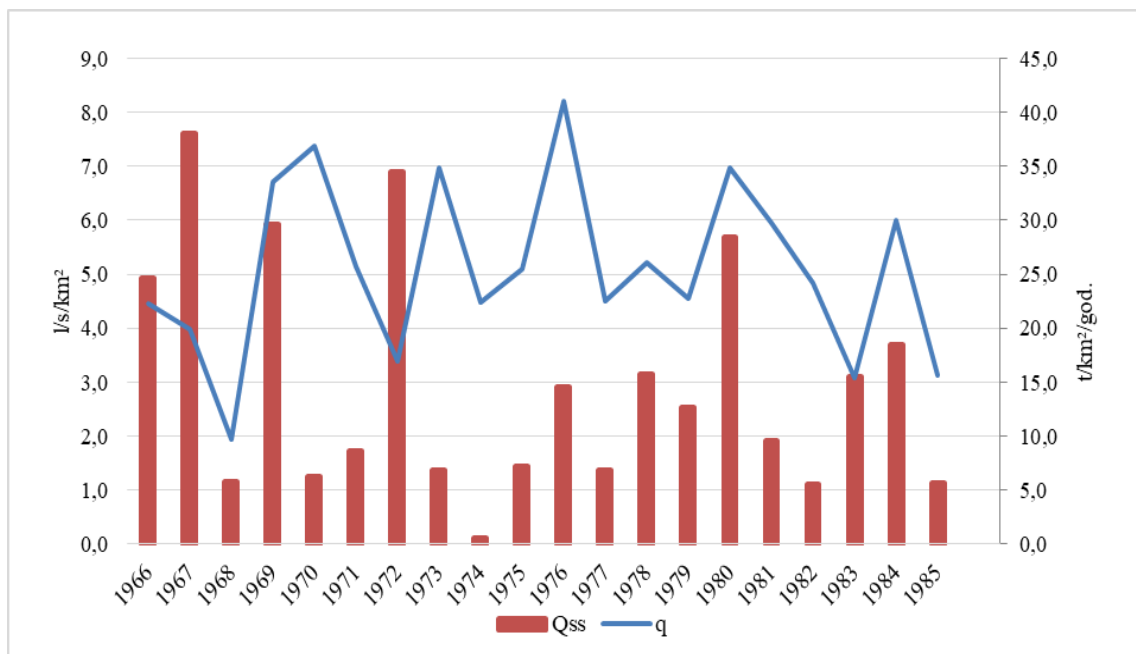
реду обрадивих) и њиховог зарастања у трајан травни покривач и шикару (Драгићевић, Степић, 2006). Уништавањем постојеће природне вегетације човек је изазвао велике промене и довео до деградације животне средине. Уништавајући шуме и претварајући те области у обрадиво земљиште довео је до тога да изазове убрзану и јаку ерозију. Шуме су се налазиле на већим надморским висинама и већим нагибима, тако да уништавајући шумски покривач човек је интензивирао површинско отицање и довео до повећања интензитета ерозије земљишта, чешћих поплава и појаве бујичних поплава на тим теренима. Пољопривредно земљиште је подложније ерозији пре свега због коришћења пољопривредне механизације (орање, тањирање) која нарушава структурне везе у тлу и кида корење биљака које очвршћавају тло, неправилно орање, изградња путева, одсуство противерозионе агротехнике и сл. Тако да мере заштите од ерозије је неопходно применити на адекватан начин и стручно како би се санирале њене последице.

Утицај пољопривреде на ерозију земљишта и продукцију материјала је велики и присутан је у готово свим областима водених ресурса. Истраживачи на регионалном (Zlatic, Vukelić, 2002; Тошић et al. 2012b; Kostadinov et al. 2017, 2014; Драгићевић, Степић, 2006; Мустафић С., 2007; Dragičević, Milevski, 2009) и светском нивоу (Ananda, Herath, 2003; Bakker et al., 2005; Sharma et al. 2011; López-Vicente et al. 2013; Ahmad et al. 2015; Khaledian et al. 2017) су указали да је ерозија земљишта повезана са променом у намени коришћења земљишта и зависи од извршених противерозионих радова у сливу, тако да је човек својим неадекватним управљањем земљиштем изазивао интензивне процесе ерозије (Kostadinov et al. 2018). Ово је и утврђено корелационом матрицом параметара који имају утицај на (и улазе у једначину за израчунавање) коефицијент ерозије Z , чиме је утврђено да највећу значајност имају коефицијенти X и ϕ , који се дефинишу у оквиру утицаја антропогеног фактора (Табела 79). Коефицијент X представља различите начине коришћења земљишта, а коефицијент ϕ комбинацију начина употребе земљишта и геоморфолошких карактеристика терена (Manojlović et al. 2017). Значајност ових коефицијената указује на високу позитивну корелацију од 0,82 односно 0,77 на коефицијент ерозије Z и 0,45 и 0,41 на продукцију наноса W . Површина слива F показује високу позитивну корелацију ($r=0,61$) са продукцијом наноса W , што указује да се са површином

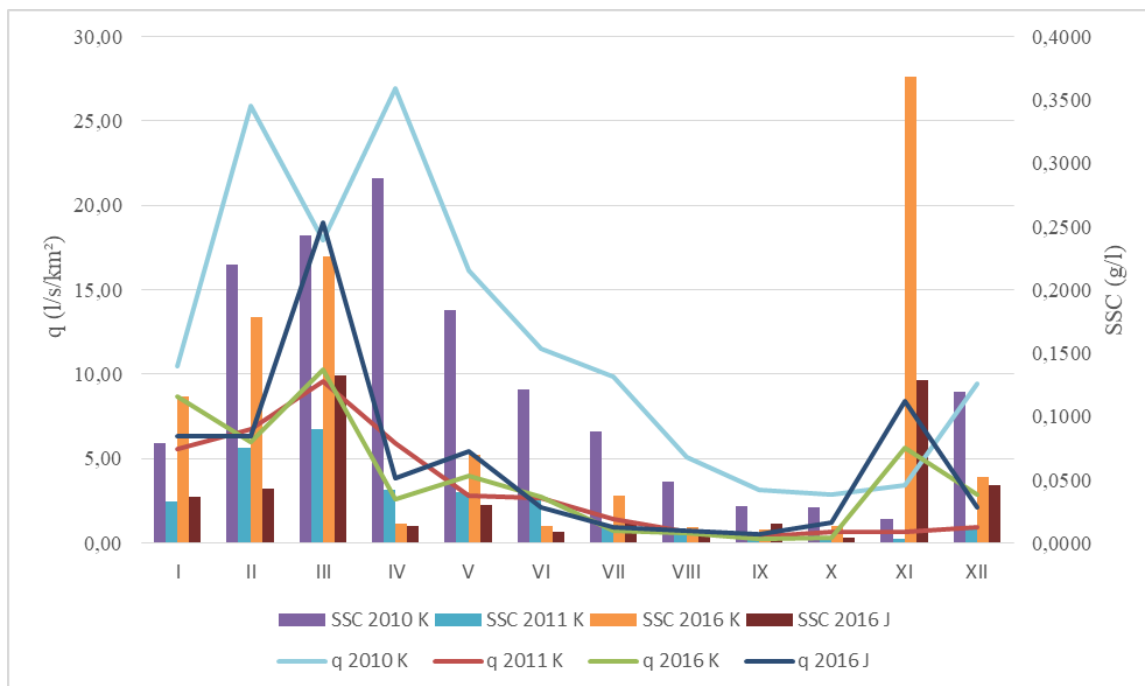
слива повећава и количина материјала. Значајна негативна корелација је утврђена између надморске висине и коефицијената X , φ и Z (-0,34; -0,39; -0,31), односно са повећањем надморске висине долази до смањења ових коефицијената.

17. УПОРЕДНА АНАЛИЗА КОНЦЕНТРАЦИЈА, ПРОНОСА СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА И ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ У ИСТРАЖИВАНИМ СЛИВОВИМА

Однос између вредности специфичних отицаја и проноса суспендованог наноса не показују неку значајну везу за период 1966-1985. на профилу Лебане (Слика 97). Наиме, постоје године када су вредности специфичног отицаја високе, а вредности проноса наноса ниске. Посебно се се издваја 1976. година када је забележена највећа вредност специфичног отицаја у читавом двадесетогодишњем периоду, док је пронос наноса доста низак. Ови подаци указују да водност слива није најважнији фактор који утиче на концентрацију силта и пронос наноса, већ постоје и други утицаји који доводе до појављивања екстремних проноса, а то су пре свега утицај климе преко екстремних падавина (изнад утврђених прагова), апсолутно максималних температура ваздуха (велики утицај у зимском делу године), стање вегетације у одређеном периоду и сл.



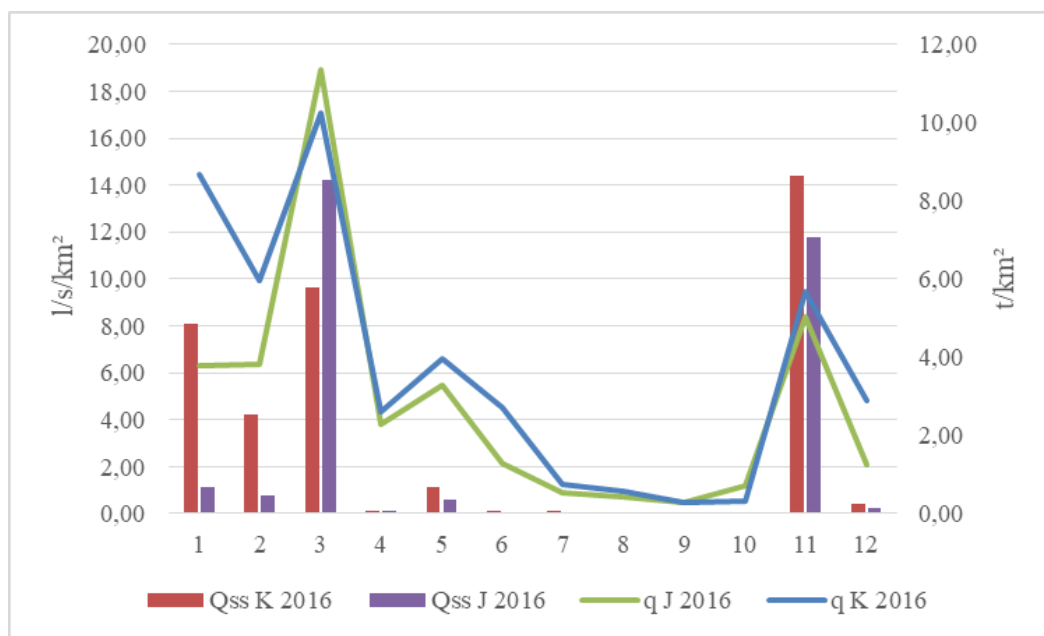
Слика 97 Однос средње годишњег специфичног отицаја q ($l/s/km^2$) и годишњег специфичног проноса наноса Q_{ss} ($t/km^2/god.$) за период 1966-1985., профил Лебане



Слика 98 Однос између специфичног отицаја q ($l/s/km^2$) и концентрације суспендованог наноса SSC (g/l) на Кутинској реци и Јабланици (Печењевце) током периода истраживања

Посматрајући слику 98 можемо да приметимо да су највише вредности специфичних отицаја забележене током 2010. године на Кутинској реци. Скоро током свих месеци су забележене највише вредности у поређењу са осталим годинама. Издвајају се само март и новембар 2016. године на Јабланици када су забележене веће месечне вредности. Посматрајући концентрације наноса истиче се 2016. године на Кутинској реци, и новембар месец са изузетно високим концентрацијама суспендованог наноса. Иако током те године вредности специфичних отицаја не показују екстремну вредност, вредности су изнад просека за новембар. Овај месец се истиче и на профилу Печењевце као изнад просечан. Наиме, март и новембар 2016. године на профилу Печењевце се издвајају са максималним вредностима специфичних отицаја (у односу на период 1961-2016) (већим и у односу на екстремну 2010. годину на Кутинској реци), док су остали месеци углавном испод просека. Што се тиче концентрација суспендованог наноса на Јабланици 2016. године оне су доста ниже у односу на 2010. годину на Кутинској реци, осим у новембру када је вредност опет значајно изнад просека. Генерално, 2016. година се издваја као екстремна, током марта и новембра, док су

остали месеци у просеку или чак испод просека. Ови екстремни опет могу да се објасне анализом количине и распореда падавина. Повећањем интензитета падавина појачава се интензитет механичке водне ерозије. Падавине, односно њихов распоред током године могу да објасне ово неподударање. Максималне дневне падавине представљају кључни фактор ексцесивности ерозије (Анђелковић Г., 2009). Анализа максималних дневних вредности падавина (види Климатске карактеристике) показују да су вредности за 2016. година доста испод просека (1961-2016) осим новембра месеца, који се издваја као месец са највишом икад забележеном дневном количином падавина. Прагови за интензивне падавине у 2016. година су изнад вишегодишњег просека током јануара, марта, јула, септембра и новембра на станици Лесковац, односно јануар, фебруар, март, мај, јул, октобар и новембар на станици Ниш. Највећа одступања су забележена током јула и новембра на станици Лесковац, односно јануара, јула, октобра и новембра на станици Ниш. Током ових месеци забележено је и највише дана са високим протицајима, односно највише концентрације суспендованог наноса, а с тим повезано и највиши проноси наноса.



Слика 99 Однос између специфичних отицаја q ($l/s/km^2$) и специфичног проноса наноса Q_{ss} (t/km^2) на Кутинској реци и Јабланици током 2016. године

У докторској дисертацији 2016. година је коришћена за упоређење сливова, јер је током ове године вршено осматрање на оба слива.

На слици 99 може да се види да су највише вредности специфичних отицаја забележене током марта и на Кутинској реци и на Јабланици, затим новембра месеца. Али током тих месеци нису измерене највише вредности специфичног проноса наноса на оба профила. У марту је измерена највећа вредност специфичног проноса наноса на Јабланици, док је у новембру на Кутинској реци. Високе вредности специфичних отицаја прате високи специфични проноси наноса, али не у линеарном односу. Током марта, јануара, фебруара на Кутинској реци су вредности специфичних отицаја су више него новембра када је забележен највећи пронос наноса. Марта месеца је забележена највиша вредност специфичног отицаја на Јабланици као и највиши пронос наноса.

На Кутинској реци чак петину времена јављају протицаји мањи од средње мале воде, река Јабланица је карактеристична по томе да током летњих и јесењих месеци пресуши. Иако је по површини слива четири пута већи слив од Кутинске реке, Јабланица је типична сушица. Чак 16 година од 56 година је пресушивала.

Међутим због облика слива, геолошких карактеристика, нагиба терена, Јабланица је и типична бујица без обзира на величину слива. На Јабланици у односу на Кутинску реку се чешће јављају велике воде.

Новембар месец 2016. године на (профилу Радикина Бара) Кутинској реци се издваја са изузетно високим концентрацијама силта у односу на просек, док су протицаји (специфични отицаји) мало изнад просечних вредности. Међутим, изузетно велике количине падавина током 3 дана условиле су високе протицаје тих неколико дана, а да месечна вредност протицаја није значајно увећана. Посматрајући на дневном нивоу количина падавина током 08. и 09.11.2016. године на станици Ниш је изнад прага ексецивности (преко 40 mm/дан) 47,9 mm и 40,1 mm што је условило високе протицаје и концентарције преко 1 g/l. Само за та два дана на профилу Радикина Бара пронето је 2318 t суспендованог наноса, што чини 25% укупног годишњег проноса наноса. Слична ситуација је и на Јабланици. У новембру и на станици Лесковац забележене су највише икад измерене дневне количине падавине у односу на период 1961-2016.

Овако високе падавине условиле су интензивно отицање па су и протицаји током новембра били чак три пута већи од просечних месечних вредности. Посматрајући на дневном нивоу количина падавина је била знатно изнад прага експесивности (10.11.2016. године 67,6 mm) што је условило протицај од чак 61 m³/s (и наравно концентрације од скоро 1 g/l). Само током три дана новембра месеца изнето је скоро трећина укупне суме проноса суспендованог наноса на профили Печењевце. Ово говори о експесивности механичке водне ерозије у сливовима Јабланице и Кутинске реке.

Компаративном квантитативном анализом је утврђено да се интензитет механичке ерозије у сливовима Кутинске реке и Јабланице смањено од 1970-их година до данас (Манојловић et al., 2017; Мустафић С., 2013) што је утврђено и за друге сливове на територији Републике Србије и Републике Српске (Драгићевић, Степић, 2006; Драгићевић, Новковић, Милутиновић, 2009; Тошић Р., 2006, 2007, 2008). У сливу Јабланице коефицијент ерозије је смањен са 0,423 на 0,36 у последњих 55 година а самим тим смањена је и продукција наноса са 547584,11 m³ на 429079,53 m³, односно специфична продукција наноса 654,41 m³/km²/god. на 472,03 m³/km²/god. И у сливу Кутинске реке дошло је до смањења коефицијента ерозије са 0,556 (1970. године) на 0,404 (2010. године) (Мустафић С., 2013) и на 0,39 (2016. године). Продукција и специфична продукција наноса је такође смањења са 232306,42 m³ или 1050,02 m³/km²/god. на 155864 m³ односно 681,7 m³/km²/god. (2010. године) (Мустафић С., 2013) и на 117869,95 m³, односно 510,25 m³/km²/god. (2016. године). Ови подаци указују да без обзира на факторе који су утицали, дошло је до смањења интензитета и јачине ерозивног процеса у истраживаним сливовима што је условило и смањење продукције наноса.

18. ДЕФИНИСАЊЕ СТРАТЕГИЈЕ ЗА КОНТРОЛУ ПОВРШИНА УГРОЖЕНИХ ЕРОЗИЈОМ У НАВЕДЕНИМ СЛИВОВИМА

Како на промену начина коришћења земљишта утичу многи фактори као што су повећање популације, урбанизација, пољопривредна продукција, индустријализација, неопходне су мере и регулативе о променама у намени коришћења земљишта, пре свега пољопривредног. Промена начина култивације заједно са одговарајућом политиком управљања земљиштем је процес који се може постићи само новим приступима и учешћем јавности ради бољег очувања ресурса.

Различите категорије ерозије земљишта присутне су на око 86,4% територије Србије, а 70,61% на површинама са нагибом већим од 5%. Губитак земљишта, поремећај режима отицања, бујичне поплаве, засипање акумулација наносом су последице процеса ерозије земљишта које проузрокује штетне еколошке ефекте. Све предходно наведене указује на потребу за дефинисање стратегије за контролу површина угрожених ерозијом и у истраживаним сливовима.

На основу карата просторног распореда одређених категорија ерозије, територије са вишим категоријама (јака, средња) треба издвојити и покушати неким правним мерама и политиком у оквиру стратегија развоја тих постора утицати на смањење негативних утицаја ерозије. Утврђивање угрожености ерозијом у оквиру истраживаних сливова и издвајање површина различитог степена угрожености ерозијом врши се у циљу смањења ризика, спречавања и ублажавања штетних последица. Просторним плановима зонирају се подручја према степену угрожености, дефинише режим коришћења, заштита и уређење ових зона. Овакве стратегије су интегрални део Студија угрожености путне инфраструктуре, привредних објеката, насеља, пољопривредног и шумског земљишта. Карте одређених категорија ерозије земљишта са издвојеним ерозионим подручјима су интегрални део већине просторних планова градова и општина на територији Републике Србије.

Бујични токови и бујичне поплаве се јављају као последица ерозије земљишта у сливовима. Једини начин одбране од бујичних поплава и ерозије је превенција која се састоји у контроли ерозионих и бујичних процеса што се постиже сталним извођењем противерозионих радова у сливу и хидрографској мрежи, односно интегралним уређењем слива. Ово подразумева да се изврше противерозиони радови који би смањили штете од ерозије, променили хидролошке услови у сливу и довеле до знатног смањења шпицева поплавних таласа чиме би се спречиле бујичне поплаве (Ристић и др., 2018).

Учено смањивање интензитета ерозије на територији сливова Јабланице и Кутинске реке резултат је, не само извршених антиерозионих радова, већ и социоекономских и демографских промена који су на посредан и непосредан начин условиле то смањење.

На територији истраживаних сливова од 1960. до 2012. године смањен је удео површина под шумама и ораницама. Констатоване промене у начину коришћења земљишта у анализираном периоду су, уз остале факторе, условиле смањење интензитета ерозионих процеса, продукције наноса и просторног распореда коефицијента ерозије на територији истраживаних сливова.

Карта ерозије је важан документ, јер „јасно идентификује површине које, са аспекта угрожености од ерозије представљају ерозиона и потенцијално ерозиона подручја за која се дефинишу ограничења и услови коришћења, прописују превентивне мере и приоритетно изводе потребни противерозиони радови, због чега је велики значај израда нових, актуелних карата ерозије за свако подручје или слив посебно“ (Стратегија управљања водама на територији Републике Србије, 2015).

Општине Лесковац, Медвеђа, Лебане, Гацин Хан требало би да израде План издвајања ерозионих подручја и да земљишним ресурсима на територији на којој имају надлежност управљају у складу са донетим Планом (*Методологија за израду планова за проглашење ерозионих подручја*, 1998; Гавриловић и др., 2003).

Радови и мере заштите од ерозије и бујица обухватиле би:

- Израду Плана одбране од бујичних поплава и ерозије нарочито за сливове који су већ издвојени као такви (што представља законску обавезу

општина на чијим територијама се налазе бујични токови). У оквиру истраживаних сливова то би било на следећим локација и субсливовима:

Слив Кутинске реке плавна подручја: код насеља Тасковићи, између насеља Марина Кутина и Гадиног Хана, узводно од Марине Кутине, низводно од насеља Краставче, низводно од насеља Доњи Душник.

Слив Јабланице плавна подручја код насеља Тогочевце, Шилово, Лебане, Медвеђа, Мало Војловце, Ћеновац и др.

- Промену у начину коришћења земљишта на површинама које су издвојене као подложне за настанак бујичних поплава или које су/или ће да се издвоје као ерозиона подручја како бу се спровеле одређене антиерозивне мере. Како наводи Брауновић С. (2013) потребно је да се примењује „динамички концепт одрживе пољопривреде који тежи интензивирању производње на примарно пољопривредним земљиштима, успостављању продуктивности деградираних екосистема и искључивању непогодних (маргиналних) земљишта из производње, као и одржавању равнотеже између природних и агроекосистема“. У оквиру истраживаних сливова:

У сливу Кутинске реке (општина Гацин Хан) предвиђено је смањење површина под пољопривредним земљиштем за 13,8% (проширивање грађевинског подручја, изградња саобраћајне и комуналне инфраструктуре). Повећање површина под шумским земљиштем за 9,3% и спровођење мелиорационих радова на нагибима већим од 40% на долинским странама бујичних токова (токови Зли дол, Река, Копривничка река, Венежица и др.), пошумљавање ерозионих предела (Чагровачки поток, Венежица, Гркињска река и др.), рекултивација и пошумљавање деградираниог земљишта (Просторни план општине гацин Хан).

Слив Јабланице. Претварање нископродуктивних и деградираних пољопривредних површина у шумске комплексе и заштита водопривредних објеката од наноса. Ово је везано за водотокове у близини насеља у горњем и средњем делу слива која припадају општини Медвеђа и Лебане (мањим делом).

- Извођење радова на уређењу бујичних токова у Србији постоји дуго и до сада је остварило значајне резултате (Брауновић С., 2013). С дуге стране,

постојећи ниво инвестиција за потребе контроле механичке водне ерозије и уређење бујичних токова није на задовољавајућем нивоу.

На територији сливова, осим градње попречних објеката у кориту, требало би и падине угрожене јаружастом ерозијом третирати биотехничким и биолошким радовима, односно применом градона на јако деградираним деловима падина и/или пошумљавањем. Неки од противерозионих радова су изведени, али је неопходно да се још уради у циљу смањења негативних ефеката бујичних токова и наноса материјала на путну инфраструктуру и насеља.

Слив Јабланице. Током пројектовања објеката и радова за контролу процеса ерозије и уређење бујичних токова потребно је примењивати материјале који су у функцији заштите животне средине. Радови треба да се изведу у деловима слива који пресецају саобраћајне коридоре а на којима су заступљене јаче категорије ерозије као што су: доњи ток Јабланице низводно од Лебана, ток Шуманске реке (узводно од Лебана), Газарске и Бањске реке.

Слив Кутинске реке. Треба изградити бујичне преграде за заустављање наноса и линијских објеката за одбрану од поплава од педесетогодишњих великих вода, на локацијама: низводно од насеља Тасковићи, око насеља Гацин Хан, Марина Кутина, Краставче и Доњи Душник у долини Кутинске реке и њених бујичних протока како се не би угрозило становништво, пољопривредно земљиште и путна инфраструктура.

- Треба да се утиче на смањење ерозије пољопривредног земљишта. „С обзиром да ерозија земљишта може и у нашим условима да доведе до трајног губитка земљишта, потребно је сваке године предузимати противерозионе биолошке мере на најмање 4% нових површина од укупно нападнутих површина, подложних или угрожених ерозијом према Закону о пољопривредном земљишту“ (Национална стратегија коришћења природних ресурса и добара, 2012).

19.3 АКЉУЧАК

Ерозија земљишта представља најраспрострањенији облик деградације земљишта што може да буде ограничавајући фактор за развој привреде и друштва. Током времена су настајали различити ерозиони модели у циљу лакше квантификације интензитета ерозионих процеса. Побољшање модела и рачунарских капацитета довело је до повећања истраживања у оквиру ерозије земљишта и његовог утицаја на планирање и коришћење простора чији је циљ одрживо коришћење природних ресурса. Рељеф, клима, вегетација, популационо-насеобинске и промене начина коришћења земљишта представљају важне факторе који детерминишу развој ерозионих процеса. Велики нагиби рељефа, интензивне падавине, неправилно коришћење земљишта условили су интензивније ерозивне процеса и јаче категорије ерозије које су заступљене на одређеним деловима у оквиру истраживаних сливова.

Да би могла да се изврши правилна квантификација интензитета механичке водне ерозије у изабраним сливовима, било је потребно да се приступи комплексној анализи природних и антропогених фактора као детерминантама просторне и временске променљивости интензитета овог геоморфолошког процеса. На бази сазнања и истраживања извршена је процена угрожености земљишта у циљу очувања земљишних ресурса, али и дефинисање стратегије за контролу површина угрожених различитим категоријама водне ерозије. Акцент је стављен на доминантне факторе који су детерминисали постојеће стање ерозивног процеса и проноса суспендованог наноса на истраживаном простору. Истраживањем ових фактора на територији истраживаних сливова дошло се до следећих закључака:

- Анализа физичко-географских карактеристика указала је да су територије сливова Јабланице и Кутинске реке предиспониране за појаву интензивне ерозије: већи нагиби терена, распрострањење стена подложних ерозивним процесима, потенцијална плувиометријска агресивност, густина речне мреже. Тренд анализа дневних количина падавина указала је на повећање екстрема нарочито у пролећним месецима, али и током јесени. Истраживањем је утврђено да је последњих двадесетак година приметан

тренд повећања броја дана са падавинама са интензитетом који може узроковати ерозију.

- Анализа максималних и минималних протицаја указује да се на Кутинској реци чешће јављају мале воде у односу на велике, међутим, максимални протицаји се чешће јављају током пролећних месеци тако да је овај период најкритичнији што се тиче могућих поплава и екстремних проноса наноса. На реци Јабланици учесталост појављивања великих вода је највећа крајем зиме и у пролеће и њихово јављање је чешће него на Кутинској реци.
- Утврђено је да је појава максималних концентрација суспендованог наноса на Јабланици у летњем периоду године, што се објашњава као последица специфичних климатских догађаја. На Кутинској реци максималне концентрације најчешће се јављају у пролеће као последица топљења снега у вишим деловима слива и пролећних киша.
- Резултати анализе везе између падавина, отицаја (протицаја) и концентрације суспендованог наноса указују на сложену динамику транспорта наноса. Унутаргодишња расподела ових варијабли показала је постојање дугорочног хистерзис ефекта, који је просторно одређен и објашњем појавом три различите врсте петљи, што се објашњава тиме да у сливу не постоји јединствен образац преко кога је могуће упоредити њихово међусобно дејство.
- Увид у односе између релевантних фактора који се налазе у емпиријској формули Гавриловића (МПЕ), користећи корелациону матрицу, утврђивани су фактори који показују највећу значајност са коефицијентом ерозије Z и продукцијом наноса W . По степену значајности истичу се коефицијент X , дефинисан као начин коришћења земљишта ($Z=f(X)$, $0,82^{**}$) и коефицијент ϕ , представља вид ерозије, односно комбинацију начина коришћења земљишта и геоморфолошких карактеристика терена ($Z=f(\phi)$, $0,77^{**}$). На основу вредности коефицијената из корелационе матрице може се закључити да се начин коришћења земљишта издваја као фактор који показује највећи степен значајности на интензитет ерозивног процеса и продукцију наноса.

- На основу добијених карата просторног распореда категорија ерозије, сливове Јабланице и Кутинске реке сврставамо у категорију слабе ерозије, са средњим коефицијентом од $Z=0,36$ за слив Јабланице, односно, $Z=0,39$ за слив Кутинске реке. Годишња продукција наноса (2016. године) у сливу Јабланице износила је $429079,53 \text{ m}^3/\text{god.}$, у сливу Кутинске реке $117869,95 \text{ m}^3/\text{god.}$
- Резултати указују да подручја под пољопривредним површинама имају највеће интензитета ерозије и везана су за просторе које су на основу CORINE издвојене као пољопривредне површине и деградиране шуме на већим нагибима. Ти простори на територији слива Кутинске реке су утврђени за територије популационо већих насеља уз ток Кутинске реке (мања надморска висина) где је заступљена пољопривредна производња, као и за простор које је издвојен као шумски а налази се на падинама Суве планине и Селичевике. На територији слива Јабланице јаче категорије ерозије просторно се јављају у доњем делу слива уз сам ток Јабланице или ближем простору, и узводно уз веће притоке, Шуманска, Бањска река, Пороштица. Ови простори су карактеристични као значајна пољопривредна подручја где је и највећи притисак становништва у сливу тако да се интензивнији ерозивни процеси објашњавају променама у намени коришћења земљишта.

Ограничења у постојећој мрежи мониторинга суспендованог наноса и протицаја, онемогућавају адекватно сагледавање обима утицаја свих издвојених фактора на процес и интензитет ерозије земљишта. С тим у вези неопходно је адекватно разумевање геоморфолошких, хидролошких, климатских, вегетационих и насеобинских особености простора што би резултирало савременим трендовима и повезивање овог процеса са еколошком компонентом.

Неопходно је интегрално уређење целог слива Јабланице и Кутинске реке уз избор одговарајућих мера заштите од ерозије као и одговарајућу намену земљишта у сливовима. Интегрално уређење сливова захтева дугорочно планирање и позитивне резултате који се могу очекивати тек након неколико година, јер је потребно време да промењени начини коришћења земљишта почну да делују на промену хидролошких услова у сливу.

На основу постојећих Карата ерозије за сливове Јабланице и Кутинске реке отвара се могућност упоређења садашњег стања ерозије на терену са картираним вредностима из периода њене израде, али и извођење закључака о факторима насталих промена.

Допринос и значај овог истраживања огледа се у анализи веза и односа између различитих елемената географске средине, који делују један на други, у циљу утврђивања и формулисања законитости настанка и промена интензитета самог процеса. У методолошком погледу, допринос рада огледа се у интеграцији и комбиновању већег броја научних метода на чијој бази је формирана сопствена методологија истраживања, као и сагледавања генезе и последица овог процеса са различитих аспеката. Верификација и оцена резултата добијених симулацијама са подацима прикупљеним теренским истраживањем имају кључну улогу у формирању различитих модела који укључују просторно-временски приказ и визуелизацију резултата истраживања.

Међутим, сходно чињеници да је ерозија земљишта сложен процес условљен деловањем бројних природних и антропогених фактора који детерминишу интензитет овог процеса, остало је много неразјашњених веза између њих. Оне ће бити предмет будућих истраживања и студија....

20. ЛИТЕРАТУРА

- Alexsandrov Y., Laronne J.B., Reid I., 2007. Intra event and inter seasonal behaviour of suspended sediment in flash floods of the semi-arid northern Negev, Israel. *Geomorphology* 85, 85-97
- Aich V., Zimmermann A., Elsenbeer H., 2014. Quantification and interpretation of suspended-sediment discharge hysteresis patterns: How much data do we need?, *Catena* 122, 120-129
- Amore E., Modica C., Nearing MA., Santoro V.C., 2004. Scale effect in USLE and WEPP application for soil erosion computation from three Sicilian basins. *J Hydrol* 293, 100- 114
- Ahmad Z., Ashraf A., Zaheer M., Bashir H., 2015. Hydrological response to environment change in Himalayan watersheds: assessment from integrated modeling approach. *Journal of Mountain Science* 12(4): 972-982.
- Анђелковић Г., 2009. Екстремне климатске појаве у Србији. Докторска дисертација. Универзитет у Београду- Географски факултет
- Анђелковић Г., 2010. Климатски екстреми у Србији, дефиниције, врсте и класификација. *Гласник СГД-а*, 90, бр.4.
- Антић, М., 2016. *Антропогеографска проучавања насеља Запања*. Београд: Универзитет у Београду Географски факултет
- Ananda J., Herath G., 2003. Soil erosion in developing countries a socio-economic appraisal. *Journal of Environmental Manage* 68(4), 343-353
- Антоновић Г., Мрвић В., 2008. *Земљишта слива Нишаве*. Београд: Институт за земљиште
- Bakker M., Govers G., Kosmas C., Vanacker V., Van Oost K., Rounsevell M., 2005. A soil erosion as a driver of land use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105, 467-481
- Bahadur C., 2009. Mapping soil erosion susceptibility using remote sensing and GIS: a case of the Upper Nam Wa Watershed, Nan Province, Thailand. *Environ Geol* 57, 695- 705

- Брауновић, С. 2013. Ефекти противерозионих радова на стање ерозије у Грделичкој клисури и Брањској котлини. Докторска дисертација, Шумарски факултет Универзитета у Београду
- Buishand, T. A., 1982. Some Methods for Testing the Homogeneity of Rainfall Data. *Journal of Hydrology* 5 (1-2), 11-27
- Васовић М., Кабиљо Ј., Станковић С., 1994. Могућности за развој туризма на планини Радан. *Гласник Српског географског друштва*, св.74 (2)
- Васовић М., 1998. *Горња Јабланица - географска својства*. Београд: Народно дело.
- Вујевић П., 1953. Поднебље ФНР Југославије. *Архив за пољопривредне науке*, св.12, Пољопривредни факултет Земун
- Вукмировић В., 1990. *Анализа вероватноће појаве хидролошких величина*. Београд: Научна књига
- Гавриловић З., Стефановић М., Брајковић М., Исаковић Д., 2003. Идентификација ерозивних подручја. Институт „Јарослав Черни“, Београд.
- Гавриловић Љ., 1988. Хидрологија у просторном планирању. Одсек за географију и просторно планирање ПМФ, Београд
- Гавриловић Љ., Дукић Д., 2012. *Реке Србије*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства
- Гавриловић, С., 1962. Прорачун средње годишње количине наноса према потенцијалу ерозије. *Гласник шумарског факултета*, 26.
- Гавриловић С., 1972. *Инжињеринг о бујичним токовима и ерозији*. Београд: Изградња
- Gocić M., Martić Bursać N., Radivojević A., 2016. Statistical analysis of annual water discharge of Jablanica and Toplica rivers. *Serbian Journal of Geosciences*. 2, University of Nis Faculty of Mathematics and Science, Nis
- Gocić M., Trajković S., 2014. Spatio-temporal patterns of precipitation in Serbia. *Theoretical and Applied Climatology*, 117 (3-4), 419-431
- Genfall S.E., Ellery W.N., 2009. Hydrology, sediment transport dynamics and geomorphology of a variable flow river: the Mfolozi River, South Africa. *Water SA* 35, vol.3, 271-282.

- Dabral P., Baithuri N., Pandey A., 2008. Soil Erosion Assessment in a Hilly Catchment of North Eastern India Using USLE, GIS and Remote Sensing. *Water Resour Manage* 22, 1783-1798
- De Jong S.M. et al., 1999. Regional assessment of soil erosion using the distributed model SEMMED and remotely sensed data. *Catena*, 37, 291–308
- De Vente, J., Poasen, J., Bazzofi, P., Van Rompaey, A. and Verstraeten, G., 2006. Predicting catchment sediment yield in Mediterranean environments: the importance of sediment sources and connectivity in Italian drainage basins. *Earth Surface Processes and Landforms* 31: 1017-1034. Proceedings Seminar Erosion, Torrents, and sediments: p. 85-100.
- De Vente, J., Poesen, J., 2005. Predicting soil erosion and sediment yield at the basin scale: scale issues and semi-quantitative models. *Earth-Science Reviews*, 71 (1-2), 95-125.
- Димитријевић М., Драгић Д., Карамата С, Петровић Б., Сикошек Б., Веселиновић Д., 1982. Тумач за Основну геолошку карту, лист Подујево К34-43. Београд: Савезни геолошки завод, Привредни преглед
- Димитријевић М., Драгић Д., Карамата С, Сикошек Б., Петровић Б., Веселиновић Д., 1980. Тумач за Основну геолошку карту, лист Бела Паланка К34-33. Београд: Савезни геолошки завод, Привредни преглед
- Димитријевић М., Драгић Д., Карамата С., Сикошек Б., Веселиновић Д., 1977. Тумач за Основну геолошку карту, лист Врање К34-54. Београд: Савезни геолошки завод, Привредни преглед
- Димитријевић М., Карамата С, Сикошек Б., Веселиновић Д., 1973. Тумач за Основну геолошку карту, лист Лесковац К34-44. Београд: Савезни геолошки завод, Привредни преглед
- Димитријевић М., Карамата С, Сикошек Б., Веселиновић Д., 1973. Тумач за Основну геолошку карту, лист Ниш К34-32. Београд: Савезни геолошки завод, Привредни преглед
- Драгићевић С., 1997. Пренос силта Јабланицом и Ветерницом. Дипломски рад. Универзитет у Београду, Природно-математички факултет
- Драгићевић С., 2001. Плувиометријски режим и његов утицај на ерозиони процес у сливу Колубаре. *Гласник Српског географског друштва*, 81 (2)

- Драгићевић С., 2002. *Биланс наноса у сливу Колубаре*. Београд: Географски факултет
- Драгићевић С., Степић М., 2006. Промене интензитета ерозије у сливу Љига-утицај антропогеног фактора. *Гласник Српског географског друштва* 86 (2), 37-44
- Драгићевић С., Манојловић П., Николић Ј., 2007. Методолошка грешка утврђивања концентрације суспендованог наноса на нашим рекама, *Гласник Српског географског друштва* 87/1
- Драгићевић, С., 2007. *Доминантни ерозивни процеси у сливу Колубаре*. Београд: Јантар група
- Драгићевић С., Степић М., Карић И., 2008. *Природни потенцијали и деградирани површине општине Обреновац*. Београд: Јантар група
- Драгићевић, С., Новковић, И., Милутиновић, М., 2009. Промене интензитета ерозије на територији општине Зајечар. *Гласник Српског географског друштва*, 89(4), 3-10
- Dragicevic, S., Tomic, R., Milevski, I., 2009. Recent changes of the erosion intensity caused by anthropogenic influence on the territory of Serbia, Republic of Srpska and Macedonia, International Scientific Symposium "Geography and Sustainable Development " Ohrid, 159-168.
- Dragičević, S., Filipović D., Kostadinov S., Živković N., Anđelković G., Albomasov B., 2011. Natural Hazard Assessment for Land-use Planning in Serbia. *International Journal of Environmental Research*, 5(2), 371-380.
- Dragičević S., Ristić R., Živković N., Kostadinov S., Tošić R., Novković I., Borisavljević A., Radić Z., 2013. Floods in Serbia in 2010 – Case Study: The Kolubara and Pcinja River Basins. Geomorphological impacts of extreme weather: Case studies from central and eastern Europe, D. Loczy (ed.), Springer Geography, 155-170.
- Dragičević, S., Martinović, M., Sibinović, M., Novković, I., Tošić, R., Babović S. 2014. Recent changes of the erosion intensity caused by socio-demographic and land use changes (case study: Knjaževac municipality, Serbia). *Advances in GeoEcology*, 43, Challenges: Sustainable Land Management – Climate Change

- (ed. M. Zlatic & S. Kostadinov), CATENA VERLAG GMBH, Germany. pp. 271-286.
- Драгићевић С., Живковић Н., Роксандић М., Луковић Ј., Костадинов С., 2015. *Рецентно стање, интензитет и последице деградације обала Колубаре на територији општине Обреновац*. Београд: Географски факултет
- Драгићевић С., Филиповић Д., 2016. *Природни услови и непогоде у планирању и заштити простора*. Београд: Географски факултет
- Dragičević S., Pripužić M., Živković N., Novković I., Kostadinov S., Langović M., Milojković B., Čvorović Z., 2017. Spatial and temporal variability of bank erosion during the period 1930-2016: Case study- Kolubara river basin (Serbia). *Water* 9, 748
- Дукић Д., Гавриловић Љ., 2013. *Хидрологија*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства
- Дукић Д., 1980. *Климатологија*. Београд: IV издање
- Дуцић В., Радовановић М., Миловановић Б., 2003. Просторни распоред падавина на Старој планини у зависности од надморске висине и експозиције. *Зборник радова Географског факултета*, 51, 39-55
- Ђокић М., 2015. Нишава- потамолошка студија. Докторска дисертација. Универзитет у Нишу
- Cerdan O, Govers G, Le Bissonnais Y, Van Oost K, Poesen J, Saby N, Gobin A, Vacca A, Quinton J, Auerswald K, Klik A, Kwaad FJPM, Raclot D, Ionita I, Rejman J, Rousseva S, Muxart T, Roxo MJ, Dostal T., 2010. Rates and spatial variations of soil erosion in Europe: a study based on erosion plot data. *Geomorphology* 122(1-2):167-177
- Efthimion N., Lykoudi E., Panagoulia D., Karavitis C., 2016. Assessment of soil susceptibility to erosion using the epm and Rusle models: the case of Venetinos River catchment. *Global Nest Journal*, 18 (10)
- Chakraborty D., Saha S., Singh R., Sethy B.K., Kumar A., Saikia U.S., Das S. K., Makdoh B., Borah T.R., Nomita Chanu A., Walling I., Rolling Anal P.S., Chowdhury, Daschaudhuri D., 2017. Trend Analysis and Change Point Detection of Mean Air Temperature: A Spatio-Temporal Perspective of North-Eastern India, *Environmental Processes*, 4, 937-957

- Chakrapani, G.J., 2005. Factors controlling variations in river sediment loads. *Current Science*, 88, 569–575.
- Chakrapani, G.J., Subramanian V., 1990. Factors controlling sediment discharge in the Mahanadi River Basin, India. *Journal of Hydrology*, 117, 1-4, 169-185
- Živković, N., Dragičević, S., Ristić, R., Novković, I., Djurdjić, S., Luković, J., Živković, Lj., Jovanović, S., 2015. Effects of vegetation on runoff in small river basins in Serbia. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(6), 2082 - 2089
- Живковић Н., 2009. Просечни годишњи и сезонски отицаји река у Србији. Београд: Универзитет у Београду
- Живковић Н., Анђелковић Г., 2004. Висински градијенти падавина у Србији. *Гласник српског географског друштва*, 84 (2), 31-36
- Живковић Н., 1994. Прилог проучавању водног биланса слива Нишаве. *Гласник Српског географског друштва* 74 (1), 65-72
- Zabaleta A., Martinez M., Uriarte J. A., Antiguada I., 2007. Factors controlling suspended sediment yield during runoff events in small headwater catchments of the Basque Country. *Catena*, 71, 179-190
- Zlatić M., Dragović N., Todosijević M., Tomićević J., 2008. Stakeholder participation in soil management for sustainability in mountainous regions of Serbia. *Advances in Geoecology, Catena Verlag*, 39, 149-159.
- Zlatić M., Vukelić G., 2002. Economic and social revival of a degraded region in Serbia, the results of a cooperative venture. *Mountain research and development*, 22 (1), 26-28
- Ивановић Р., Мартић Бурсаћ Н., Ђокић М., 2007. Агроклиматске карактеристике Лесковачке котлине. *Зборник радова Географског института Јован Цвијић*, 57
- Илић Р., 1977. Извори Горње Јабланице. *Гласник Српског географског друштва*, 57, бр.2
- Jansson M., 1982. Land erosion by water in different climates. Doctoral Dissertation Uppsala University, Department of Physical Geography, Uppsala, Sweden
- Jevtić, L., 1978. *Inženjerski Priručnik za Rešavanje Problema iz Oblasti Bujičnih Tokova*; Izdavačko Informativni Centar Studenata (ICS): Beograd, p. 396.

- Јовић Г., 2005. *Туристички потенцијали насеља Јабланице*. Ниш: Природно-математички факултет
- Khaledian Y, Kiani F, Ebrahimi S, Brevik E., Aitkenhead-Peterson J., 2017. Assessment and monitoring of soil degradation during land use change using multivariate analysis. *Land Degradation & Development*, 28, 128-141
- Кадовић Р., 1999. Противерозиони агроекосистеми, Београд: Шумарски факултет
- Kendall, M. G., 1975. Rank Correlation Methods. London: Charles Griffin 4th edition
- Kirkby, M.J., Irvine, B.J., Jones, R.J.A., Govers, G., Boer, M., Cerdan, O., Daroussin, J., Gobin, A., Grimm, M., Le Bissonnais, Y., Kosmas, C., Mantel, S., Puigdefabregas, J. Van Lynden, G., 2008. The PESERA coarse scale erosion model for Europe. Model rationale and implementation. *European Journal of Soil Science* 59, 1293- 1306.
- Klein, M., 1984. Anti-clockwise hysteresis in suspended sediment concentration during individual storms. *Catena*, 11, 251–257
- Костадинов, С. 1985. Истраживање режима наноса у бујичним токовима Западне и Југоисточне Србије. Докторска дисертација. Универзитет у Београду Шумарски факултет
- Kostadinov S., Popović M., Zlatić M., Marković S., 1992. Factors of erosion processes and effects of erosion control works in the torrential watershed of Sejanička reka. In Proceedings of the Symposium on Environmental regeneration in headwaters, 231-236 (Eds.: Krecek J., Haigh M.)
- Kostadinov S., Mitrović S., 1994. Effect of forest cover on the stream flows from small watersheds. *Journal of Soil and Water conservation* 49, 382-386.
- Kostadinov, S., Marković, S., Topalović, M., 1997. Erosion sediment as water pollutant in streams and reservoirs. *Chemistry and industry*, 68
- Костадинов С., 2003. Ерозија у сливу Јерме. *Ерозија*, 30, Шумарски факултет, Београд.
- Костадинов С. и др. 2006. Контрола водне ерозије и уређење бујица у Србији у функцији заштите водопривредних објеката и квалитета вода, Београд: Шумарски факултет, Институт за водопривреду Јарослав Черни и Институт за шумарство

- Костадинов С., 2008. *Бујични токови и ерозија*. Београд: Шумарски факултет
- Kostadinov S., 2010. Forests in Serbia as the factor of Soil and Water Protection against Degradation in the Conditions of Global Climate Change. In: Alexandrov et al. (eds.), *Global Environmental Change: Challenges to Science and Society in Southeastern Europe*. Springer Science, Business Media BV, pp.177-190.
- Костадинов С., Борисављевић А., 2012. Заштита од ерозије и конзервација земљишта и вода у свету. *Ерозија* 38
- Kostadinov S., Zlatić M., Dragičević, S., Novković I., Košanin O., Borisavljević A., Lakićević M., Mlađan D., 2014. Anthropogenic Influence on Erosion Intensity Changes in Rasina River Watershed Area upstream from “Ćelije” Water Reservoir, Central Serbia. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23 (1), 254-263
- Kostadinov S., Dragičević S., Stefanović T., Novković I., Petrović A., 2017. Torrential flood prevention in the Kolubara river basin. *Journal of Mountain Science* 14, 2230-2245
- Kostadinov S., Braunović S., Dragičević S., Zlatić M., Dragović N., Rakonjac N., 2018. Effects of erosion control works: case study-Grdelica Gorge, the South Morava River (Serbia), *Water* 10 (8), 1094.
- Krstić D., Nikezić D., Stevanović N., Jelić M., 2004. Vertical profile of ¹³⁷Cs in soil. *Appl. Radiat. Isot.* 61, 1487–1492
- Kutiel H., Luković J., Burić D., 2015. Spatial and temporal variability of rain-spells characteristics in Serbia and Montenegro. *International Journal of Climatology* 35, 1611-1624
- Лазаревић Р., 1969. Ерозија у сливу Гвоздачке реке - прилог методици за израду карте ерозије. *Гласник српског географског друштва*, 49 (2).
- Лазаревић Р., 1971. Методика истраживања интензитета водне ерозије. *Зборник радова Института за шумарство и дрвну индустрију*, 10
- Лазаревић Р., 1985. Нови поступак за одређивање коефицијената ерозије (Z). *Ерозија – стручно- информативни билтен* 13, 54–61
- Лазаревић, Р., 2009. *Ерозија у Србији*. Београд: Желнид
- Лазаревић, Р. и др., 1983. Карта ерозије СР Србије, 1:500.000. Београд: Институт за шумарство и дрвну индустрију.

- Le Bissonnais Y., Montier C., Jamagne M., Daroussin J. King D., 2002. Mapping erosion risk for cultivated soil in France. *Catena*. 46, 207-220
- Levashova E. A., Mikhailov V. N., Mikhailova M. V., Morozov V. N., 2004. Natural and human-induced variations in water and sediment runoff in the Danube River mouth. *Water Resources*, 31, 3, pp.235-246. Original Russian text
- López-Vicente M, Poesen J, Navas A., Gaspar L., 2013. Predicting runoff and sediment connectivity and soil erosion by water for different land use scenarios in the Spanish Pre-Pyrenees. *Catena*, 102, 62-73
- Манојловић П., Драгићевић С., 2000. Интензитет механичке водне ерозије у сливу Ветернице. *Гласник Српског географског друштва*, 80, 2
- Манојловић П., Мустафић С., Младеновић Б., 2012. Однос хемијске и механичке водне ерозије у сливу Млаве. *Гласник Српског географског друштва*, 92, 1
- Manojlovic, S., Antic, M., Sibinovic, M., Dragicevic, S., Novkovic, I., 2017. Soil erosion response to demographic and land use changes in the Nišava river basin, Serbia. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(12): 7547-7560
- Manojlović S., Antić M., Šantić D., Sibinović M., Carević I., Srejić T., 2018. Anthropogenic Impact on Erosion Intensity: Case Study of Rural Areas of Pirot and Dimitrovgrad Municipalities, Serbia. *Sustainability* 10, 826
- Манојловић Сања, 2018. Утицај географских фактора на промене интензитета водне ерозије у сливу реке Нишаве. Београд: Географски факултет
- Мартиновић М., 2012. Типови популационе динамике у насељима Заплања. *Гласник Српског географског друштва*, 92(2), 133-152
- Мартиновић М., 2009. Антропогеографска и савремена географска истраживања насеља Заплања. Докторска дисертација. Универзитет у Београду Географски факултет
- Мартиновић М., Матијевић Д., 2006. Неке просторно-демографске развојне тенденције насеља Суве планине. *Гласник Српског географског друштва*, 86, 133-140
- Мартић Бурсаћ, Н., 2015. Утицај атмосферских осцилација на колебање протицаја река у Србији, Докторска дисертација. Универзитет у Нишу Природно-математички факултет

- Мартић-Бурсаћ Н., Ивановић М., Николић М., 2011. Термичке карактеристике ваздуха Нишке котлине у функцији бржег развоја привреде. *Гласник Српског географског друштва*, 91 (2)
- Милановић А., 2006. Хидролошка прогноза великих вода у сливу Лепенице и заштита од поплава. *Гласник Српског географског друштва* 86 (1), 47-54
- Милановић, Н., 1987. Начин коришћења земљишта на територији општине Зајечар. Дипломски рад. Универзитет у Београду Географски факултет
- Милановић М., Љешевић М., 2009. *Теледетекционе методе истраживања животне средине*. Београд: Универзитет у Београду Географски факултет
- Миловановић, Б., 2010. *Клима Старе планине*. Београд: Географски институт „Јован Цвијић“
- Милојевић Н., 1954. Термоминерални извори Сијаринске Бање. *Геолошки анали Балканског полуострва*, 22
- Милојевић С., 1924. Лесковачка котлина са околином. *Гласник Географског друштва*, 10
- Миљковић Н. С., 1996. *Основи педологије*. Нови Сад: Природно-математички факултет Институт за географију
- Митић, Д., 2006. *Средње Понишавље – основе стратегије заштите природних и створених вредности*. Ниш: Универзитет у Нишу
- Младеновић, Т., 1969. Слив реке Нишаве – Прилог потамолошком проучавању. Магистарски рад. Универзитет у Београду Природно-математички факултет
- Mitasova, H., Hofierka, J., Zlocha, M., and Iverson, L.R., 1996. Modeling topographic potential for erosion and deposition using GIS. *International Journal of Geographical Information Science*, 10 (5), 629-641
- Morgan, R.P.C., Morgan, D.D.V., Finney, H.J., 1984. A predictive model for the assessment of soil erosion risk. *J. Agric. Eng. Res.*, 30, 245–253
- Мустафић С., 2007. Неки аспекти антропогеног фактора на интензитет ерозивних процеса у сливу Темштице. *Гласник Српског географског друштва* 87 (1), 23-30.
- Мустафић, С., 2013. Географски фактори као детерминанте интензитета ерозије на примеру слива Нишаве. Докторска дисертација. Географски факултет

- Mustafić S., Manojlović P., Milošević M., 2013. Extreme Erosion Rates in the Nisava River Basin (Eastern Serbia) in 2010. In *Geomorphological Impacts of Extreme Weather, case studies from Central and Eastern Europe* (Ed. Denes Loczy), Springer.
- Mutowo G., Chikodzi D., 2013. Erosion Hazard Mapping in the Runde Catchment: Implications for Water Resources Management. *Journal of Geosciences and Geomatics*, 1 (1), 22-28
- Navas A., Walling D.E., 1992. Using cesium-137 to assess sediment movement on slopes in a semiarid upland environment in Spain, *Erosion, Debris Flows and Environment in Mountain Regions*, IAHS Publ. 209, 129–138
- Navratil, O., Albert, M.B., Hérouin, E., Gresillon, J.M., 2006. Determination of bankfull discharge magnitude and frequency: Comparison of methods on 16 gravel-bed river reaches. *Earth Surf. Process. Landf.*, 31, 1345–1363
- Neal, M.; Nearing, M.A.; Vining, R.; Southworth, J.; Pfeifer, A., 2005. Climate change impacts on soil erosion in Midwest United States with changes in crop management. *Catena* 61, 165–184.
- Nearing M. A., Jetten V., Baffaut C., Cerdan O., Couturier A., Hernandez M., Le Bissonnais Y., Nichols M.H., Nunes J.P., Renschler C.S., Souchere V., van Oost K., 2005. Modeling response of soil erosion and runoff of change in precipitation and cover, *Catena*, 61 (2-3), 131-154
- Nenadovic S., Nenadovic M., Vukanac I., Djordjevic A., Dragicevic S., Ljesevic M., 2010. Vertical Distribution Of Cs-137 In Cultivated And Undisturbed Areas, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, vol. 25, br. 1, 30-36
- Несторов И., Протић Д., 2006. Имплементација CORINE Land cover пројекта у Србији и Црној Гори. *Геодетска служба*, 35, 105
- Neumann, von J., 1941. Distribution of the Ratio of the Mean Square Successive Difference to the Variance. *Ann. Math. Stat* 12 (4), 367-395
- Nikolova E., 2016. Soil erosion modeling using Rusle and Gis in the Republic of Macedonia. Master Thesis POLITECNICO DI MILANO Como Campus
- Новковић, И., 2016. Природни услови као детерминанте геохазарда на примеру сливова Љига, Јошаничке и Врањскобањске реке. Докторска дисертација Универзитет у Београду Географски факултет

- Ozsahin E., Duru U., Eroglu I., 2018. Land Use and Land Cover Changes (LULCC), a Key to Understand Soil Erosion Intensities in the Maritsa Basin, *Water* 10, 335
- Panagos P., Borrelli P., Meusburger K., 2015a. A new European slope length and steepness factor (LS-Factor) for modeling soil erosion by water. *Geosciences* 5, 117-126
- Panagos P, Borrelli P, Poesen J, Ballabio C, Lugato E, Meusburger K, Montanarella L, Alewell C., 2015b. The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. *Environ Sci Pol* 54:438–447
- Perović V., Kadović R., Djurdjević V., Braunović S., Čakmak D., Mitrović M., Pavlović P., 2019. Effects of changes in climate and land use on soil erosion: case study of the Vranjska Valley, Serbia. *Regional Environmental Change*, DOI:10.1007/s10113-018-1456-x.
- Perović V., Životić Lj., Kadović R., Đorđević A., Jaramaz D., Mrvić V., Todorović M., 2013. Spatial modelling of soil erosion potential in a mountainous watershed of South-eastern Serbia. *Environmental Earth Sciences* 68 (1): 115-128
- Perović, V., Đorđević, A., Životić, Lj., Nikolić, N., Kadović, R., Belanović, S., 2012. Soil Erosion Modelling in the Complex terrain of Pirot Municipality. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7, 2, 93 – 100
- Перовић, В., 2015. Процена потенцијалне ерозије земљишта применом USLE и PESERA модела на подручју слива акумулације Првонек. Докторска дисертација. Универзитет у Београду Шумарски факултет
- Петковић С., 1993. Анализа зависности морфолошког развоја малих водотока од геоморфолошких, геолошких и ерозионих фактора сливног подручја. У „Узроци и последице ерозије земљишта и могућности контроле ерозионих процеса“. Шумарски факултет Универзитета у Београду, 45-57
- Петковић, С., 1995. *Генеа и транспорт наноса у сливу Јужне Мораве и услови његовог коришћења*, Београд: Шумарски факултет
- Петровић, Д., Манојловић, П., 2003. *Геоморфологија*. Београд: Универзитет у Београду Географски факултет
- Петровић, Ј., 1998. *Природа Беле Паланке и средњег Понишавља*. Нови Сад: Природно-математички факултет Нови Сад, Институт за географију

- Петровић, Ј., 2017. Оптимизација конверзионих модела за израчунавање интензитета ерозије земљишта на основу активности радиоизотопа ^{137}Cs . Докторска дисертација. Универзитет у Београду Факултет за физичку хемију
- Petrović J., Ćujić M., Đorđević M., Dragović R., Gajić B., Miljanić Š., Dragović S., 2013. Spatial distribution and vertical migration of ^{137}Cs in soils of Belgrade (Serbia). 25 years after the Chernobyl accident. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 15, 1279-1289
- Petrović J., Dragović S., Dragović R., Đorđević M., Đokić M., Ćujić M., 2016. Spatial and vertical distribution of ^{137}Cs in soils in the erosive area of southeastern Serbia (Pčinja and South Morava River Basins). *Journal of Soils and Sediments*, 16, 1168- 1175
- Pettitt, A. N., 1979. A Non-Parametric Approach to the Change-Point Problem. *Applied Statistics* 28 (2), 126-135
- Pitičar A., Ristoiu D., 2012. Analysis of air temperature evolution in northeastern Romania and evidence of warming trend. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7 (4)
- Pruski F.F., Nearing M.A., 2002. Runoff and soil-loss responses to changes in precipitation: a computer simulation study. *J Soil Water Conserv* 57(1):7–16
- Radivojević A., Martić Bursać N., Gocić M., Filipović I., Pavlović M., Radovanović M., Stričević Lj., Punišić M., 2015. Statistical analysis of temperature regime change on the example of Sokobanja basin in Eastern Serbia. *Thermal Science* 19 (suppl. 2), 323-330.
- Ristić R., Kostadinov S., Radić B., Trivan G. and Nikić Z., 2012. Torrential floods in serbia – man made and Natural hazards. 12th Congress INTERPRAEVENT 2012 – Grenoble / France. Conference Proceedings
- Ракићевић Т., 1976. Климатске карактеристике Источне Србије. *Зборник радова Географског завода ПМФ*, 28, 41-67
- Ракићевић Т., 1972. Јабланица- највећа сушица у Србији. *Зборник радова Географског завода ПМФ*, 19
- Ракићевић Т., 1980. Климатско рејонирање СР Србије. *Зборник радова Географског института ПМФ*, 27, 29-42

- Renard K.G., Foster G.R., Weesies G.A., McCool D.K., Yoder D.C., 1997. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil loss equation. US Department of Agriculture, Agriculture Handbook 703, 1-384
- Roşca, S., Bilaşco, Ş., Petrea, D., Fodorean, I., Vescan, I., 2015. Bankfull discharge and stream power influence on the Niraj River morphology. *Carpathian J. Earth Environ. Sci.*, 10, 133–146.
- Seeger M., Errea M.P., Begueria S., Arnaez J., Marti C., Garcia-Ruiz J.M., 2004. Catchment soil moisture and rainfall characteristics as determinant factors for discharge/suspended sediment hysteretic loops in a small headwater catchment in the Spanish Pyrenees. *Journal of Hydrology*, 288, 299–311
- Serpa D, Nunes JP, Santos J, Sampaio E, Jacinto R, Veiga S, Lima JC, Moreira M, Corte-Real J, Keizer JJ, Abrantes N. (2015). Impacts of climate and land use changes on the hydrological and erosion processes of two contrasting Mediterranean catchments. *Sci Total Environ* 538 (2015):64–77.
- Schuller, P., Walling, D.E., Sepulveda, A., Trumper, R.E., Rouanet, J.L., Pino, I., Castillo, A., 2004. Use of ^{137}Cs to estimate changes in soil erosion rates associated with changes in soil management practices on cultivated land. *Applied Radiation and Isotopes* 60, 759-766
- Soler M., Latron J., Gallart F., 2008. Relationships between suspended sediment concentrations and discharge in two small research basins in a mountainous Mediterranean area (Vellcebre, Eastern Pyrenees). *Geomorphology* 98, 143-152
- Stefanidis S., Chatzichristaki C., 2017. Response of soil erosion in a mountainous watershed to temperature and precipitation trends. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Science*, 12, 35-39
- Stojković M., Prohaska S., Plavšić J., 2015. Stochastic structure of annual discharges of large European rivers. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 63 (1), 63-70.
- Стојковић, М., 2015. Дугорочне промене у стохастичкој структури хидролошких временских серија. Докторска дисертација. Универзитет у Београду Грађевински факултет

- Sharma A, Tiwari KN, Bhadoria P.B., 2011. Effect of land use land cover change on soil erosion potential in an agricultural watershed. *Environmental Monitoring and Assessment*, 173 (1-4), 789-800
- Shen H., Zheng F., Wen L., Han Y., Hu W., 2016. Impacts of rainfall intensity and slope gradient on rill erosion processes at loessial hillslope. *Soil Tillage Research*, 155, 429-436.
- Terry J.P, Garimella S, and Kostaschuk R.A., 2002. Rates of floodplain accretion in a tropical island river system impacted by cyclones and large floods. *Geomorphology* 42, 171-182
- Томић З., Ракоњац Љ., Исајев В., 2011. Избор врста за пошумљавање и мелиорације у Централној Србији, Београд: Институт за шумарство
- Tošić I., Unikašević M., 2005. Analysis of precipitation series for Belgrade. *Theoretical and Applied Climatology* 80 (1), 67-77
- Tošić R., Karović M., Lovrić N., Dragičević S., 2013. Assessment of soil erosion potential using Rusle and Gis: A case study of Bosnia and Herzegovina, *Fresenius Environmental Bulletin*, 22, 3415-3423
- Тошић Р., Драгићевић С., 2012. Иновирање методологије за одређивање коефицијента ерозије Z. *Гласник СГД*, 92, 1
- Tošić R., 2007a. Problem erozije i upravljanje nanosom u Republici Srpskoj. Међународни научни skup "Srbija i Republika Srpska u regionalnim i globalnim procesima", Trebinje, 221-228.
- Tošić R., Dragičević S., Bikit I. S., Forkapić S., Mrđa D., Todorović N., Blagojević B., 2012a. Estimating the soil erosion and deposition rate using ¹³⁷Cs tracer method in the catchment of Drenova reservoir (B&H), *Nuclear Technology & Radiation Protection*, 27(3), 247-253.
- Tošić R., Dragičević S., Kostadinov S., Dragović N., 2012b. Assessment of soil erosion potential by the USLE method: Case study, Republic of Srpska-BiH, *Fresenius Environmental Bulletin*, 20 (8), 1910-1917
- Tošić R., Dragičević S., Zlatić M., Todosijević M., Kostadinov S., 2012. The impact of socio-demographic changes on land use and soil erosion (case study: Ukrina river catchment). *Geografski razgledi* 46, 69-78

- Tošić, R., 2006. *Erozija u slivu rijeke Ukline*. Banja Luka: Geografsko društvo Republike Srpske, Posebna izdanja - knjiga 13
- Tošić R., 2007. Kartiranje erozije zemljišta u funkciji zaštite površinskih voda. Zbornik radova "Prvi međunarodni kongres Ekologija, zdravlje, rad, sport". Banja Luka, 61-65.
- Tošić R., 2007. Geomorfološka baza podataka i njena primjena u kartiranju erozije, Međunarodni naučni skup "Srbija i Republika Srpska u regionalnim i globalnim procesima", Trebinje. 661-670.
- Tošić R., 2008. Erozijska u Republici Srpskoj i Bosni i Hercegovini. *Glasnik Geografskog društva Republike Srpske*, 12, 23-36.
- Tošić R., 2008. Geomorfološko kartiranje primjenom savremenih tehnologija. *Glasnik Geografskog društva Republike Srpske*, 12, 109-119 .
- Tošić R., 2008. Riječni nanos-resurs Republike Srpske. *Glasnik Geografskog društva Republike Srpske*, 12, 161-176.
- Tošić R., 2008. Savremeni pristup upravljanju rizicima od bujičnih poplava. Zbornik radova sa naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem "Savremene tehnologije za održivi razvoj gradova", Institut zaštite, ekologije i informatike, Banja Luka, 451-460
- Tošić R., Blagojević B., 2008. Savremene tehnologije u istraživanju erozionih procesa. Zbornik radova "Drugi međunarodni kongres Ekologija, zdravlje, rad, sport", Banja Luka, 323-329
- Tošić R., Dragičević S., Lovrić N., 2012. Assessment of soil erosion and sediment yield changes using erosion potential model – case study: Republic of Srpska (BiH). *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7(4), pp; 147-154.
- Tošić R., Hrkalović D., 2009. Inovacija Karte erozije Republike Srpske. *Časopis agencije za vodno područje rijeke Save "Voda i mi"*, 54-66
- Toya H., Skidmore M., 2007. Economic development and the impacts of natural disasters. *Economics Letters*, 94, 20-25
- He Q., Walling, D.E., 2003. Testing distributed soil erosion and sediment delivery models using ¹³⁷Cs measurements. *Hydrological Processes*, 17, 901-916
- Hooke J.M., 2006. Human impacts on fluvial system in the mediterranean region. *Geomorphology*, 79, 3-4, 311-335

- Цвијић Ј., 1912. Сува планина и карст Валождја. *Гласник Српског географског друштва*, Св. 2
- Цвијић, Ј., 1912. *Геоморфологија*, Београд: ЗУНС Сабрана дела
- Walling D., Wilkinson S., Horowitz, 2011. Catchment erosion, Sediment delivery and sediment quality. In: Peter Wilderer (ed.) *Treatise on water science*, vol.2, 305-338. Oxford Academic Press
- Walling D.E., 2006. Human impact on land–ocean sediment transfer by the world's rivers. *Geomorphology*, 79, 192–216
- Walling D.E., Fang D., 2003. Recent trends in the suspended sediment loads of the world's rivers. *Global and Planetary Change*, 39, 111-126
- Williams, G.P., 1989. Sediment concentration versus water discharge during single hydrologic events in rivers. *Journal of Hydrology*, 111, 89–106
- Walling D. E., He Q., 1999. Improved models for estimating soil erosion rates from cesium-137 measurements. *Journal of Environmental Quality*, 28, 611-622
- Walling D. and He Q., 1997. Use of fallout ¹³⁷Cs in investigations of overbank deposition on floodplains. *Catena*, 29, 263-282
- Walling D. and He Q., 1993. Use of cesium-137 as a tracer in the study of rates and patterns of floodplain sedimentation. In: Peters NE, Hoehn E, Leibundgut Ch, Tase N, and Walling DE (eds.) *Tracers in Hydrology*, IAHS Publication No. 215, pp. 319-328. Wallingford: IAHS Press.
- Williams G., 1989. Sediment concentration versus water discharge during single hydrologic events in rivers. *Journal of hydrology*, 111, 89-106
- Williams, G.P., 1978. Bankfull discharge of rivers. *Water Resour. Res.*, 14, 1141–1154.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning*. Agriculture Handbook No. 537. USDA/Science and Education Administration, US. Govt. Printing Office, Washington, DC. 58pp.

Остали извори

- Главни пројекат за уређење бујице Копривничка река, 1959. Здружено опште водопривредно предузеће „Морава“- Београд, Водопривредна организација „Ерозија“ Ниш

- Катастар бујица у сливу Нишаве- свеска 2, Ниш, 1972. Здружено опште водопривредно предузеће „Морава“- Београд, Водопривредна организација „Ерозија“ Ниш
- Карта ерозије Србије 1:500000, Институт за шумарство, Београд 1983. година
- Карта ерозије СР Србије 1:500000 – Тумач. Институт за шумарство и дрвну индустрију, Београд 1983. године
- Метеоролошки годишњаци (1961–2016). Републички хидрометеоролошки завод, Београд
- Хидролошки годишњаци (1961-2016), Републички хидрометеоролошки завод, Београд
- Основне геолошке карте 1:100000, листови Ниш, Бела Паланка, Лесковац, Подујево, Врање. Војногеографски институт, Београд
- Педолошке карте Србије, листови Ниш (1, 3 и 4) и Лебане (1 и 2), Прокупље (4), Институт за земљиште, 1982, Београд
- Топографске карте 1:25000, листови Ниш (2-4, 4-2, 4-3, 4-4), Бела Паланка (1-3, 3-1, 3-2, 3-3, 3-4), Лесковац (1-1, 1-2, 1-3,1-4, 2-1,2-2, 2-4, 3-1, 3-2, 4-1), Приштина (2-2, 2-4, 4-2) и Куршумлија (4-4). Војногеографски институт, Београд
- Попис пољопривреде 1960. Основни подаци индивидуалних газдинстава по насељима, књига 1. СФРЈ, Београд: Савезни завод за статистику 1963. година
- Попис пољопривреде 2012. Земљиште према категоријама коришћења. Републички завод за статистику, Београд (<http://popispoljoprivrede.stat.rs>)
- Упоредни преглед броја становника и домаћинстава 1948, 1953, 1961, 1971, 1981, 1991, 2002 и 2011.
- Попис становништва, домаћинстава и станова 2011. у Републици Србији (књига 20). Београд: Републички завод за статистику (<http://popis2011.stat.rs>)
- CORINE Land Cover database (CLC2012), European Commission <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012>
- Ристић Р., и други, 2018. Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава и бујичних токова у сливу Јужне Мораве, институт за водопривреду „Јарослав Черни“ Београд)

Стратегија управљања водама на територији Републике Србије, Институт
Јарослав Черни, 2015

Методологија за израду планова за проглашење ерозионих подручја, Институт
„Јарослав Черни“, Београд, 1998

Национална стратегија коришћења природних ресурса и добара, *Сл. гласник РС*,
бр. 33/2012

Просторни план општине Гаџин Хан, <http://gadzinhan.rs> (22.04.2018.)

фото-документација ВП „Ерозија“ Ниш (фото: Љиљана Радовић)

www.adavinic.com (13.05.2017.)

www.eea.eu

21. ПРИЛОЗИ

Прилог 1 Рангирање година по водности за профил Радикина Бара на Кутинској реци на основу SDI за период 1961-2016

година	SDI	година	SDI	година	SDI	година	SDI	година	SDI	година	SDI
1961	0,37	1971	-0,32	1981	-0,35	1991	-0,7	2001	-0,99	2011	-0,88
1962	2,26	1972	-0,75	1982	-0,47	1992	-0,89	2002	-0,26	2012	0,22
1963	2,97	1973	-0,13	1983	-1,27	1993	-1,36	2003	-0,46	2013	-0,48
1964	-0,58	1974	2,25	1984	0,07	1994	-0,74	2004	-0,7	2014	-0,34
1965	1,3	1975	0,21	1985	-0,77	1995	-1,1	2005	0,7	2015	-0,25
1966	1,73	1976	-0,05	1986	-0,55	1996	1,04	2006	1,08	2016	-0,66
1967	-0,79	1977	0,59	1987	-0,33	1997	1,07	2007	-0,89		
1968	0,07	1978	1,27	1988	0,03	1998	-0,3	2008	-0,75		
1969	-0,31	1979	0,0	1989	-1,19	1999	0,43	2009	-0,08		
1970	1,12	1980	0,64	1990	-1,15	2000	-0,96	2010	2,41		

Прилог 2 Рангирање година по водности за профил Печењевце на Јабланица на основу SDI индекса за период 1961-2016

година	SDI	година	SDI	година	SDI	година	SDI	година	SDI	година	SDI
1961	0,09	1971	0,31	1981	0,74	1991	-0,32	2001	-1,35	2011	-1,57
1962	1,27	1972	-0,65	1982	0,14	1992	-0,98	2002	-1,02	2012	-0,92
1963	2,8	1973	1,3	1983	-0,82	1993	-1,28	2003	-0,46	2013	-1,26
1964	-0,22	1974	-0,05	1984	0,77	1994	-1,92	2004	-0,5	2014	0,25
1965	1,46	1975	0,28	1985	-0,8	1995	-0,94	2005	1,03	2015	0,09
1966	-0,07	1976	1,97	1986	0,11	1996	0,36	2006	1,03	2016	0,08
1967	-0,33	1977	-0,04	1987	0,47	1997	-0,26	2007	-1,23		
1968	-1,43	1978	0,34	1988	-1,07	1998	-0,37	2008	-1,19		
1969	1,16	1979	-0,02	1989	-0,62	1999	0,24	2009	0,31		
1970	1,52	1980	1,3	1990	-0,83	2000	-1,3	2010	0,96		

Прилог 3 Упоредни преглед броја становника на територији слива Јабланице у периоду 1948-2011

насеље	над. висина	1948.	1953.	1961.	1971.	1981.	1991.	2002.	2011.
Белановце	290	611	643	709	631	627	704	600	505
Богуновац	740	229	247	241	207	118	90	89	77
Боровац	720	400	403	330	224	156	114	59	47
Бошњаци	255	1517	1601	1691	1769	1819	1853	1629	1550
Брејановце	210	528	560	558	472	448	394	364	303
Бувце	700	539	571	508	343	247	158	109	72
В. Браина	900	289	291	231	125	84	59	21	28
В. Војловце	270	438	452	458	440	425	375	358	307
Варадин	780	338	417	314	226	174	98	105	70
Власе	240	575	630	682	673	686	642	584	503
Винарце	225	2179	2245	2414	2796	3006	3186	3090	2730
Врапце	730	354	385	328	225	133	69	45	45
Гагинце	630	484	573	500	380	310	202	132	87
Г. Врановце	404	620	665	597	488	377	274	207	149
Г. Гајтан	1000	560	578	490	302	163	106	87	55
Г. Сиковце	230	345	367	361	358	404	433	454	445
Г. Стопање	230	507	548	651	1092	1407	1772	1756	1829
Г. Лапаштица	540	631	653	682	624	491	315	194	82
Газдаре	400	634	766	948	819	763	731	571	458
Гегља	450	663	686	636	601	474	378	264	220
Грбавце	830	639	715	807	828	750	252	276	40
Гргуровце	420	1010	1077	920	823	645	538	420	331
Губавце	920	168	180	172	134	95	43	36	21
Гургутово	420	164	169	170	172	99	93	59	52
Д. Бучумег	540	616	572	495	390	339	279	186	159
Д. Врановце	265	439	448	439	406	395	369	331	277
Д. Гајтан	700	489	585	526	389	315	160	142	81
Д. Лапаштица	570	272	301	288	215	152	112	53	29
Д. Сиковце	220	377	388	574	920	1306	1502	1661	1556
Д. Стопање	225	746	822	919	1045	1102	1201	1136	1105
Д. Трњане	240	271	273	291	338	345	366	289	255
Дрводель	872	567	625	565	520	290	167	95	37
Дренце	560	531	560	580	455	321	197	149	117
Душаново	320	460	483	426	372	453	271	236	170
Ђулекар	720	494	552	470	341	216	149	117	68
Ждеглово	265	408	504	509	515	580	604	695	634
Живково	220	808	876	832	832	802	760	669	620
Залужње	220	590	598	584	581	556	531	482	422
Капит	580	360	394	445	466	425	304	253	41
Карађорђевац	270	797	770	701	619	527	475	417	374
Каштавар	260	238	253	222	174	119	113	68	50
Клајић	701	1309	1435	1328	982	635	429	289	159
Коњино	280	588	642	718	779	836	1005	913	806
Кривача	380	668	670	711	493	537	502	414	671
Лебане	280	1975	2103	2617	5889	7966	9528	10004	9272
Леце	500	502	648	867	813	544	503	347	283
Липовица	930	862	908	903	599	387	249	147	91
Лугаре	262	380	406	399	367	380	420	389	341
М. Браина	760	109	115	110	79	62	34	13	5
М. Војловце	256	239	250	243	225	233	226	208	192
Маровац	910	542	583	547	433	243	141	123	74
Маћедонце	620	705	757	681	498	373	337	236	177
Маћедонце	590	361	425	407	332	162	87	81	37
Медвеђа г	400	1732	1810	2188	2621	2488	3057	2810	2860
Медевце	760	328	344	289	162	129	116	82	54

Мелово	730	254	295	256	195	143	108	63	44
Миланово	240	638	629	572	601	650	596	546	516
Мркоње	640	299	350	368	218	119	59	44	41
Негосавље	350	369	415	417	396	378	473	426	413
Оруглица	810	796	925	899	675	407	283	173	111
Пергате	247	1246	1321	1381	1424	1535	1426	1559	1312
Петриље	520	296	344	316	197	144	89	63	36
Петровац	800	115	118	109	92	87	62	47	26
Петровац Ј.	250	116	124	124	133	139	132	108	146
Печењевце	250	1846	1981	2136	2088	2078	1930	1776	1500
Подримце	245	484	498	505	503	452	348	283	208
Поповце	370	621	693	633	542	498	472	379	295
Пороштица (Ј)	683	667	716	620	459	332	195	113	72
Пороштица (М)	700	145	140	136	106	75	53	41	33
Прибој	235	866	868	821	765	733	693	642	548
Пусто Шилово	520	487	499	390	299	188	103	74	65
Равна Бања	610	1228	1329	1295	1035	716	593	364	225
Радевце	918	585	668	617	450	309	160	94	39
Радиновац	365	165	140	123	88	89	87	75	72
Рафуна	703	450	510	504	390	235	173	131	76
Реткоцер	720	548	381	292	201	148	89	96	94
Рујковац	350	912	993	868	661	511	350	267	191
Свирице	840	1109	1217	1284	1299	1287	368	501	77
Сијарина	740	984	1015	1115	1009	940	815	359	133
Сиј. Бања	450	104	106	255	307	582	530	568	376
Славујце	320	538	601	573	540	532	484	431	394
Спонце	880	467	519	497	339	279	142	179	69
Средњи	600	657	725	751	566	454	306	207	150
Стара Бања	840	417	481	404	312	208	171	91	33
Стубла	650	418	461	422	257	130	122	119	91
Тогочевце	245	966	1014	953	955	980	925	828	698
Туларе	550	460	544	548	479	351	244	166	162
Тупале	707	993	1118	1145	1125	1193	943	725	64
Турековац	235	1453	1591	1730	1783	1860	1804	1794	1493
Ћеновац	245	347	388	392	398	433	457	423	395
Цекавица	252	503	549	566	554	521	531	507	471
Црни Врх	480	426	455	423	328	312	167	141	86
Чокотин	520	276	307	282	236	142	102	56	43
Шарце	500	271	307	305	262	232	137	88	76
Шилово	350	1024	1105	1064	933	776	650	521	413
Шумане	345	1374	1514	1613	1669	1695	1674	1515	1394
укупно		57480	61617	61876	60346	41834	53613	34550	41452

Извор: Упоредни преглед броја становника 1948, 1953, 1961, 1971, 1981, 1991, 2002, 2011
<http://pod2.stat.gov.rs/ObjavljenePublikacije/Popis2011/Knjiga20.pdf>

Прилог 4 Упоредни преглед броја домаћинстава на територији слива Јабланице у периоду 1948-2011.

насеље	1948.	1953.	1961.	1971.	1981.	1991.	2002.	2011.
Белановце	64	69	79	89	94	100	100	104
Богуновац	57	72	79	84	93	91	80	73
Боровац	61	79	93	102	130	144	154	185
Бошњаце	95	107	124	156	204	258	246	252
Брејановце	88	97	115	115	116	112	106	88
Бувце	56	68	77	80	90	96	114	92
В. Брајина	26	28	44	45	47	50	54	46
В. Војловце	193	236	266	295	334	330	374	338
Варадин	55	60	70	79	88	106	100	97
Власе	94	107	122	140	162	157	147	138
Винарце	80	85	101	106	111	117	119	114
Врапце	75	80	86	101	111	101	86	75
Гагинце	65	71	81	75	73	63	48	39
Г. Врановце	107	112	117	116	121	105	90	68
Г. Гајтан	25	26	31	36	38	30	27	19
Г. Лапаштица	86	98	95	98	95	77	72	58
Г. Синковце	52	59	63	71	85	103	113	118
Г. Стопање	143	158	157	152	145	145	126	116
Газдаре	104	117	153	123	147	146	132	211
Гегља	97	104	115	121	120	110	91	55
Грбавце	66	76	86	88	97	35	59	10
Гргуровце	63	70	91	93	99	138	139	126
Губавце	74	73	70	71	75	58	48	36
Гургутово	69	81	87	91	89	77	68	58
Д. Бучумет	83	91	112	109	114	119	105	107
Д. Врановце	148	161	172	176	184	179	159	136
Д. Гајтан	33	29	26	21	22	23	23	22
Д. Лапаштица	146	169	177	168	162	138	109	79
Д. Синковце	58	71	120	228	327	390	473	424
Д. Стопање	99	99	101	101	89	82	65	53
Д. Трњане	42	52	53	41	40	40	25	18
Дрводеља	29	27	82	88	145	141	175	123
Дренце	68	74	76	81	69	58	51	33
Душаново	41	53	51	60	64	46	34	35
Ђулекаре	155	172	192	213	203	193	164	166
Ждеглово	113	121	137	154	156	156	131	100
Живково	204	219	273	333	390	446	469	446
Залужје	317	383	477	503	519	516	526	485
Капит	30	33	39	42	33	25	28	24
Карађорђевац	59	62	59	50	45	36	24	21

Каштавар	83	84	82	75	58	54	41	26
Клајић	60	67	58	44	43	29	35	26
Коњино	49	49	47	26	28	23	10	12
Кривача	56	66	58	44	38	24	17	21
Леце	89	76	84	66	57	45	36	27
Липовица	66	76	86	88	97	35	59	10
Лугаре	30	35	33	33	25	20	13	8
М. Браина	42	44	46	41	39	34	23	11
М. Војловце	99	103	110	111	97	90	73	66
Маровац	82	94	99	87	88	60	61	45
Маћедонце	81	93	90	88	62	49	38	17
Маћедонце Реткоц.	118	101	117	106	88	72	62	45
Мелово	38	40	41	41	33	31	25	14
Медевце	45	47	65	68	69	46	64	16
Миланово	196	225	223	203	183	136	105	67
Мркоње	127	130	138	122	102	81	58	47
Негосавље	92	101	115	101	99	94	86	68
Оруглица	115	123	134	122	105	91	62	42
Пергате	59	67	75	69	52	39	34	18
Петриље	53	59	55	40	37	37	23	17
Петровац	43	48	61	47	41	27	22	19
Петровац	17	18	20	20	22	19	14	13
Печењевце	51	53	53	45	36	30	22	13
Подримце	96	108	114	101	90	72	49	29
Поповце	21	22	26	23	22	19	13	12
Пороштица (Л)	76	79	74	77	70	37	34	33
Пороштица (М)	84	94	98	85	72	57	38	16
Прибој	167	179	200	172	146	122	116	77
Пусто Шилово	90	64	58	46	45	31	35	32
Равна Бања	141	152	172	185	175	63	109	20
Радевце	149	160	186	172	143	131	99	43
Радиновац	194	195	200	195	175	172	122	82
Рафуна	74	83	87	70	60	49	51	33
Реткоцер	106	113	139	138	133	122	93	64
Рујковац	60	68	61	50	33	33	32	13
Славујце	80	89	91	102	113	111	106	103
С. Бања	261	288	306	337	332	317	310	251
Свирице	103	115	137	150	160	148	152	21
Сијарина	356	407	489	628	704	764	837	730
Спонце	76	90	85	90	105	83	82	68
Ср. Бучумег	88	97	115	115	116	112	106	88
Стара Бања	132	147	159	188	188	198	184	167
Стубла	32	39	42	41	39	41	29	20

Тогочевце	136	156	165	176	210	212	195	175
Туларе	140	153	168	183	187	181	164	161
Тупале	93	110	112	127	136	132	134	114
Турековац	82	88	134	268	342	462	512	511
Ћеновац	106	123	163	223	259	290	302	284
Цекавица	107	118	125	142	164	163	167	171
Црни Врх	131	132	149	152	141	137	133	120
Чокотин	109	117	148	151	179	186	177	157
Шарце	237	282	338	394	440	449	466	411
Шилово	81	84	89	111	112	105	98	87
Шумане	24	28	32	38	42	43	35	55
укупно	8843	9728	10901	11512	11958	11545	11217	9584

Прилог 5 Типови популационе динамике сеоских насеља на територији слива Јабланице 1961-2011.

насеље	1961.	2011.	АСj	T1/T0	Nj	Rj	Rj%	K	TiP
Бошњаци	1691	1550	-141	0,529977	-794,808	653,8085	38,66401	-47,0023	2
Белановце	439	277	-162	0,529977	-206,34	44,33999	10,10022		2
Богуновац	509	634	125	0,529977	-239,242	364,2416	71,56023		1
Боровац	718	806	88	0,529977	-337,476	425,4763	59,25854		1
Брејановце	558	303	-255	0,529977	-262,273	7,272695	1,30335		2
Бувце	399	341	-58	0,529977	-187,539	129,5391	32,46593		2
В. Браина	243	192	-51	0,529977	-114,216	63,21553	26,01462		2
В. Војловце	1381	1312	-69	0,529977	-649,101	580,1014	42,0059		2
Варадин	392	395	3	0,529977	-184,249	395	100,7653		1
Власе	682	503	-179	0,529977	-320,556	141,5555	20,75594		2
Винарце	566	471	-95	0,529977	-266,033	171,0329	30,21782		2
Вранце	473	138	-335	0,529977	-222,321	-112,679	-23,8222		3
Гагинце	500	87	-413	0,529977	-235,011	-177,989	-35,5977		3
Г. Врановце	948	458	-490	0,529977	-445,582	-44,4184	-4,68549		3
Г. Гајтан	636	220	-416	0,529977	-298,934	-117,066	-18,4065		3
Г. Синковце	361	445	84	0,529977	-169,678	253,6782	70,27097		1
Г. Стопање	134	42	-92	0,529977	-62,983	-29,017	-21,6544		3
Г. Лапашгица	682	82	-600	0,529977	-320,556	-279,444	-40,9743		3
Газдаре	920	331	-589	0,529977	-432,421	-156,579	-17,0195		3
Гегља	170	52	-118	0,529977	-79,9039	-38,0961	-22,4095		3
Грбавце	635	154	-481	0,529977	-298,464	-182,536	-28,7458		3
Гргуровце	867	283	-584	0,529977	-407,51	-176,49	-20,3564		3
Губавце	172	21	-151	0,529977	-80,8439	-70,1561	-40,7884		3
Гургutowo	417	413	-4	0,529977	-195,999	191,9995	46,04304		2
Д. Бучумет	456	146	-310	0,529977	-214,33	-95,6696	-20,9802		3
Д. Врановце	633	295	-338	0,529977	-297,524	-40,4756	-6,39425		3
Д. Гајтан	876	404	-472	0,529977	-411,74	-60,2601	-6,879		3
Д. Лапашгица	123	72	-51	0,529977	-57,8128	6,812798	5,53886		2
Д. Синковце	574	1556	982	0,529977	-269,793	1251,793	218,0824		1
Д. Стопање	868	191	-677	0,529977	-407,98	-269,02	-30,9931		3
Д. Трњане	511	111	-400	0,529977	-511	-159,818	-31,2756		3
Дрводеља	346	216	-130	0,529977	-162,628	32,62787	9,430021		2

Дренце	255	376	121	0,529977	-119,856	240,8558	94,45326		1
Душаново	423	86	-337	0,529977	-198,82	-138,18	-32,6668		3
Булекаре	305	76	-229	0,529977	-143,357	-85,6431	-28,0797		3
Ждеглово	1064	413	-651	0,529977	-500,104	-150,896	-14,1819		3
Живково	786	279	-507	0,529977	-369,438	-137,562	-17,5015		3
Залужње	1613	1394	-219	0,529977	-758,147	539,1467	33,42509		2
Капит	2136	1500	-636	0,529977	-1003,97	367,9686	17,22699		2
Карађорђевац	241	77	-164	0,529977	-113,275	-50,7245	-21,0475		3
Кашгавар	330	47	-283	0,529977	-155,108	-127,892	-38,7553		3
Клајић	508	72	-436	0,529977	-238,772	-197,228	-38,8245		3
Коњино	314	70	-244	0,529977	-147,587	-96,4129	-30,7047		3
Кривача	231	28	-203	0,529977	-108,575	-94,4247	-40,8765		3
Леце	807	40	-767	0,529977	-379,308	-387,692	-48,0411		4
Липовица	172	21	-151	0,529977	-80,8439	-70,1561	-40,7884		3
Лугаре	399	341	-58	0,529977	-187,539	129,5391	32,46593		2
М. Браина	495	159	-336	0,529977	-232,661	-103,339	-20,8765		3
М. Војловце	526	81	-445	0,529977	-247,232	-197,768	-37,5985		3
Маровац	565	37	-528	0,529977	-265,563	-262,437	-46,4491		3
Маћедонце	580	117	-463	0,529977	-272,613	-190,387	-32,8253		3
Маћедонце Реткоц.	470	68	-402	0,529977	-220,911	-181,089	-38,5296		3
Медевце	1328	159	-1169	0,529977	-624,19	-544,81	-41,0248		3
Мелово	256	44	-212	0,529977	-120,326	-91,6742	-35,8102		3
Миланово	903	91	-812	0,529977	-424,431	-387,569	-42,9202		3
Мркоње	110	5	-105	0,529977	-51,7025	-53,2975	-48,4523		4
Негосавље	681	177	-504	0,529977	-320,085	-183,915	-27,0065		3
Оруглица	899	111	-788	0,529977	-422,55	-365,45	-40,6507		3
Пергате	1381	1312	-69	0,529977	-649,101	580,1014	42,0059		2
Петриље	289	54	-235	0,529977	-135,837	-99,1634	-34,3126		3
Петровац	368	41	-327	0,529977	-172,968	-154,032	-41,8564		3
Петровац Ј.	109	26	-83	0,529977	-51,2325	-31,7675	-29,1445		3
Печењевице	2136	1500	-636	0,529977	-1003,97	367,9686	17,22699		2
Подримце	620	72	-548	0,529977	-291,414	-256,586	-41,3848		3
Поповце	136	33	-103	0,529977	-63,9231	-39,0769	-28,733		3
Пороштица (Ј)	390	65	-325	0,529977	-183,309	-141,691	-36,3311		3
Пороштица (М)	617	39	-578	0,529977	-290,004	-287,996	-46,6768		3
Прибој	1295	225	-1070	0,529977	-608,679	-461,321	-35,6232		3
Пусто Шилово	292	94	-198	0,529977	-137,247	-60,7534	-20,8059		3
Равна Бања	1284	77	-1207	0,529977	-603,509	-603,491	-47,0008		3
Радевце	1115	133	-982	0,529977	-524,075	-457,925	-41,0695		3
Радиновац	960	145	-815	0,529977	-451,222	-363,778	-37,8936		3
Рафуна	497	69	-428	0,529977	-233,601	-194,399	-39,1144		3
Реткоцер	751	150	-601	0,529977	-352,987	-248,013	-33,0244		3
Рујковац	404	33	-371	0,529977	-189,889	-181,111	-44,8294		3
Свирице	548	162	-386	0,529977	-257,572	-128,428	-23,4357		3
Сијарина	282	43	-239	0,529977	-132,546	-106,454	-37,7495		3
Сиј. Бања	255	376	121	0,529977	-119,856	240,8558	94,45326		1
Славујце	573	394	-179	0,529977	-269,323	90,32304	15,76318		2
Спонце	426	170	-256	0,529977	-200,23	-55,7703	-13,0916		3
Ср. Бучумет	558	303	-255	0,529977	-262,273	7,272695	1,30335		2
Стара Бања	832	620	-212	0,529977	-391,059	179,0589	21,52151		2
Стубла	222	50	-172	0,529977	-104,345	-67,6549	-30,4752		3
Тогочевце	953	698	-255	0,529977	-447,932	192,9317	20,24467		2

Туларе	821	548	-273	0,529977	-385,889	112,8887	13,75014		2
Тупале	584	422	-162	0,529977	-274,493	112,4933	19,26255		2
Турековац	651	1829	1178	0,529977	-305,985	1483,985	227,9547		1
Теновац	919	1105	186	0,529977	-431,951	617,9509	67,24167		1
Цекавица	572	516	-56	0,529977	-268,853	212,853	37,21207		2
Црни Врх	701	374	-327	0,529977	-329,486	2,485948	0,354629		2
Чокотин	709	505	-204	0,529977	-333,246	129,2461	18,22936		2
Шарце	305	76	-229	0,529977	-143,357	-85,6431	-28,0797		3
Шилово	505	208	-297	0,529977	-237,361	-59,6385	-11,8096		3
Шумане	124	146	22	0,529977	-58,2828	80,28282	64,74421		1
<i>укупно</i>	58461	30983	-27478						

Прилог 6 Типологија промене ораничних површина на територији слива
Јабланице 1961-2012.

насеља	1960.	2012.	АСj	T1/T0	Nj	Rj	Rj%	K	Тип
Белановце	339	125,95	-213,05	0,671351	-111,412	-101,638	-29,9817	-47,5406	3
Богуновац	69	363,86	294,86		-22,6768	317,5368	460,1982		1
Боровац	88	166,52	78,52		-28,9211	107,4411	122,0922		1
Бошњаци	658	2,49	-655,51		-216,251	-439,259	-66,7567		4
Брејановце	166	39,49	-126,51		-54,5557	-71,9543	-43,3459		3
Бувце	212	114,18	-97,82		-212	-28,1464	-13,2766		3
Варадин	103	12,4	-90,6		-33,8509	-56,7491	-55,0963		4
Велика Браина	95	511,33	416,33		-31,2217	447,5517	471,107		1
Вел. Војловце	189	42,33	-146,67		-62,1147	-84,5553	-44,7383		3
Власе	199	143,86	-55,14		-65,4012	10,26117	5,156365		2
Винарце	609	124,43	-484,57		-200,147	-284,423	-46,7032		3
Врапце	96	81,1	-14,9		-31,5503	16,65031	17,34407		2
Газдаре	281	222,91	-58,09		-92,3504	34,26039	12,19231		2
Гегља	265	74,15	-190,85		-87,092	-103,758	-39,154		3
Гагине	206	48,89	-157,11		-67,7017	-89,4083	-43,4021		3
Г. Локошница	20	463,7	443,7		-6,57298	450,273	2251,365		1
Горње Врановце	205	51,69	-153,31		-67,3731	-85,9369	-41,9205		3
Горње Стопање	301	34,11	-266,89		-98,9234	-167,967	-55,8029		4
Горњи Гајтан	182	191,25	9,25		-59,8141	69,06413	37,94733		2
Грбавце	228	196,81	-31,19		-74,932	43,74199	19,18508		2
Гргуровце	247	392,39	145,39		-81,1763	226,5663	91,72726		1
Губавце	53	124,89	71,89		-17,4184	89,3084	168,5064		1
Гургутово	59	34,05	-24,95		-19,3903	-5,5597	-9,42323		3
Д. Лапашница	124	135,45	11,45		-40,7525	52,20249	42,09878		2
Доње Врановце	205	55,87	-149,13		-67,3731	-81,7569	-39,8814		3
Доње Стопање	413	248,08	-164,92		-135,732	-29,1879	-7,0673		3
Доње Трњане	113	158,58	45,58		-37,1373	82,71735	73,20119		1
Доњи Бучумет	224	162,23	-61,77		-73,6174	11,84739	5,289015		2
Доњи Гајтан	174	3,95	-170,05		-57,1849	-112,865	-64,865		4
Дрводел	198	95,4	-102,6		-65,0725	-37,5275	-18,9533		3
Дренце	144	221,73	77,73		-47,3255	125,0555	86,84407		1
Душаново	256	162,36	-93,64		-84,1342	-9,50584	-3,71322		3
Ђулекар	171	313,16	142,16		-56,199	198,359	115,9994		1
Ждглово	220	42,85	-177,15		-72,3028	-104,847	-47,6578		4
Живково	301	8,29	-292,71		-98,9234	-193,787	-64,3809		4
Залужје	264	147,65	-116,35		-86,7634	-29,5866	-11,2071		3
Капит	113	94,5	-18,5		-37,1373	18,63735	16,49323		2
Карађорђевац	446	140,88	-305,12		-146,577	140,88	31,58744		2
Кашгавар	95	24,97	-70,03		-31,2217	-38,8083	-40,8509		3
Клајић	470	194,55	-275,45		-154,465	-120,985	-25,7415		3
Коњино	347	111,77	-235,23		-114,041	-121,189	-34,9247		3
Кривача	249	270,23	21,23		-81,8336	103,0636	41,39101		2
Леце	185	328,1	143,1		-60,8001	203,9001	110,2163		1
Липовица	358	58,09	-299,91		-117,656	-182,254	-50,9088		4
Лугаре	178	70,3	-107,7		-58,4995	-49,2005	-27,6407		3

Мала Браина	42	111,58	69,58		-13,8033	83,38326	198,5316		1
Мало Војловце	88	118,14	30,14		-28,9211	59,06112	67,11491		1
Маровац	207	10,14	-196,86		-68,0304	-128,83	-62,2365		4
Маћедонце	176	70,86	-105,14		-57,8422	-47,2978	-26,8737		3
Маћедонце (Рет)	103	62,26	-40,74		-33,8509	-6,88914	-6,68849		3
Мелово	141	24,48	-116,52		-46,3395	-70,1805	-49,7734		4
Медевце	114	22,19	-91,81		-37,466	-54,344	-47,6702		4
Миланово	279	21,87	-257,13		-91,6931	-165,437	-59,2964		4
Мркоње	92	75,96	-16,04		-30,2357	14,19572	15,43013		2
Негосавље	107	29,57	-77,43		-35,1655	-42,2645	-39,4996		3
Оруглица	387	76,58	-310,42		-127,187	-183,233	-47,347		3
Пергате	657	73,81	-583,19		-215,922	-367,268	-55,9007		4
Петриље	77	158,78	81,78		-25,306	107,086	139,0727		1
Петровац	43	153,55	110,55		-14,1319	124,6819	289,9579		1
Петровац	44	471,1	427,1		-14,4606	441,5606	1003,547		1
Печењево	667	1352,63	685,63		-219,209	904,8389	135,658		1
Подримце	260	8,36	-251,64		-85,4488	-166,191	-63,9197		4
Поповце	217	7,34	-209,66		-71,3169	-138,343	-63,7526		4
Пороштина	241	12,4	-228,6		-79,2044	-149,396	-61,9899		4
Пороштина	39	12,34	-26,66		-12,8173	-13,8427	-35,4941		3
Прибој	320	200,38	-119,62		-105,168	-14,4523	-4,51634		3
Пусто Шилово	179	179,93	0,93		-58,8282	59,75819	33,38446		2
Равна Бања	420	32,08	-387,92		-138,033	-249,887	-59,497		4
Радевце	203	0,1	-202,9		-66,7158	-136,184	-67,0858		4
Радиновац	45	15,06	-29,94		-14,7892	-15,1508	-33,6684		3
Рафуна	197	9,4	-187,6		-64,7439	-122,856	-62,3635		4
Реткоцер	109	6,59	-102,41		-35,8227	-66,5873	-61,0892		4
Руковац	308	1,46	-306,54		-101,224	-205,316	-66,6611		4
Свирице	279	63,66	-215,34		-91,6931	-123,647	-44,3179		3
Сијарина	339	39,25	-299,75		-111,412	-188,338	-55,5569		4
Сиј. Бања	13	1	-12		-4,27244	-7,72756	-59,4428		4
Славујце	212	157,85	-54,15		-69,6736	15,52361	7,322455		2
Спонце	164	69,87	-94,13		-53,8984	69,87	42,60366		2
Ср. Бучумег	60	31,48	-28,52		-19,7189	-8,80106	-14,6684		3
Стара Бања	175	11,21	-163,79		-57,5136	-106,276	-60,7294		4
Стубла	154	73,6	-80,4		-50,612	-29,788	-19,3429		3
Тогочевце	411	8,9	-402,1		-135,075	-267,025	-64,9696		4
Туларе	136	11,04	-124,96		-44,6963	-80,2637	-59,0174		4
Тупале	285	22,39	-262,61		-93,665	-168,945	-59,279		4
Турековац	788	49,82	-738,18		-258,975	-479,205	-60,8128		4
Ћеновац	194	92,27	-101,73		-63,7579	-37,9721	-19,5732		3
Цекавица	228	25,35	-202,65		-74,932	-127,718	-56,0167		4
Црни Врх	129	14,71	-114,29		-42,3957	-71,8943	-55,732		4
Чокотин	100	107,89	7,89		-32,8649	40,75491	40,75491		2
Шарце	120	13,15	-106,85		-39,4379	-67,4121	-56,1768		4
Шилово	381	49,53	-331,47		-125,215	-206,255	-54,1351		4
Шумане	612	64,43	-547,57		-201,133	-346,437	-56,6073		4
укупно			-9821,89						

Прилог 7 Упоредни преглед броја становника према пописима (1948-2011) у сеоским насељима на територији слива Кутинске реке

насеље	над.вис.	1948.	1953.	1961.	1971.	1981.	1991.	2002.	2011.
Насеље Н.Тесла	220	686	880	1500	2360	3029	3710	3532	4651
Лазарево Село	350	233	227	221	213	180	164	160	149
Прва Кутина	230	1032	868	971	1131	1048	1085	1900	956
Радикина Бара	380	540	510	466	308	162	123	65	60
Велики Вртоп	600	941	940	862	775	564	394	270	216
Вукманово	400	633	598	552	483	471	406	389	340
Гаре	420	346	360	321	234	144	92	59	39
Гацин Хан	280	931	951	879	903	997	1131	1245	1223
Горње Драговље	550	1126	1152	1212	1109	866	647	431	329
Горњи Душник	480	748	763	648	497	346	296	237	184
Горње Влаسه	400	1048	933	756	621	423	306	171	104
Гркиња	340	1402	1393	1320	1101	973	833	771	648
Доње Драговље	490	977	976	964	862	643	530	452	389
Доњи Душник	400	502	549	546	535	547	613	591	516
Дуга Пољана	485	340	341	247	139	97	63	60	39
Јагличје	520	618	587	487	378	245	140	92	56
Калетинац	780	559	538	490	350	226	150	101	60
Копривница	550	904	847	705	461	295	166	99	59
Краставче	410	781	670	538	305	220	192	110	98
Личје	480	1540	1519	1488	1264	982	643	414	269
Мали Вртоп	470	506	508	502	370	298	209	150	126
Мали Крчимир	700	461	497	497	487	420	330	256	195
Марина Кутина	370	821	798	672	588	491	419	347	297
Миљковац	500	265	248	193	131	86	62	50	34
Овсниац	500	683	685	640	541	428	337	237	148
Семче	560	802	792	782	676	553	397	309	226
Сопотница	550	950	898	715	604	474	334	248	179
Тасковићи	280	859	824	706	531	434	403	403	316
Ћелије	670	485	500	423	271	205	125	62	44
Чагровац	450	730	752	634	485	331	246	161	114
Шебет	670	376	345	254	197	166	118	79	57
укупно		22825	22449	21191	18910	16344	14664	13451	12121

Прилог 8 Упоредни преглед броја домаћинстава према пописима (1948-2011) у сеоским насељима на територији слива Кутинске реке

	над. вис	1948	1953	1961	1971	1981	1991	2002	2011
Насеље Н.Тесла	220	181	237	431	663	899	1159	1214	1511
Лазарево Село	350	45	46	45	47	55	49	61	60
Прва Кутина	230	208	193	256	296	301	332	598	333
Радикина Бара	380	98	97	110	84	63	50	21	20
Велики Вртоп	600	164	164	172	184	179	150	133	107
Вукманово	400	112	114	128	115	131	116	133	124
Гаре	420	56	58	58	57	23	44	33	24
Гацин Хан	280	177	195	232	281	326	371	440	464
Горње Драговље	550	174	177	186	207	236	229	196	166
Горњи Душник	480	135	142	142	134	130	120	103	88
Горње Влазе	400	188	186	190	179	156	125	98	63
Гркиња	340	240	260	291	302	301	267	299	261
Доње Драговље	490	169	183	189	203	196	186	194	161
Доњи Душник	400	121	139	161	179	190	200	195	185
Дуга Пољана	485	62	63	63	55	54	40	34	26
Јагличје	520	100	104	108	109	100	64	59	37
Калетинац	780	90	91	90	92	84	65	49	33
Копривница	550	154	147	149	144	118	77	52	32
Краставче	410	127	126	128	116	103	85	56	56
Личје	480	274	275	286	293	289	247	203	144
Мали Вртоп	470	89	88	92	97	93	84	67	63
Мали Крчимир	700	77	82	83	94	103	100	90	76
Марина Кутина	370	148	146	156	160	156	140	146	128
Миљковац	500	43	43	43	40	34	26	23	17
Овсњац	500	107	112	117	129	131	124	108	73
Семче	560	147	146	149	156	149	134	113	103
Сопотница	550	161	159	156	151	156	134	109	78
Тасковићи	280	150	154	158	153	149	140	158	141
Ћелије	670	92	91	91	83	78	58	35	25
Чагровац	450	121	139	135	144	126	110	82	60
Шебет	670	77	67	63	58	54	46	37	27
укупно		4087	4224	4658	5005	5163	5072	5139	4686

Прилог 9 Типови популационе динамике насеља на територији слива Кутинске реке 1961-2011.

насеље	над.висина	1961.	2011.	АСj	T1/T0	Nj	Rj	Rj%	K	ТИР
Насеље Н.Тесла	220	1500	4651	3151	0,5719	-642,018	3793,018	252,8679	-42,80	1
Гаџин Хан	280	879	1223	344		-376,222	720,2225	81,93657		1
Прва Кутина	230	971	956	-15		-415,6	400,5995	41,25639		2
Доњи Душник	400	546	516	-30		-233,694	203,6945	37,30668		2
Лазарево Село	350	221	149	-72		-94,5906	22,59063	10,222		2
Вукманово	400	552	340	-212		-236,263	24,26256	4,395392		3
Гркиња	340	1320	648	-672		-564,976	-107,024	-8,1079		3
Тасковићи	280	706	316	-390		-302,176	-87,8236	-12,4396		3
Марина Кутина	370	672	297	-375		-287,624	-87,376	-13,0024		3
Доње Драговље	490	964	389	-575		-412,603	-162,397	-16,8461		3
Мали Крчимир	700	497	195	-302		-212,722	-89,2781	-17,9634		3
Семче	560	782	226	-556		-334,705	-221,295	-28,2986		3
Горњи Душник	480	648	184	-464		-277,352	-186,648	-28,8037		3
Горње Драговље	550	1212	329	-883		-518,75	-364,25	-30,0536		3
Мали Вртоп	470	502	126	-376		-214,862	-161,138	-32,0992		3
Велики Вртоп	600	862	216	-646		-368,946	-277,054	-32,1408		3
Сопотница	550	715	179	-536		-306,029	-229,971	-32,1638		3
Овсњац	500	640	148	-492		-273,928	-218,072	-34,0738		3
Шебег	670	254	57	-197		-108,715	-88,285	-34,7579		3
Краставче	410	538	98	-440		-230,27	-209,73	-38,9832		3
Личје	480	1488	269	-1219		-636,882	-582,118	-39,1209		3
Чагровац	450	634	114	-520		-271,36	-248,64	-39,2177		3
Миљковац	500	193	34	-159		-82,6063	-76,3937	-39,5822		3
Дуга Пољана	485	247	39	-208		-105,719	-102,281	-41,4093		3
Горње Влаче	400	756	104	-652		-323,577	-328,423	-43,4422		4
Радикина Бара	380	466	60	-406		-199,454	-206,546	-44,3233		4
Калетинац	780	490	60	-430		-209,726	-220,274	-44,9539		4
Гаре	420	321	39	-282		-137,392	-144,608	-45,0493		4
Јагличје	520	487	56	-431		-208,442	-222,558	-45,6998		4
Ћелије	670	423	44	-379		-181,049	-197,951	-46,7969		4
Копривница	550	705	59	-646		-301,748	-344,252	-48,83		4
<i>укупно</i>		21191	12121	-9070						

Прилог 10 Типологија промене ораничних површина на територији слива Кутинске реке 1961-2012.

насеља	1960.	2012.	АС _j	T1/T0	N _j	R _j	R _j %	К	Тип
Лаз. Село	58	4,41	-53,59	0,3	-40,9	-12,7	-21,8721	-78,0972	3
Нас. Н. Тесла	138	63,29	-74,71		-97,32	22,61	16,38673		2
Прва Кутина	208	35,4	-172,6		-146,7	-25,9	-12,4564		3
Радикина Бара	196	4,88	-191,1		-138,2	-52,9	-26,9858		3
Велики Вртоп	307	89,29	-217,7		-216,5	-1,2	-0,3909		3
Гаре	185	12,64	-172,4		-130,5	-41,9	-22,6432		3
Гацин Хан	283	79,86	-203,1		-199,6	-3,56	-1,25651		3
Горње Драговље	404	109,02	-295		-284,9	-10,1	-2,49044		3
Горњи Душник	227	35,77	-191,2		-160,1	-31,1	-13,7179		3
Гркиња	536	242,02	-294		-378	84,03	15,6774		2
Доње Драговље	370	89,53	-280,5		-260,9	-19,5	-5,27829		3
Доњи Душник	138	51,93	-86,07		-97,32	11,25	8,154847		2
Дуга Пољана	132	12,29	-119,7		-93,09	-26,6	-20,165		3
Јагличје	194	2,97	-191		-136,8	-54,2	-27,9447		3
Калетинац	145	19,23	-125,8		-102,3	-23,5	-16,2135		3
Копривница	264	10,92	-253,1		-186,2	-66,9	-25,3392		3
Краставче	229	14,07	-214,9		-161,5	-53,4	-23,3315		3
Личје	599	116,07	-482,9		-422,4	-60,5	-10,0983		3
Мали Вртоп	117	34,5	-82,5		-82,51	0,014	0,011592		2
Марина Кутина	168	62,61	-105,4		-118,5	13,09	7,792269		2
Миљковац	109	11,47	-97,53		-76,87	-20,7	-18,9527		3
Овсињинац	222	69,01	-153		-156,6	3,574	1,609998		2
Семче	235	101,55	-133,5		-165,7	32,28	13,73718		2
Сопотница	258	59,88	-198,1		-182	-16,2	-6,26629		3
Тасковићи	287	48,29	-238,7		-202,4	-36,3	-12,6498		3
Ћелије	153	6,19	-146,8		-107,9	-38,9	-25,4298		3
Чагровац	260	16,05	-244		-183,4	-60,6	-23,3025		3
Шебет	107	14,71	-92,29		-75,46	-16,8	-15,7279		3
Вукманово	107	35,62	-71,38		-75,46	4,081	3,814132		2
Горње Влаسه	192	48	-144			-8,593	-4,47559		3
Мали Крчимир	207	29	-178			-32,014	-15,4659		3
<i>укупно</i>	6636	1956	-4680						

Прилог 11 Изведени противерозивни радови у сливу Кутинске реке

Назив тока	P (km ²) и степен ерозије	Основне карактеристике тока	пронос наноса (m ³ /год.) и изведени радови у сливу
Станков до, десна притока	P= 0,88 km ² Ерозија- јака 4%; средња 96%	Кота извора 408 m кота ушћа 230 m Макс. Количина воде 6,5 m ³ /s	пронос наноса 400 m ³ /год.
Поток Баштовац, десна притока	P=1,83 km ² Ерозија- јака 5% Средња 71% Врло слаба 24%	Кота извора 400 m кота ушћа 235 m Макс. Количина воде 14,5 m ³ /s	пронос наноса 1464 m ³ /год.
Црнска долина, десна притока	P=1,19 km ² Ерозија-Средња 54%, слаба 16% Врло слаба 30%	Кота извора 400 m кота ушћа 235 m Макс. Количина воде 11 m ³ /s	пронос наноса 952 m ³ /год.
Црвени камен, десна притока	P=3,14 km ² Ерозија-јака 20%, Средња 8%, слаба 23% Врло слаба 49%	Кота извора 500 m кота ушћа 240 m Макс. Количина воде 27 m ³ /s	пронос наноса 1570 m ³ /год.
Крива долина, десна притока	P=2,54 km ² Ерозија-јака 10%, Средња 25%, слаба 33% Врло слаба 32%	Кота извора 500 m кота ушћа 240 m Макс. Количина воде 22 m ³ /s	пронос наноса 1270 m ³ /год.
Кутински поток, десна притока	P=1,85 km ² Ерозија- Средња 20%, слаба 40% Врло слаба 40%	Кота извора 640 m кота ушћа 250 m Макс. Количина воде 18 m ³ /s	пронос наноса 370 m ³ /год.
Копривничка р., десна притока	P=11,5 km ² Ерозија-јака 12%, Средња 51%, слаба 31% Врло слаба 6%	Кота извора 650 m кота ушћа 270 m Макс. Количина воде 73 m ³ /s	пронос наноса 9200 m ³ /год.
Венежица, десна притока	P=17,7 km ² Ерозија-јака 25%, Средња 42%, слаба 31% Врло слаба 2%	Кота извора 650 m кота ушћа 270 m Макс. Количина воде 88 m ³ /s	пронос наноса 14160 m ³ /год.
Поток Тумба, десна притока	P=0,72 km ² Ерозија- Средња 70%, слаба 30% Врло слаба 2%	Кота извора 580 m кота ушћа 280 m	-
Брестовица, десна притока	P=2,69 km ² Ерозија-јака 10%, Средња 65%, слаба 25%	Кота извора 460 m кота ушћа 300 m	пронос наноса 1345 m ³ /год.
Буча, десна притока	P=8,51 km ² Ерозија- Средња 50%, слаба 48% Врло слаба 2%	Кота извора 620 m кота ушћа 320 m Макс. Количина воде 62 m ³ /s	пронос наноса 4255 m ³ /год.
Миљковачки поток, десна притока	P=4,7 km ² Ерозија- Средња 27%, слаба 73%	Кота извора 600 m кота ушћа 380 m Макс. Количина воде 42 m ³ /s	пронос наноса 2390 m ³ /год.
Горње Душнички п., десна притока	P=15,09 km ² Ерозија-јака 10%, Средња 45%, слаба 22% Врло слаба 23%	Кота извора 780 m кота ушћа 380 m Макс. Количина воде 82 m ³ /s	пронос наноса 7545 m ³ /год.

Сопотнички п., десна притока	P=6,11 km ² Ерозија-јака 15%, Средња 70%, слаба 10% Врло слаба 5%	Кота извора 800 m кота ушћа 400 m Макс. Количина воде 48 m ³ /s	пронос наноса 9165 m ³ /год.
Овсињиначки поток, десна притока	P=18,46 km ² Ерозија-јака 25%, Средња 20%, слаба 51% Врло слаба 4%	Кота извора 780 m кота ушћа 425 m Макс. Количина воде 88 m ³ /s	пронос наноса 9230 m ³ /год.
Србовница-Вртопски поток, десна притока	P=13,94 km ² Ерозија-јака 15%, Средња 34%, слаба 41% Врло слаба 10%	Кота извора 940 m кота ушћа 430 m Макс. Количина воде 81 m ³ /s	пронос наноса 11152 m ³ /год.
Изворишни део Кутине	P=6,85 km ² Ерозија-јака 7%, Средња 22%, слаба 71%	Кота извора 680 m кота ушћа 450 m Макс. Количина воде 54 m ³ /s	пронос наноса 5480 m ³ /год.
Сливов поток-Ковачки, лева притока	P=5,13 km ² Ерозија- Средња 14%, слаба 86%	Кота извора 740 m кота ушћа 450 m Макс. Количина воде 42 m ³ /s	пронос наноса 2565 m ³ /год.
Горње Драговљанска река 1, лева притока	P=1,66 km ² Ерозија- слаба 100%	Кота извора 520 m кота ушћа 420 m Макс. Количина воде 15 m ³ /s	пронос наноса 830 m ³ /год.
Горње Драговљанска река 2, лева притока	P=2,19 km ² Ерозија-јака 5%, Средња 5%, слаба 90%	Кота извора 760 m кота ушћа 440 m Макс. Количина воде 19 m ³ /s	пронос наноса 1095 m ³ /год.
Градишка долина, лева притока	P=1,66 km ² Ерозија- Средња 72%, слаба 28%	Кота извора 620 m кота ушћа 420 m Макс. Количина воде 15 m ³ /s	пронос наноса 830 m ³ /год.
Градишка долина 1, лева притока	P=1,6 km ² Ерозија- Средња 30%, слаба 70%	Кота извора 500 m кота ушћа 410 m Макс. Количина воде 14 m ³ /s	пронос наноса 800 m ³ /год.
Доње Драговљанска река, лева притока	P=6,62 km ² Ерозија-јака 10%, Средња 30%, слаба 55% Врло слаба 5%	Кота извора 980 m кота ушћа 400 m Макс. Количина воде 52 m ³ /s	пронос наноса 3310 m ³ /год.
Дамњанов до, лева притока	P=1,42 km ² Ерозија- Средња 24%, слаба 76%	Кота извора 620 m кота ушћа 390 m Макс. Кол. воде 12 m ³ /s	пронос наноса 710 m ³ /год.
Раданов до, лева притока	P=2,05 km ² Ерозија-јака 5%, Средња 14%, слаба 79% Врло слаба 2%	Кота извора 900 m кота ушћа 385 m Макс. Количина воде 18 m ³ /s	пронос наноса 1025 m ³ /год.
Кузманов до, лева притока	P=0,75 km ² Ерозија-јака 15%, слаба 60% Врло слаба 25%	Кота извора 680 m кота ушћа 380 m Макс. Количина воде 6 m ³ /s	пронос наноса 375 m ³ /год. Вршени технички радови у сливу
Бела река, лева притока	P=5,19 km ² Ерозија-јака 6%, Средња 36%, слаба 35% Врло слаба 23%	Кота извора 1050 m кота ушћа 360 m Макс. Количина воде 42 m ³ /s	пронос наноса 4152 m ³ /год. Вршени технички радови, попречни објекти, пошумљавање
Љута река, лева притока	P=6,60 km ² Ерозија- Средња 37%, слаба 53% Врло слаба 10%	Кота извора 1022 m кота ушћа 350 m Макс. Количина воде 52 m ³ /s	пронос наноса 3300 m ³ /год. Вршени технички радови у кориту -попречни објекти, ископ, зид од жичаних корпи, камени набачај; технички радови у сливу; пошумљавање и затрављивање

Козјачка долина , лева притока	P=3,49 km ² Ерозија-јака 3%, Средња 7%, слаба 45% Врло слаба 45%	Кота извора 860 m кота ушћа 360 m Макс. Количина воде 30 m ³ /s	пронос наноса 2792 m ³ /год. Вршени технички радови у кориту и технички радови у сливу као и пошумљавање и затрављивање
Теларска река , лева притока	P=5,07 km ² Ерозија- слаба 20% Врло слаба 80%	Кота извора 980 m кота ушћа 315 m Макс. Количина воде 42 m ³ /s	пронос наноса 2535 m ³ /год.
Гркињска река , лева притока	P=12,50 km ² Ерозија- Средња 10%, слаба 59% Врло слаба 21%	Кота извора 800 m кота ушћа 280 m Макс. Количина воде 77 m ³ /s	пронос наноса 6265 m ³ /год. Вршени технички радови у кориту и технички радови у сливу као и пошумљавање
Зли дол , лева притока	P=4,2 km ² Ерозија- Средња 40%, слаба 50% Врло слаба 10%	Кота извора 720 m кота ушћа 260 m Макс. Количина воде 34 m ³ /s	пронос наноса 2100 m ³ /год. Вршени технички радови у сливу (градиони) као и пошумљавање и затрављивање
Лазаревоселски поток , лева притока	P=1,5 km ² Ерозија- Средња 45%, слаба 34% Врло слаба 21%	Кота извора 420 m кота ушћа 240 m Макс. Количина воде 13 m ³ /s	пронос наноса 750 m ³ /год. Вршени биолошки радови у сливу затрављивање
Вукмановски поток , лева притока	P=6,56 km ² Ерозија- Средња 53%, слаба 27% Врло слаба 20%	Кота извора 660 m кота ушћа 220 m Макс. Количина воде 52 m ³ /s	пронос наноса 5248 m ³ /год. Вршени технички радови у кориту (попречни објекти, ископ, зид од камена у цементном малтеру и бетону, зид од жичаних корпи, камени набачај) и технички радови у сливу (рустикалне преградице) као и биолошки радови (пошумљавање и затрављивање)
Кутинска река	P=232,5 km ² Под ерозијом 221,8 km ²		пронос наноса 140982 m ³ /год.

*Извор тебеле: Катастар бујица у сливу Нишаве, свеска 1, Ниш 1972. година, „Ерозија“ Ниш

Прилог 12 Становништво у сеоским насељима на територији слива Јабланице по великим старосним групама 1961. и 2011. године

	1961.					2011.				
	укупно	0-19	20-39	40-64	65+	укупно	0-19	20-39	40-64	65+
Бошњаце	1691	336	168	668	521	1550	346	40	534	270
Белановце	439	159	119	97	64	277	50	63	94	70
Богуновац	509	209	128	99	73	634	132	162	217	113
Боровац	718	260	183	162	113	806	320	162	295	190
Брејановце	558	198	150	119	107	303	59	67	97	80
Бувце	399	135	113	87	64	72	19	16	13	24
В. Браина	243	84	55	60	44	192	32	35	59	66
В. Војловце	1381	480	350	302	249	1307	158	464	504	181
Варадин	392	138	88	84	82	395	79	111	139	66
Власе	682	230	174	155	133	503	67	115	197	124
Винарце	566	194	146	119	107	471	91	137	150	93
Врапце	473	162	126	89	86	138	22	25	43	48
Гагинце	500	122	206	99	73	87	11	29	27	20
Г. Врановце	948	345	224	214	165	139	18	15	54	52
Г. Гајтан	636	223	160	155	110	220	45	50	81	44
Г. Синковце	361	129	82	78	72	445	80	137	152	79
Г. Стопање	134	26	92	7	8	42	8	13	15	4
Г. Лапаштица	682	221	166	155	133	82	13	19	30	20
Газдаре	920	215	335	204	166	331	67	62	112	90
Гегља	170	98	57	8	7	220	45	51	56	68
Грбавце	635	218	152	135	130	154	30	25	43	56
Гргуровце	867	320	204	180	156	331	67	62	112	90
Губавце	172	46	45	36	55	21	2	/	12	7
Гургутово	417	153	113	87	63	413	87	113	149	64
Д. Бучумет	456	164	116	79	87	146	21	30	46	59
Д. Врановце	633	218	152	135	127	277	49	62	97	69
Д. Гајтан	876	323	203	156	194	404	84	110	146	64
Д. Лапаштица	123	25	37	32	29	72	9	17	25	23
Д. Синковце	574	200	148	119	107	1556	353	434	537	232
Д. Стопање	868	173	231	168	142	191	31	40	56	64
Д. Трњане	511	209	130	99	73	111	28	26	36	21
Дрводеља	346	124	82	72	68	37	9	4	10	14
Дренце	255	65	84	62	54	376	88	97	141	50
Душаново	423	149	118	92	64	86	9	28	29	21
Ђулекаре	305	106	80	67	52	76	9	21	20	27
Ждеглово	1064	349	320	300	195	634	159	156	226	93
Живково	786	258	204	175	139	279	49	65	94	70
Залужње	1613	530	431	420	232	1394	302	350	480	262
Капит	2136	847	700	340	240	1500	268	330	554	348
Карађорђевац	241	83	60	55	44	77	10	19	25	22
Каштавар	330	111	67	90	62	47	11	15	15	4
Клајић	508	209	127	99	73	159	23	15	47	74
Коњино	314	105	80	67	62	806	138	203	316	149
Кривача	231	94	63	50	24	671	146	168	249	114
Леце	807	298	204	155	150	40	3	13	21	3
Липовица	172	41	56	60	25	91	6	10	34	41
Лугаре	399	152	124	73	59	341	68	92	123	58
М. Браина	495	162	134	126	73	159	28	33	49	49
М. Војловце	526	194	136	109	107	81	13	20	27	20

Маровац	565	193	146	119	107	37	5	15	4	13
Маћедонце	580	201	153	119	107	117	20	16	51	30
Маћедонце Реткоц.	470	151	118	105	96	68	8	17	19	21
Медевце	1328	485	330	277	236	159	29	30	48	52
Мелово	256	90	62	60	54	44	5	18	14	7
Миланово	903	335	214	160	194	91	2	19	35	35
Мркоње	110	50	30	17	13	5	/	1	2	2
Негосавље	681	231	160	133	155	177	27	34	56	60
Оруглица	899	224	325	194	156	111	17	13	51	30
Пертате	1381	470	347	302	262	1312	277	324	475	236
Петриље	289	67	96	72	54	54	1	4	19	30
Петровац	368	149	97	88	50	26	/	2	10	14
Петровац Л.	109	46	18	25	20	41	5	17	16	4
Печењевце	2136	753	506	123	118	1500	278	320	554	348
Подримце	620	223	160	128	109	72	8	20	24	20
Поповце	136	42	42	29	21	295	63	67	87	78
Пороштица (Л)	390	151	92	97	50	65	3	12	27	23
Пороштица (М)	617	220	160	128	109	72	5	15	29	23
Прибој	1295	324	460	275	236	225	47	49	86	49
Пусто Шилово	292	99	69	94	54	94	3	19	37	35
Равна Бања	1284	320	465	273	226	77	9	17	29	22
Радевце	1115	240	300	190	176	39	1	12	7	19
Радиновац	960	225	345	214	176	72	20	11	26	15
Рафуна	497	202	123	99	73	76	6	11	22	37
Реткоцер	751	272	187	168	162	150	26	29	46	49
Рујковац	404	142	113	87	64	33	/	6	13	14
Свирице	548	185	137	119	107	162	25	28	53	56
Сијарина	282	93	65	70	54	43	2	7	20	14
Сијаринска Б.	255	84	55	62	54	376	88	97	141	50
Славујце	574	192	140	119	107	394	59	69	96	70
Спонце	426	155	120	87	64	170	28	30	53	59
Ср. Бучумет	558	190	142	107	119	303	54	77	98	74
Стара Бања	832	305	332	190	166	620	128	168	215	109
Стубла	222	87	46	45	44	50	3	12	15	20
Тогочевце	953	194	301	174	136	698	133	172	238	155
Туларе	821	300	326	166	190	548	112	142	191	107
Тупале	584	202	156	119	107	422	87	120	151	64
Турековац	651	233	166	159	93	1829	396	505	665	263
Ћеновац	919	244	325	194	156	1105	220	290	400	195
Цекавица	572	146	194	125	107	516	76	130	208	99
Црни Врх	701	239	174	155	133	374	78	87	131	49
Чокотин	709	248	173	133	155	505	73	127	206	99
Шарце	305	106	80	67	52	76	11	20	25	20
Шилово	505	127	206	99	73	208	44	42	79	43
Шумане	124	35	36	24	29	146	25	28	45	48

Прилог 13 Становништво у сеоским насељима на територији слива Кутинске реке по великим старосним групама 1961. и 2011. године

	1961.					2011.				
	укупно	0-19	20-39	40-64	65 и више	укупно	0-19	20-39	40-64	65 +
Насеље Н.Тесла	1500	494	562	345	99	4642	927	1458	1746	511
Гаџин Хан	879	291	310	213	65	1131	227	235	467	202
Прва Кутина	971	293	358	255	65	956	172	187	348	202
Доњи Душник	546	172	177	150	47	494	82	104	123	139
Лазарево Село	221	78	72	53	18	149	31	17	55	33
Вукманово	552	194	186	131	41	340	49	67	131	93,0
Гркиња	1320	431	437	359	92	608	84	82	243	199
Тасковићи	706	219	238	192	57	305	32	45	123	105
Марина Кутина	672	234	211	183	44	279	36	35	100	108
Доње Драговље	964	329	363	234	38	370	73	40	123	139
Мали Крчимир	497	196	170	102	29	186	31	16	63	76
Семче	782	294	259	200	29	219	30	17	80	92
Горњи Душник	648	244	187	162	55	178	13	20	60	85
Горње Драговље	1212	481	429	257	45	318	20	24	99	175
Мали Вртоп	502	190	160	132	20	121	14	11	28	68
Велики Вртоп	862	299	283	221	59	208	19	24	43	122
Сопотница	715	231	215	213	56	172	24	19	50	79
Овсињац	640	241	215	143	41	138	16	7	47	68
Шебет	254	80	76	70	28	54	3	3	22	26
Краставче	538	195	159	153	31	97	1	7	31	58
Личје	1488	512	518	366	92	261	19	12	76	154
Чагровац	634	228	196	177	33	113	7	9	53	44
Миљковац	193	64	48	63	18	34	3	3	12	16
Дуга Пољана	247	72	78	73	24	38	/	1	17	20
Горње Власе	756	194	241	248	73	104	5	17	46	32
Радикина Бара	466	162	150	117	37	60	12	17	19	12
Калетинац	490	183	141	125	41	60	/	4	17	38
Гаре	321	135	99	72	15	38	2	1	10	25
Јагличје	487	180	151	131	25	56	2	/	8	46
Ђелије	423	161	121	105	36	44	/	/	14	30
Копривница	705	244	212	196	53	57	/	3	13	41

БИОГРАФИЈА АУТОРА

Кандидат Милена Николић је рођена 5.5.1984. године у Нишу, где је завршила основну школу и гимназију "Светозар Марковић". Дипломски рад на Природно-математичком факултету Универзитета у Нишу на тему "Регионално-географски приказ Мексика", одбранила је 2007. године, под менторством проф. др Драгутина Тошића, оценом 10, чиме је завршила основне студије са просечном оценом 8,71 и стекла звање дипломирани географ. Мастер рад на тему "Детерминанте хемизма воде у сливу Црвене реке" одбранила је 2010. године под менторством проф. др Предрага Манојловића, са просечном оценом 9,71 и тиме стекла звање мастер географ.

Школске 2011/12. године уписала је докторске студије, модул Геонауке на Географском факултету Универзитета у Београду. Положила је све испите предвиђене наставним планом и програмом са просечном оценом 9,5.

Током 2010. године радила је у Лабораторији за физичку географију на Природно-математичком факултету у Нишу ангажована као истраживач-приправник на пројекту Министарства науке и просвете Републике Србије (146005) под називом "Интензитет механичке и хемијске ерозије и акумулације у Источној Србији". Од школске 2011/12. године запослена је на Природно-математичком факултету у Нишу, на Департману за географију, у звању сарадник у настави, а од децембра 2013. године у звању асистент, за ужу научну област Физичка географија.

Познаје рад на рачунару и ГИС. Одлично говори енглески језик и користи се француским језиком.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Милена Ј. Николић
Број индекса 15/2011

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

УТИЦАЈ ПРИРОДНИХ И АНТРОПОГЕНИХ ФАКТОРА НА ИНТЕНЗИТЕТ
ЕРОЗИЈЕ У СЛИВОВИМА ЈАБЛАНИЦЕ И КУТИНСКЕ РЕКЕ

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, 30.05.2019. године

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Милена Ј. Николић
Број индекса 15/2011
Студијски програм докторске студије геонаука
Наслов рада УТИЦАЈ ПРИРОДНИХ И АНТРОПОГЕНИХ ФАКТОРА НА
ИНТЕНЗИТЕТ ЕРОЗИЈЕ У СЛИВОВИМА ЈАБЛАНИЦЕ И КУТИНСКЕ РЕКЕ
Ментор проф. др Славољуб Драгићевић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива 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.

Потпис аутора

У Београду, 30.05.2019. године

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

УТИЦАЈ ПРИРОДНИХ И АНТРОПОГЕНИХ ФАКТОРА НА ИНТЕНЗИТЕТ ЕРОЗИЈЕ У СЛИВОВИМА ЈАБЛАНИЦЕ И КУТИНСКЕ РЕКЕ

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.

Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, 30.05.2019. године