

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ

Миљисав Д. Томић

**АНАЛИЗА АНТРОПОГЕНИХ УТИЦАЈА НА
ПРИРОДНЕ РЕСУРСЕ У ЗОНИ РУДАРСКОГ
БАСЕНА „КОЛУБАРА“ ДАЉИНСКОМ
ДЕТЕКЦИЈОМ**

докторска дисертација

Београд, 2016

UNIVERZITET U BEOGRADU

ŠUMARSKI FAKULTET

Milisav D. Tomić

**ANALIZA ANTROPOGENIH UTICAJA NA
PRIRODNE RESURSE U ZONI RUDARSKOG
BASENA „KOLUBARA“ DALJINSKOM
DETEKCIJOM**

doktorska disertacija

Beograd, 2016

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF FORESTRY

Milisav D. Tomić

**ANALYSIS OF ANTHROPOGENIC IMPACTS ON
THE NATURAL RESOURCES IN THE ZONE
MINING BASIN „KOLUBARA“ REMOTE
SENSING**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2016

Универзитет у Београду, Шумарски факултет

Чланови комисије за одбрану докторске дисертације:

Ментор:

Проф. др **Миодраг Златић**, редовни професор,
Универзитет у Београду, Шумарски факултет

Коментор:

Проф. др **Мишко Милановић**, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Географски факултет

Комисија:

Др **Ратко Ристић**, редовни професор,
Универзитет у Београду, Шумарски факултет

Др **Мирјана Тодосијевић**, доцент,
Универзитет у Београду, Шумарски факултет

Проф. др **Славољуб Драгићевић**, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Географски факултет

Датум одбране докторске дисертације

Београд

Кључне речи:

Антропогени утицаји, даљинска детекција, РБ Колубара, природни ресурси.

Научна област: Биотехничке науке

Ужа научна област: Заштита земљишних и водних ресурса

УДК: 502/504:528.88(497.11)(043.3)

Scientific field: Biotechnical sciences

Narrow scientific field: Erosion and Soil and Water Conservation

UDC: 502/504:528.88(497.11)(043.3)

Key words:

Anthropogenic impacts, remote sensing, Kolubara basin, natural resources.

КЉУЧНЕ ДОКУМЕНТАЦИОНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ

Редни број (РБ):	
Идентификациони број (ИБР):	
Тип документације (ТД):	Монографска публикација
Тип записа (ТЗ):	Текстуални штампани документ
Врста рада (ВР):	Докторска дисертација
Аутор (АУ):	Милисав Томић
Ментор (МН):	Др Миодраг Златић, редовни професор Универзитет у Београду Шумарски факултет
Наслов рада (НР):	Анализа антропогених утицаја на природне ресурсе у зони Рударског басена „Колубара“ даљинском детекцијом
Језик публикације (ЈЗ):	Српски / ћирилица
Земља публикације (ЗП):	Србија
Географско подручје (УГП):	Београд
Година (ГО):	2016
Издавач (ИЗ):	Ауторски репринт
Место и адреса (МА):	11 030 Београд, Кнеза Вишеслава 1
Физички опис рада:	5 поглавља, 253 страница, 72 литературна навода, 67 слика, 31 графикон, 44 табеле, 83 прилога
Научна област (НО):	Биотехничке науке
Научна дисциплина (ДИС):	Заштита земљишних и водних ресурса
Предметна одредница / кључне речи (ПО)	Антропогени утицаји, даљинска детекција, РБ Колубара, природни ресурси
УДК:	502/504:528.88(497.11)(043.3)
Чува се (ЧУ):	Библиотека Шумарског факултета, Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд, Србија
Важна напомена (ВН):	Нема
Датум прихватања теме од стране ННВ:	
Датум одбране (ДО):	
Чланови комисије (КО):	др Миодраг Златић , редовни професор, Универзитет у Београду, Шумарски факултет др Мишко Милановић , ванредни професор, Универзитет у Београду, Географски факултет др Ратко Ристић , редовни професор, Универзитет у Београду, Шумарски факултет др Мирјана Тодосијевић , доцент, Универзитет у Београду, Шумарски факултет др Славољуб Драгићевић , ванредни професор, Универзитет у Београду, Географски факултет

KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number (ANO):	
Identification number (INO):	
Document type (DT):	Monograph documentation
Type of record (TR):	Textual printed document
Contains code (CC):	Doctoral dissertation
Author (AU):	MSc МилисавТомић
Menthor (MN):	PhD Miodrag Zlatić, full professor University of Belgrade Faculty of Forestry
Title (TI):	
Language of text (LT):	Serbian/ Cyrillic alphabet
Country of publication (CP):	Serbia
Locality of publication (LP):	Belgrade
Publication year (PY):	2016
Publisher (PU):	The authors reprint
Publication place (PP):	11 030 Belgrade, Kneza Вишеслава 1
Physical description (PD):	5chapters, 253 pages, 72 references, 67 pictures, 31 graphs,44 tables, 83 appendices
Scientific field (SF):	Biotechnological sciences
Scientific discipline (SD):	Protection of land and water resources
Subject/Key words (CX):	anthropogenic impacts, remote sensing, RB Kolubara, natural resources
UC:	502/504:528.88(497.11)(043.3)
Holding Data (HD):	Library of Faculty of Forestry, Kneza Вишеслава 1, 11030 Belgrade
Note (N):	None
Accepted by Scientific Board on (ACB):	
Defended on (DE):	
Thesis Defend Board (DB):	PhD Miodrag Zlatić, full professor University of Belgrade Faculty of Forestry PhD Мишко Милановић, associate professor University of Belgrade Faculty of Geography PhD Ratko Ristić, full professor University of Belgrade Faculty of Forestry PhD Mirjana Todosijeвић, docent University of Belgrade Faculty of Forestry PhD Slavoljub Dragičeвић, associate professor University of Belgrade Faculty of Geography

АНАЛИЗА АНТРОПОГЕНИХ УТИЦАЈА НА ПРИРОДНЕ РЕСУРСЕ У ЗОНИ РУДАРСКОГ БАСЕНА КОЛУБАРА ДАЉИНСКОМ ДЕТЕКЦИЈОМ

Резиме:

Докторска дисертација „Анализа антропогених утицаја на природне ресурсе у зони Рударског басена „Колубара“ (у даљем тексту РБ Колубара), даљинском детекцијом”, приказује могућности истраживања антропогених утицаја у зони РБ Колубара применом даљинске детекције, уз приказ неколико досадашњих истраживања у свету.

Колубарски угљени басен у периоду после Другог светског рата, карактеришу интензивни процеси квантитативних и квалитативних трансформација простора као последица територијалне организације рударско-енергетско-индустријских делатности, уз урбанизацију и размештај становништва. Долази до трансфера руралног простора у индустријско - урбани, уз заузимање великих природних и пољопривредних површина, уз масовно ангажовање сеоског становништва у непољопривредне (рударско-индустријске), делатности.

Антропогени утицаји на природне ресурсе у зони утицаја Рударског басена (РБ) „Колубара“, огледају се кроз процесе рударских активности са једне, и социо-демографских процеса, са друге стране. Процеси рударских активности, експлоатације, прераде и оплемењивања колубарског лигнита, доводе до промена у свим подсистемима животне средине, и на посредан или непосредан начин утичу и на природне ресурсе (воде, земљиште, вегетацију), и на социо-демографске појаве у зони утицаја радова. Социо-демографске појаве и процеси, су у директној или индиректној вези са процесима рударских активности у зони утицаја РБ „Колубара“, која се рефлектује на потпуно гашење појединих насеља, и расељавања становништва услед отварања и ширења површинских копова и развоја рударско-индустријске инфраструктуре. Од 1952. године, отварањем првог површинског копа заузимају се претежно пољопривредна земљишта, где је до 2015. године заузето преко 50 km². У оваквим условима долази до ангажовања

пољопривредног становништва у рударским и индустријским делатностима, који настављају да се баве пољопривредом. Становништво угрожено ширењем копова се пресељава, или померањем унутар самог насеља, или у суседна насеља која гравитирају према РБ „Колубара“. Овакви социо-демографски процеси додатно врше утицај на већ веома угрожене природне ресурсе у зони утицаја Рударског басена „Колубара“, а одражавају се на крчење шума, загађење вода, заузимање и загађење земљишта изградњом стамбених објеката и стамбене инфраструктуре.

Предмет истраживања докторске дисертације су природни и антропогени елементи геопростора Колубарског басена у зони утицаја РБ „Колубара“, Лазаревац. Посебна пажња у овој докторској дисертацији је посвећена примени даљинске детекције у контроли антропогенних утицаја на земљиште, воде и вегетацију на простору Колубарског басена у зони утицаја РБ „Колубара“, где је на основу сателитских и аерофотоснимача извршено истраживања земљишног покривача, вода и вегетације. Даљинском детекцијом су утврђени специфични процеси унутар самих елемената геопростора и донети закључци за спречавање, санацију и даљу заштиту истих. Вредности које су добијене применом ове методе послужиће као основа за контролу антропогенних утицаја на природне елементе геопростора у зони утицаја РБ „Колубара“. Резултати анализе даљинских снимака указују на одређене негативне аспекте активности локалног становништва, тако да ће се лакше приступати контроли антропогеног деловања на воду, земљиште и вегетацију анализираних простора.

Програм истраживања се базира на анализи сателитских и аерофото снимака (различити временски периоди - 1981. и 2015. година), и теренској провери добијених резултата. Провера на терену, подразумева да се методом случајног узорка са даљинских снимака за посматрано подручје узима више тачака, које се уносе у GPS уређај, након чега се на лицу места проверава да ли су резултати рада у ГИС софтверима исти као и на конкретној локацији у зони утицаја РБ „Колубара“. На бази мултиспектралних карактеристика су добијене устаљене вредности за сваки елемент геопростора (Jensen, J. R., 2007), Колубарског басена у зони утицаја РБ „Колубара“ посебно. У том смислу, велика

пажња је посвећена повезивању различитих нијанси спектралних карактеристика на снимку са деловима елемената геопростора. Оваквим поступком, су се створиле могућности да се утврде активности људи и сва њихова штетна деловања на анализирани геопростор.

У раду су приказани резултати о природним елементима унутар Колубарског басена и зони утицаја РБ „Колубара“, као и социодемографски фактори унутар Колубарског басена. Такође, приказани су резултати до којих се дошло анализом снимака у вези тренутног стања хидрографске мреже на истраживаном подручју, карактеристика педолошког покривача, обрадивих површина, шумског подручја, водених површина и сл. Овде су приказани резултати до којих се дошло код утврђивања степена интензитета ерозионих процеса.

Предмет истраживања је делатност РБ „Колубара“ и пољопривредног становништва, који су носиоци антропогених фактора анализираниог геопростора. Посебна пажња у докторској дисертацији је посвећена истраживању измењеног стања елемената животне средине Колубарског басена у зони утицаја РБ „Колубара“. Путем даљинске детекције приказан је степен угрожености ерозионим процесима, применом Методе Потенцијала Ерозије (МПЕ). На крају, приказани су предлози за квантификовање свих антропогених активности који утичу на деградирање геопростора, као и предлози за квантификовање укупне антропопресије геопростора (Zlatic M., Vukelić G., 2002) читавог комплекса РБ „Колубара“.

Као пример примене даљинске детекције у утврђивању антропопресије рударског басена и његове зоне утицаја, јесте пример Рурског басена, Немачка (регија Северне Рајне Вестфалије). Њихов циљ је био ренатурализација геопростора копа на којем је завршена експлоатација руде, као и његове зоне утицаја. У том поступку, нису тежили природној рекултивацији деградираних површина, јер је изузетно спора, већ су применили низ антропогених активности. Анализом снимака утврђене су геопросторне целине настале после завршетка експлоатације руде, а применом техничких, биотехничких и биолошких мера

извршена је потпуна рекултивација деградираних површина.

Главни циљ рада јесте утврђивање антропопресије геопростора Колубарског басена у зони утицаја РБ „Колубара“. За постизање овог циља потребно је утврдити природно и механичко кретање становништва, његову структуру и делатности преко промене начина коришћења земљишних ресурса у посматраном периоду на простору око РБ „Колубара“, као и утврђивање утицаја РБ „Колубара“ на геопростор у посматраном периоду.

Остали циљеви су утврђивање стања природних елемената поменутог геопростора (вода, земљиште, вегетација), као и анализа интензитета деградирања животне средине од стране локалног становништва.

Резултати до којих се дошло у докторској дисертацији, су базирани на утврђивању спектралних карактеристика на сателитским снимцима различитих спектралних канала. По том правилу, резултат анализе снимака јесте утврђивање деградираних елемената на простору РБ „Колубара“. Анализа спектралних карактеристика игра важну улогу код утврђивања укупне антропопресије геопростора Колубарског басена у зони утицаја РБ „Колубара“. Ту одређене нијансе боја за различите природне елементе животне средине, директно указују на негативне активности у зони утицаја РБ „Колубара“.

Кључне речи:

Антропогени утицаји, даљинска детекција, РБ Колубара, природни ресурси.

ANALYSIS OF ANTHROPOGENIC IMPACTS ON THE NATURAL RESOURCES OF THE ZONE KOLUBARA BASIN BY REMOTE SENSING

Summary:

PhD thesis *Analysis of anthropogenic impacts on the natural resources of the zone Kolubara basin by remote sensing*, shows the possibility of anthropogenic influence in the area of basin Kolubara by application of remote sensing, with the presentation of current research in the world.

Kolubara basin in the period after World War II, is characterized by intensive processes of quantitative and qualitative transformation of spatial as a result of the territorial organization of mining-energy-industrial activities, with urbanization and reallocation of the population. It comes to the transfer of the rural area into an industrial - urban, with taking an extremely large natural and agricultural areas, with massive participation of the rural population into non-agricultural (industrial mining) activities.

Anthropogenic impacts on natural resources in the zone of influence of the Mining Basin Kolubara, reflected through the processes of mining activities on the one hand, and socio-demographic processes on the other. The processes of mining activities, exploitation, processing and finishing of Kolubara lignite, lead to changes in all subsystems of the environment, and to directly or indirectly affect the natural resources (water, soil, vegetation), and socio-demographic phenomena in the zone affected by the works. Socio-demographic phenomena and processes that are directly or indirectly related to the processes of mining activities in the zone of influence of basin Kolubara, which is reflected in the full hydration of individual settlements, and population displacement due to the opening and expansion of open pit mining and development of industrial infrastructure. Since 1952, opening the first open pit occupied mainly agricultural land, where until 2015 occupied over the total surface of 50 km². In these conditions there is involvement of the agricultural population in the mining and industrial sectors, which generally continue to be engaged in agriculture.

Population affected by expanding mines mainly moved or moving within the village or in neighboring villages that gravitate toward Basin Kolubara. These socio-demographic processes further influence the already very vulnerable natural resources in the zone of influence of mining basin Kolubara, which is reflected in deforestation, water pollution, pollution of land and occupation of the construction of residential buildings and residential infrastructure.

The research topic of the PhD thesis are natural and anthropogenic elements of Kolubara basin in the impact zone Kolubara - Lazarevac. Special attention in this PhD thesis is devoted to the application of remote sensing to control anthropogenic impacts on soil, water and vegetation in the area of Kolubara basin in the impact zone, where it will be based on satellite and aero photo images do research land cover, water and vegetation. Remote sensing will identify specific processes within themselves elements of geographic spatial and draw conclusions for the prevention, rehabilitation and further protect them. The values that will be obtained by this method will serve as the basis for the control of anthropogenic impacts on the natural elements of the geographic spatial in the impact zone Kolubara. The results of the analysis of remote sensing images will highlight the negative aspects of certain harmful activities of the local population, so it will be easier to access control anthropogenic activity on water, soil and vegetation analyzed area.

The research program is based on an analysis of satellite and aerial images (different time periods - 1981 and 2015), and a field check of the results. Checking on the ground means that randomly from remote shots for the entire project area takes up more points that are entered into the GPS device, then on the spot checks that the results of the GIS software the same as the specific location in the zone the impact of Kolubara. In this sense, great attention will be paid to linking different shades of the spectral characteristics of the recording elements with parts of the geographic spatial. This procedure, will create opportunities to identify activities of people and all their harmful activity on the analyzed geographical spatial.

The paper will present the results of the natural elements within the Kolubara basin and the impact zone, as well as socio-demographic factors in the Kolubara basin.

Also, you can see the results that were obtained by analyzing recordings relating to the current hydrographic network in the study area, the geological characteristics of the soil cover, arable land, forest area, wetland wetlands, bodies of water, the surface of forests affected by drying and the like. The candidate will show the results he obtained in determining the degree of erosion intensity.

The subject of research is the industry Kolubara and agricultural population are carriers of anthropogenic factors analyzed geographic spatial. Special attention in his PhD thesis will be devoted to the study of altered state of environmental elements Kolubara basin in the impact zone. Through remote sensing show the degree of vulnerability to erosion processes, using methods Erosion Potential (MPE). In the end, the candidate will present its proposals for the quantification of anthropogenic activities affecting the degradation of geographic spatial, as well as proposals to quantify the total anthrop geographic spatial (Zlatić M., Mr. Vukelic, 2002), the entire complex Kolubara.

As an example of the application of remote sensing in determining anthrop mining basin and its zone of influence, is an example of the Ruhr Basin, Germany (region of North Rhine Westphalia). Their goal was re-naturalization geospatial digs where ore mining is completed, as well as its zone of influence. In this process, did not pursue the natural re-cultivation of degraded areas, because it is extremely slow, but they applied a series of anthropogenic activities. By analyzing geospatial images were found continent created after the completion of the ore, and the application of technical, biotechnical and biological measures was made complete reclamation of degraded areas.

The main objective of this paper is to determine anthropogenic geospatial of Kolubara basin in the impact zone. To achieve this goal it is necessary to determine the natural and mechanical movement of population, its structure and activities through the change of the land resources in the reporting period in the area around Kolubara basin, as well as determine the effect of Kolubara to the geospatial in the period.

Other objectives are to determine the state of the elements mentioned geographic spatial (water, soil, vegetation), as well as the analysis of the intensity of environmental degradation by locals.

The results that will come in his PhD thesis, will be based on the determination of the spectral characteristics of the satellite images of different spectral channels. According to this rule, the result of the analysis is to determine images degraded elements of the Kolubara basin.

Analysis of spectral characteristics play an important role in determining the overall anthropogenic impact in the zone of Kolubara. Here a certain color shades of different natural elements of the environment, directly point to the negative impact of the activity is in Kolubara basin.

Key words:

Anthropogenic impacts, remote sensing, Kolubara basin, natural resources.

САДРЖАЈ

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА О ПРЕДМЕТУ И ПРОБЛЕМУ ИСТРАЖИВАЊА.....	14
1.1. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА.....	17
1.2. ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА	19
1.3. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА	20
1.4. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА У СВЕТУ И КОД НАС	22
1.5. ХИПОТЕЗЕ РАДА И ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ	28
1.6. ХРОНОЛОГИЈА ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ И ПРЕРАДЕ УГЉА - ОСВРТ	29
1.7. ХРОНОЛОГИЈА ОТКОПАВАЊЕ УГЉА И ОТКРИВКЕ У РБ „КОЛУБАРА” ОД 1946. ГОДИНЕ	30
2. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ	34
2.1. МЕТОД ДАЉИНСКЕ ДЕТЕКЦИЈЕ	38
2.2. МЕТОДЕ АНАЛИЗЕ И СИНТЕЗЕ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА.....	48
2.3. МАТЕМАТИЧКО-СТАТИСТИЧКЕ МЕТОДЕ	49
2.4. МЕТОД ПОТЕНЦИЈАЛА ЕРОЗИЈЕ	54
2.5. КАРТОГРАФСКЕ МЕТОДЕ И ГИС	57
2.5.1. Начин примене софтвера ArcGIS 10 у раду.....	61
2.5.2. Начин примене софтвера Idrisi SELVA у раду.....	66
2.6. МЕСТО, ЛАБОРАТОРИЈА И ОПРЕМА ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РАД	69
2.7. ВИШЕСТРУКА (MULTIPLE), ЛИНЕАРНА РЕГРЕСИЈА	69
3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА.....	71
3.1. ОБРАДА САТЕЛИТСКИХ СНИМАКА ЗА ПОТРЕБЕ ИСТРАЖИВАЊА	71
3.2. АНАЛИЗА ПРИРОДНИХ РЕСУРСА У ЗОНИ РУДАРСКОГ БАСЕНА КОЛУБАРА ДАЉИНСКОМ ДЕТЕКЦИЈОМ.....	84
3.2.1. Анализа хидролошких елемената простора даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. Године	85
3.2.2. Анализа педолошког покривача даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. године	89
3.2.3. Анализа вегетације даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. Године	97
3.3. АНАЛИЗА АНТРОПОГЕНИХ ЕЛЕМЕНАТА У ЗОНИ РУДАРСКОГ БАСЕНА КОЛУБАРА ДАЉИНСКОМ ДЕТЕКЦИЈОМ	104
3.3.1. Анализа изграђених површина даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. године	110
3.3.2. Анализа пољопривредних површина даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. године	113
3.3.3. Анализа саобраћајне инфраструктуре даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. године	116
3.3.4. Анализа индустријских објеката даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. године	117
3.3.5. Анализа површинске експлоатације угља даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. године.....	119
3.4. АНАЛИЗА АНТРОПОГЕНИХ УТИЦАЈА НА ПРИРОДНЕ РЕСУРСЕ У ЗОНИ РУДАРСКОГ БАСЕНА КОЛУБАРА ДАЉИНСКОМ ДЕТЕКЦИЈОМ	123
3.4.1. Анализа утицаја насеља на природне ресурсе	126
3.4.2. Анализа утицаја пољопривредних делатности на природне ресурсе	127

3.4.3. Анализа утицаја индустријских објеката на природне ресурсе.....	128
3.4.4. Анализа утицаја површинске експлоатације угља на природне ресурсе	129
3.5. УТВРЂИВАЊЕ ЕРОЗИОНОГ ПОТЕНЦИЈАЛА ИСТРАЖИВАНОГ ПРОСТОРА.....	130
3.6. УПОРЕДНИ ПРИКАЗ СТАЊА ПРИРОДНИХ РЕСУРСА У ЗОНИ РБ КОЛУБАРА ДАЉИНСКОМ ДЕТЕКЦИЈОМ ЗА ПЕРИОД ОД ПРЕ ПОВРШИНСКЕ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ ДО 2015. ГОДИНЕ	137
3.7 РЕЗУЛТАТИ ВИШЕСТРУКЕ (MULTIPLE), ЛИНЕАРНЕ РЕГРЕСИЈЕ	141
4. ДИСКУСИЈА	147
4.1. ДЕФИНИСАЊЕ ДОМИНАНТНИХ АНТРОПОГЕНИХ УТИЦАЈА НА ПРИРОДНЕ РЕСУРСЕ У ЗОНИ РБ КОЛУБАРА	151
4.2. ПРЕДЛОЗИ ЗА ПРИМЕНУ МЕРА РЕКУЛТИВАЦИЈЕ У ЗОНИ УТИЦАЈА РБ „КОЛУБАРА“	152
4.3. ПРЕДЛОГ ЗА ПРИМЕНУ ГИС-А У УПРАВЉАЊУ ПРИРОДНИМ РЕСУРСИМА ЗОНЕ РБ „КОЛУБАРА“	153
5. ЗАКЉУЧАК	156
ЛИТЕРАТУРА:	163
ИЗВОРИ:.....	169
ПРИЛОЗИ	170
БИОГРАФИЈА АУТОРА	253

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА О ПРЕДМЕТУ И ПРОБЛЕМУ ИСТРАЖИВАЊА

Тема докторске дисертације „Анализа антропогених утицаја на природне ресурсе у зони Рударског басена Колубара даљинском детекцијом”, предложена је у време када је стање природних елемената Колубарског басена у великој мери измењено, те је идеја била да се поставе многа теоријска и методолошка питања, али и да се дају решења у области заштите истих једном новијом методом. Истовремено се активирају истраживања која би била значајна за проучавање животне средине с обзиром да она представља кључни елемент и фактор структуре и организације геопростора. У том смислу пошло се од претпоставке да модерна наука и пракса захтевају нова истраживања везана за животну средину.

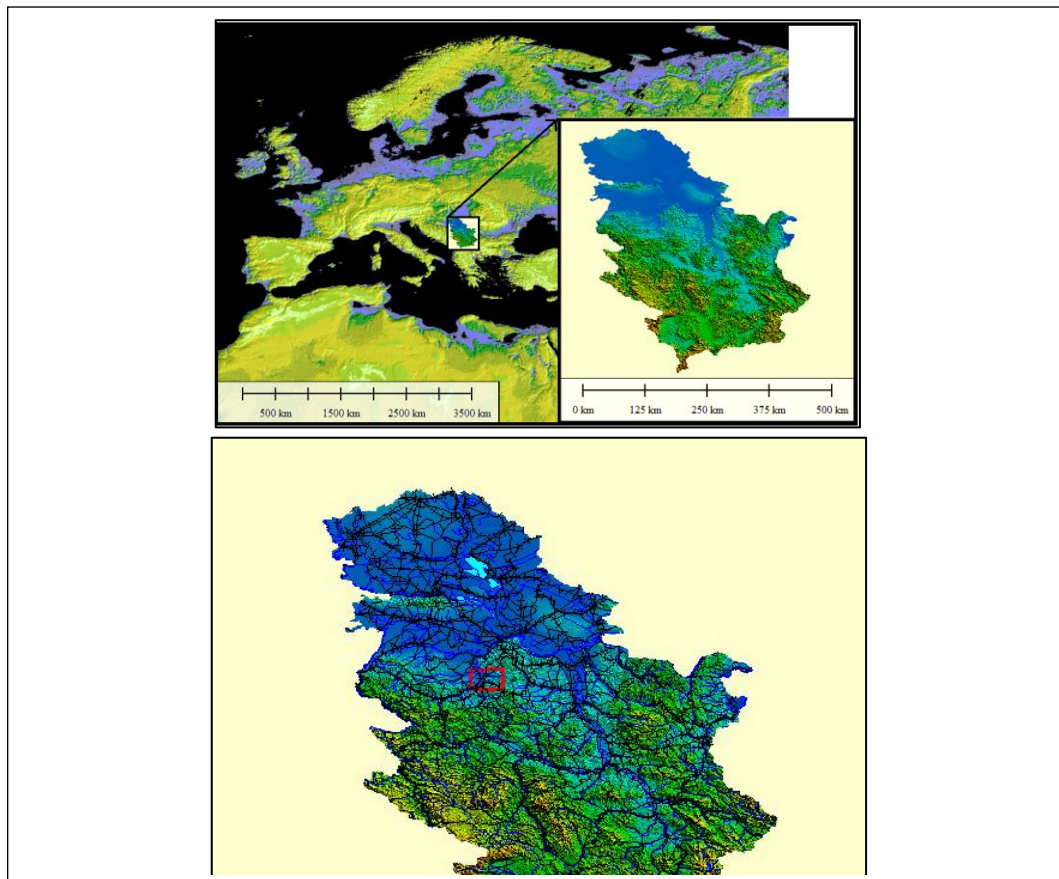
Даљинска детекција, заузима значајно место у свету науке, а нарочито у области истраживања деградираних површина. Даљинска детекција је метод прикупљања информација са Земљине површине путем система који нису у директном, физичком контакту (Олуић М., 2001). Тема докторске дисертације „Анализа антропогених утицаја на природне ресурсе у зони Рударског басена Колубара даљинском детекцијом”, предложена је у време када је стање природних ресурса, на поменутом простору, погоршано. Овде се мисли, првенствено, на временски период последњих 50-ак година, када се кренуло са површинском експлоатацијом угља (Томић М., и др. 2011). Из тог разлога, идеја је била да се поставе многа теоријска и методолошка питања и да се предложи решења за превазилажење проблема на релацији антропогени утицаји-природни ресурси у зони Рударског басена Колубара.

За утврђивање стања природних ресурса у зони Рударског басена Колубара антропогеним утицајима (у даљем тексту РБ Колубара), неопходна је разрада методолошких принципа. У докторској дисертацији пажња је посвећена повезивању различитих нијанси спектралних карактеристика на сателитским снимцима са природним ресурсима (Biberman L., 2000). Помоћу софтвера за обраду сателитских снимака, у овом случају, софтвера Idrisi, могуће је одредити квантитативне и квалитативне карактеристике природних ресурса на снимцима. Одређени аутори говоре да се на тај начин могу детектовати антропогене творевине (градови, индустријски комплекси, рударски копови и сл.), обрадиве површине, шуме, површине под водом, топографија терена, итд. (Tomppo E., 1992).

Колубарски угљени басен у периоду после Другог светског рата, карактеришу интензивни процеси квантитативних и квалитативних трансформација простора као последица територијалне организације рударско-енергетско-индустријских делатности, уз урбанизацију и размештај становништва (Томић М., i dr. 2011). Долази до трансфера руралног простора у индустријско - урбани, уз заузимање великих природних и пољопривредних површина, уз масовно ангажовање сеоског становништва у непољопривредне (рударско-индустријске), делатности (Томић М., 2014). Антропогени утицаји на природне ресурсе у зони утицаја РБ „Колубара“, огледају се кроз процесе рударских активности са једне, и социо-демографских процеса са друге стране. Процеси рударских активности, експлоатације, прераде и оплемењивања колубарског лигнита, доводе до промена у свим подсистемима животне средине, и на посредан или непосредан начин утичу и на природне ресурсе (воде, земљиште, вегетацију), и на социо-демографске појаве у зони утицаја радова (Томић М., i dr 2012).

Социо-демографске појаве и процеси, су у директној или индиректној вези са процесима рударских активности у зони утицаја РБ „Колубара“, која се огледа у потпуном гашењу појединих насеља, и расељавања становништва услед

отварања и ширења површинских копова и развоја рударско-индустријске инфраструктуре.



Сл. 1. Положај РБ Колубара у Републици Србији (Аутор: Томић М., 2015)

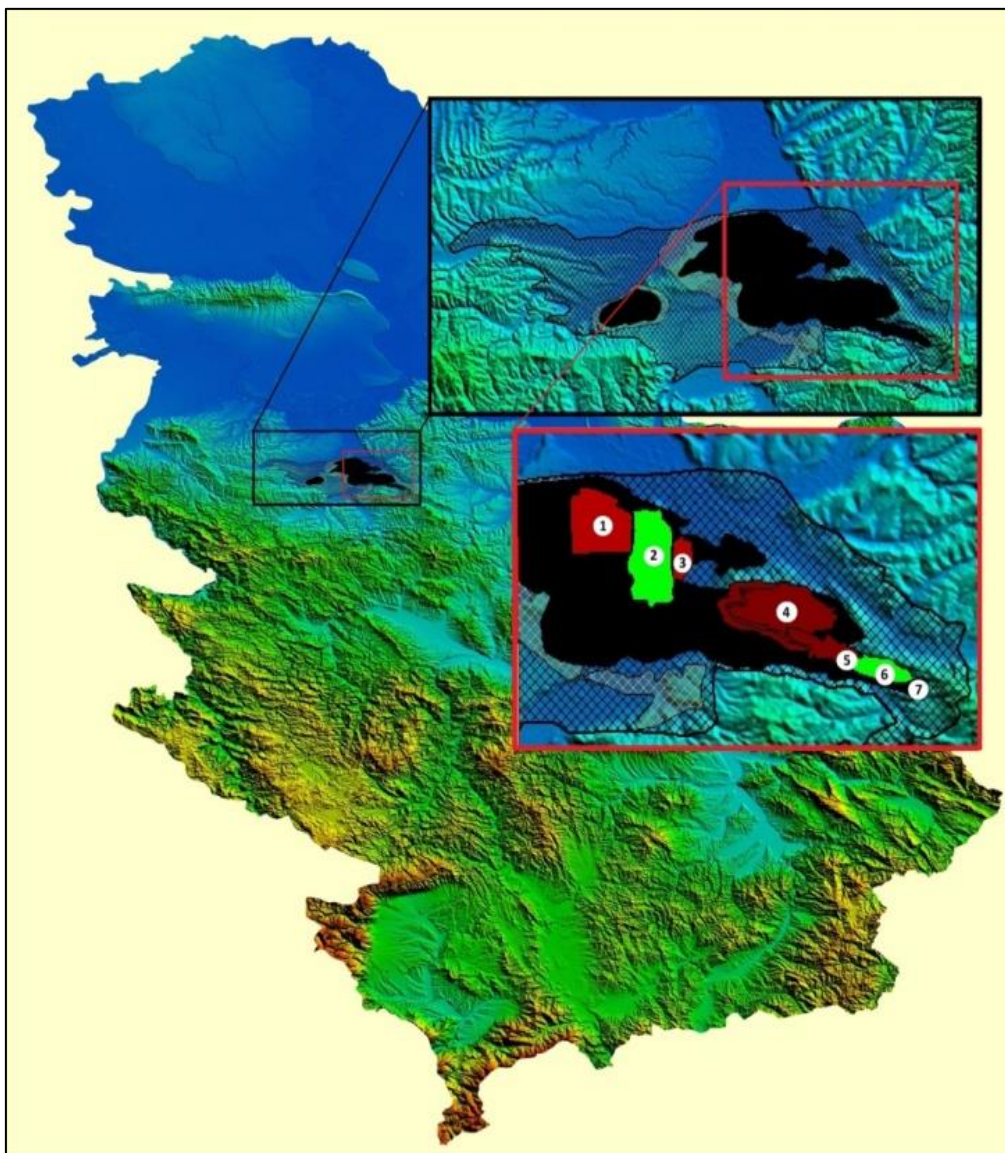
На слици 1., приказан је предмет докторске дисертације, РБ Колубара у Републици Србији.

Од 1952. године, отварањем првог површинског копа заузимају се претежно пољопривредна земљишта, где је до 2014. године заузето преко 50 km² укупних површина. У оваквим условима, долази до ангажовања пољопривредног становништва у рударским и индустријским делатностима, који настављају да се баве и пољопривредом (Томић М., i dr. 2010; Томић М., i dr. 2015). Становништво угрожено ширењем копова се углавном пресељава или померањем унутар самог насеља, или у суседна насеља која гравитирају према РБ „Колубара“ (Томић М., 2013). Овакви социо-демографски процеси додатно врше утицај на већ веома

угрожене природне ресурсе у зони утицаја РБ „Колубара“, а одражавају се на крчење шума, загађење вода, заузимање и загађење земљишта изградњом стамбених објеката и стамбене инфраструктуре (Томић и др. 2011).

1.1. Предмет истраживања

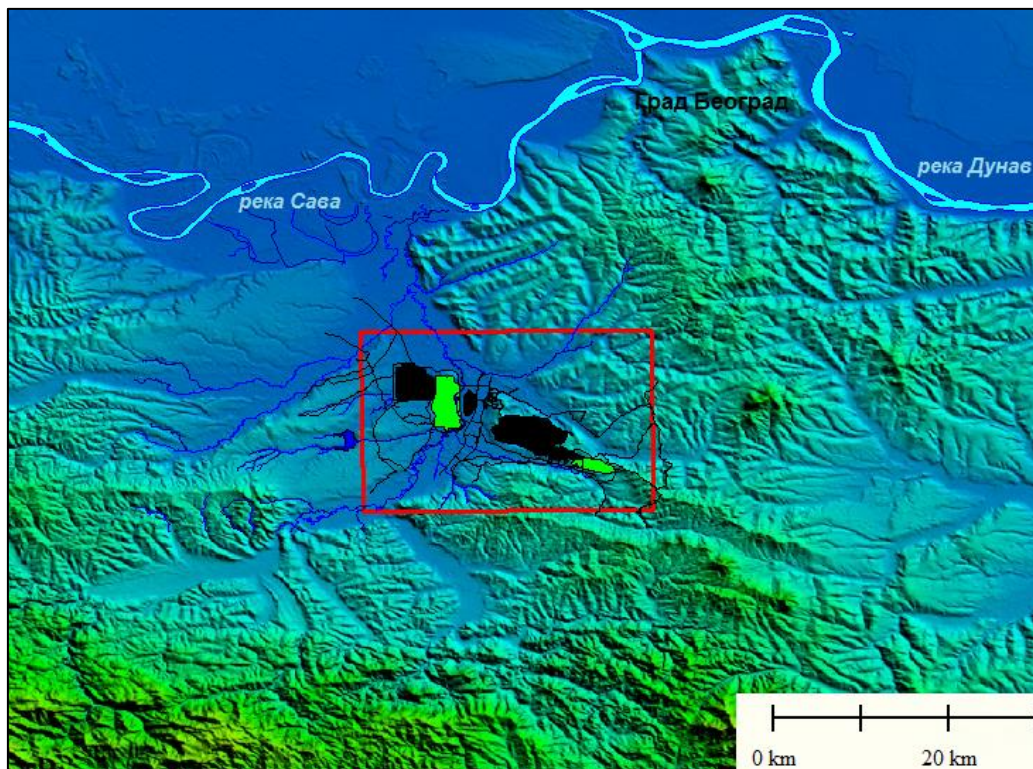
Предмет истраживања докторске дисертације су природни и антропогени елементи геопростора Колубарског басена у зони утицаја РБ „Колубара“, у Лазаревацу. На следећој слици бр. 2., су приказани просторни распореди површинских копова унутар Колубарског басена.



Сл. 2. Просторни распореди површинских копова унутар Колубарског басена (Аутор: Томић М., 2015)

Посебна пажња у овој докторској дисертацији је посвећена примени даљинске детекције у контроли антропогенних утицаја на земљиште, воде и вегетацију на простору Колубарског басена у зони утицаја РБ „Колубара“, где су на основу сателитских и аерофотоснимака извршена истраживања земљишног покривача, вода и вегетације¹.

¹ О примени даљинске детекције у истраживању геопросторних елемената пише В. Б. Виноградов, још 1981. године.



Сл. 3. Дигитални приказ површинских копова унутар Колубарског басена (Аутор: Томић М., 2015)

На слици 3., приказан је дигитални модел терена свих површинских копова Колубарског басена (активни и неактивни).

1.2. Задаци истраживања

Задаци истраживања се базирају на анализи топографских карата, сателитских и аерофото снимака (различити временски периоди - од 1981. до 2015. године), и теренској провери добијених резултата.

Провера на терену, подразумева да се методом случајног узорка са даљинских снимака за посматрано подручје узима више тачака, које се уносе у GPS уређај, након чега се на лицу места проверава да ли су резултати рада у ГИС софтверима исти као и на конкретној локацији у зони утицаја РБ „Колубара“.

На бази мултиспектралних карактеристика су добијене устаљене вредности за сваки елемент геопростора (Jensen, J. R., 2007), Колубарског басена у зони утицаја РБ „Колубара“ посебно. У том смислу, велика пажња је посвећена

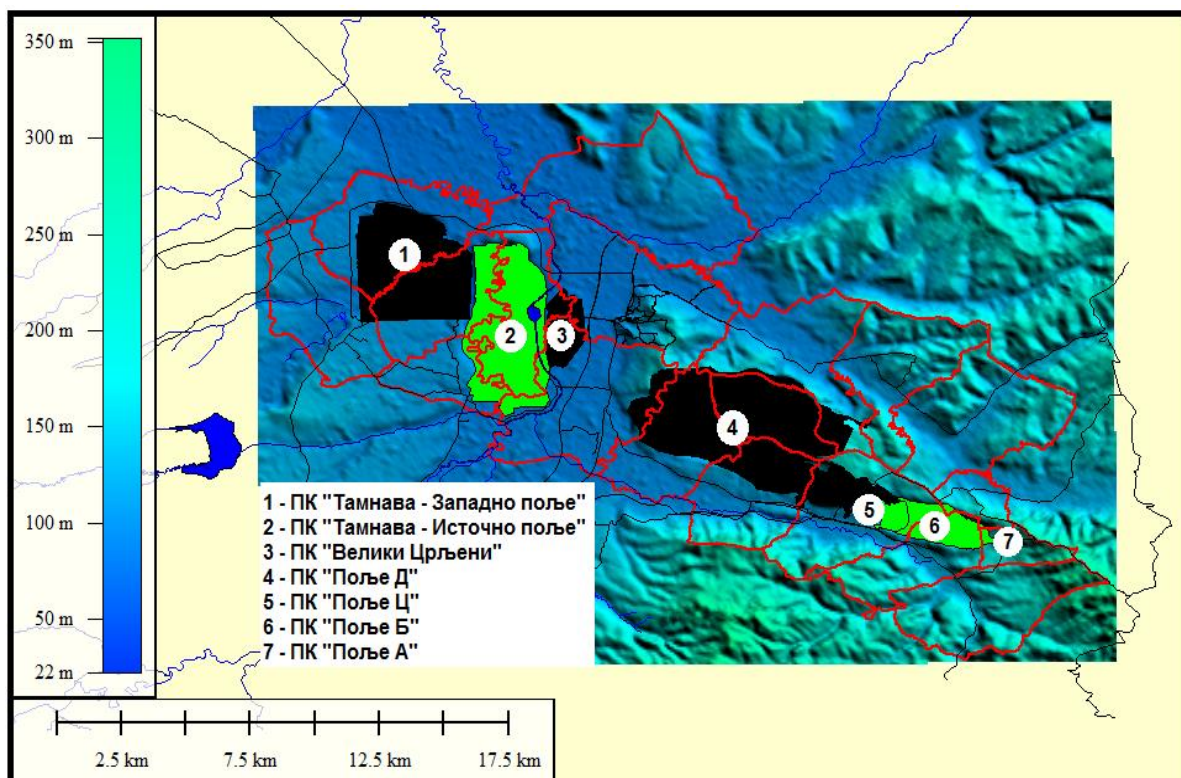
повезивању различитих нијанси спектралних карактеристика на снимку са деловима елемената геопростора (Lillesand T. M., Kiefer R. W., 2002). Оваквим поступком, су створене могућности да се утврде активности људи и сва њихова штетна деловања на анализирани геопростор.

Задатак дисертације је утврђивање природних и социодемографских фактора колубарског басена, као и утврђивање степена ерозионих процеса (Chabrilat S., et al., 2002), у одређеном временском периоду на анализираним простору.

1.3. Циљеви истраживања

Главни циљ рада јесте утврђивање антропопресије геопростора Колубарског басена у зони утицаја РБ „Колубара“. За постизање овог циља потребно је утврдити природно и механичко кретање становништва², његову структуру и делатности преко промене начина коришћења земљишних ресурса у посматраном периоду на простору око РБ „Колубара“, као и утврђивање утицаја РБ „Колубара“ на геопростор у посматраном периоду.

² **Природно кретање становништва**, подразумева сва кретања која су резултат рађења (наталитет), плодности (фертилитет), и умирања (морталитет). **Механичко кретање становништва** подразумева миграцију становништва, односно усељавање и исељавање становништва из једног насеља у друго; усељавање и исељавање становништва из једног града у други; усељавање, и исељавање становништва из једне земље у другу и сл.



Сл. 4. Анализирана насеља у зони утицаја РБ Колубара са положајем површинских копова
(Аутор: Томић М., 2015)

На слици 4., приказана су анализирана насеља у зони утицаја РБ Колубара, са положајем површинских копова, где су представљени и активни и неактивни копови.

Један од циљева ове дисертације је утврђивање специфичних процеса у оквиру природних и антропогенних елемената геопростора даљинском детекцијом, на основу којих ће се донети одређене смернице за спречавање и санацију истих.

Основни циљ дисертације је утврђивање измењеног стања елемената животне средине Колубарског басена даљинском детекцијом и примене методе потенцијала ерозије. На основу наведеног, главни циљ је квантификовање свих антропогенних активности од утицаја на деградирање геопростора, и предлози за квантификовање укупне антропопресије (Zlatić M., Vukelić G., 2002).

1.4. Преглед досадашњих истраживања у свету и код нас

Досадашња проучавања даљинске детекције у области истраживања антропогених утицаја на природне ресурсе рударских басена, су била заснована на парцијалним истраживањима³. Анализом су се одређивала својства појединих елемената из простора, али нису дала одговарајуће резултате у сегменту заштите простора.⁴ На основу истражене и проучене литературе, као и досадашњих искустава у научно-истраживачком раду, могу се издвојити две групе резултата:

1. Теоријски.
2. Апликативни.

Теоријски, разрађује теоријску и методолошку заснованост даљинских истраживања, као поступка истраживања рецентног стања елемената и фактора сложеног географског простора, узрочно-последичних веза међу њима и праћења стања у систему. Резултати могу дати нову конотацију теорији науке о животној средини (Kravtsova I., 1998).

Апликативни, се огледају у конкретном дефинисању основа заштите свих елемената животне средине, после детаљно разрађене анализе, добијања резултата и предлагања поступака који би се могли користити у њеној заштити (Lješević M., Milanović M., 2004).

Облик, величина и стање природних ресурса, могу се детаљно утврдити на сателитским снимцима (Jensen J. R., 2007). Такође, даљинском детекцијом се могу

³ Досадашња истраживања су се односила, или на анализу антропогених утицаја на природне ресурсе у зони површинске експлоатације, или на анализу сателитских снимака за потребе површинске експлоатације, тако да до сада нису рађена истраживања применом даљинске детекције у утврђивању антропогених утицаја на природне ресурсе.

⁴ Добијени резултати су служили за праћење и контролу појединачних елемената на Земљи. Истраживања S. Drury (2001) се базирају на праћењу и анализи геолошких елемената, Н. Shugart и L. Bourgeau-Chavez (2000) своја истраживања заснивају на анализи вегетационог покривача, док V. Florinsky (1998) користи мултиспектралне снимке за истраживање земљишта, али и за израду дигиталног модела терена (Digital Elevation Model – даље у тексту DEM).

анализирати природне непогоде, али и непогоде које је изазвао човек. Снимци са канала из видљивог дела спектра у комбинацији са микроталасним снимцима, користе се у утврђивању и анализи антропогенних творевина (Jensen, J. R. 2007).

Истраживање неприступачних терена на земљиној површини, у Европи је започето 1903. године (Баварска област, Немачка)⁵. Исте године патентирана је камера, а 18. априла 1906. године је извршено снимање Сан Франциска таквом камером. Разлог је био катастрофалан земљотрес. На снимцима су се анализирале последице земљотреса. Овај датум се може узети као прави настанак даљинске детекције. Ипак, лет балоном није био исувише сигуран због метеоролошких услова. Због тога је требало пронаћи платформу која може одржавати сталан правац кретања камере. Таква платформа је конструисана нешто касније, а то је авионска летилица. Први снимци из авиона направљени су 1909. године, а направио их је W. Wright. Наредних година су се усавршавали филмови за камере, фотографије, камере и авионске летилице, тако да су се усавршавале и технике аерофотоснимања (Barret E., Michell J., 1991).

За време Светских ратова, снимање се изводило у обавештајне сврхе, а после рата снимци се користе у науци, индустрији, пољопривреди и сл. (Quackenbush R., 1960, 15-25). Најразвијеније технике аерофото снимања имали су САД, Велика Британија, Јапан, Француска, Немачка и Русија. Снимци су се користили за израду вегетационих и педолошких карата. Развојем науке и технике се прелазило све више на примену неконвенционалних система (снимање на принципу инфрацрвених зракова). Лансирањем првих ракета прелази се на космичка снимања 60-их година прошлог века (сателитски снимци).

Први сателитски снимци су направљени ручно од стране космонаута, затим се прелази на снимање аутоматском фотокамером и на крају се врше квалитетна космичка снимања. Управа аеронаутичких и космичких истраживања у САД, NASA (National Aeronautics and Space Administration – даље у тексту NASA),

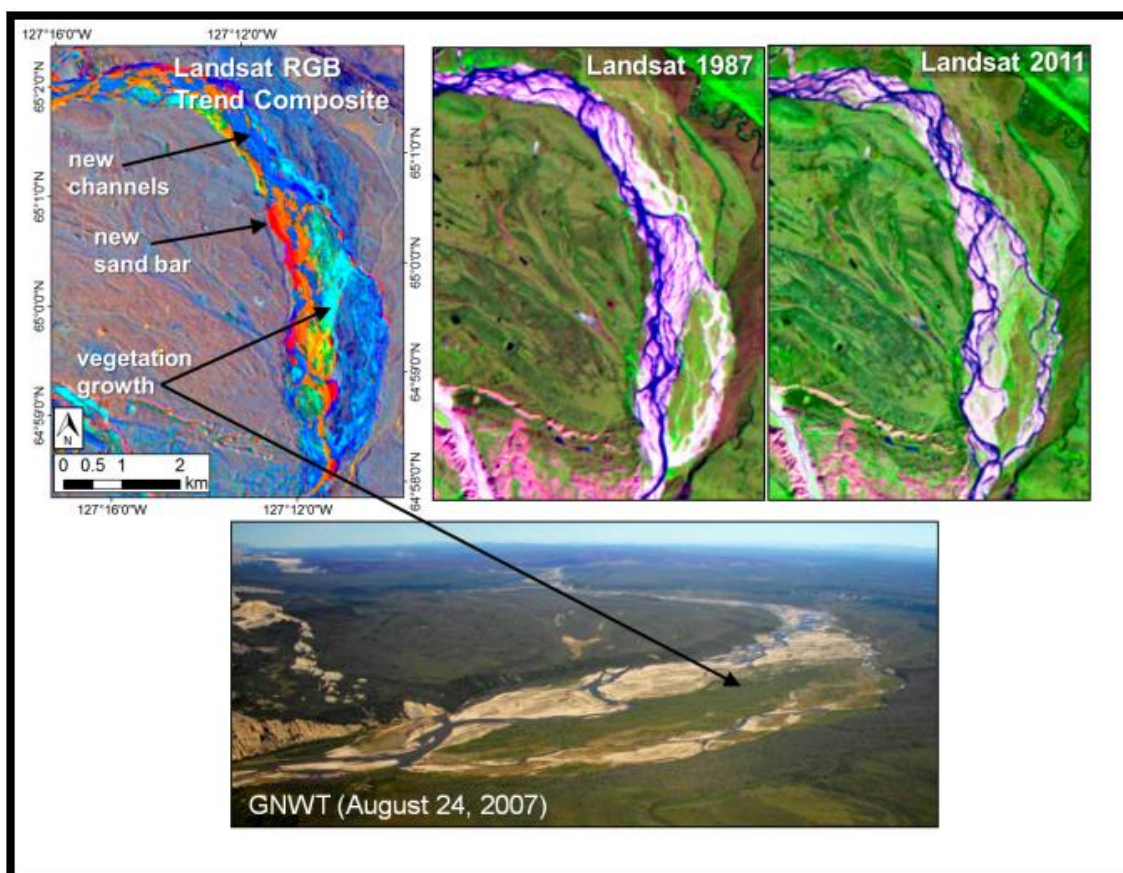
⁵ Највећу заслугу за то има „Баварски голуб”. Голубови су били припремљени за снимање Баварског замка (Немачка) и свих његових неправилних облика, при чему су им на доњем делу тела, између крила, били закачени фотоапарати. Снимање се изводило неколико пута и из различитих праваца.

припрема и реализује снимања и формира технолошке сателите за истраживање Земљине површине и њених ресурса – ERTS (Earth Resources Tehnology Satellite). Сателити из мисије ERTS су вештачки сателити који имају за циљ да непрестано снимају Земљу (Donassy V., i dr. 1983). Свака тачка на Земљиној површини је забележена више пута, а снимци се понављају у одређеном временском периоду. Снимци добијени на овај начин налазе се у бази података ERTS–а и доступни су свима. Први ERTS сателит лансиран од стране NASA, био је ERTS–1, а избачен је у орбиту 23. јула 1972. године. Сваки снимак је био у размеру 1 : 1 000 000, увећање је било могуће максимално до четири пута 1 : 250 000 (површина 185 km x 185 km), (Вах Р., 1995).

Касније је из ERTS настала мисија LANDSAT (Land Satellite), што уједно представља нову еру даљинске детекције. Организују се Националне институције за детекцију, шаљу се нови сателити у Земљину орбиту, постављају се стационарне, односно пријемне станице и др. Развија се опрема за анализу снимака, нарочито софтверски пакети за обраду (TNT, Idrisi, ER Mapper, итд.). Системска снимања Земље обављају и други сателити, као што су сателити из мисије SPOT (Systeme Pour Observation de la Terre) – систем за осматрање Земље (Donker N., et al., 1994). За осматрање Земљине површине користе се и сателити других светских агенција као на пример ERS (European Remote Sensing), затим КОСМОС и РЕСУРС (Русија), Кинески, Јапански и други сателити (Mather P., 1999).

Већина земаља у свету има своје Националне центре за развој и примену даљинске детекције, међутим постоје и приватне компаније које се баве даљинском детекцијом. Без обзира да ли се ради о приватним или Националним компанијама, дистрибуирање снимака обављају пријемне станице, које у зависности од потреба и захтева корисника, могу да врше анализу и интерпретацију снимка (Конесну G., 2003).

За потребе утврђивања промена пејзажа, као последице испитивања лежишта угљоводоника, површинске експлоатације дијаманата, злата и камена, у сливу реке Макензи у Канади (слика 5), коришћени су LANDSAT сателитски и аерофото снимци (Fraser H. R, et al., 2014).



Сл. 5. Анализа сателитских и аероснимача слива реке Макензи-Канада (извор: Fraser R, et al., 2014)

Прва савремена Руска свемирска станица МИР, лансирана 1986. године, имала је придодате модуле за истраживања Земље и на њој су се налазили први Руски уређаји за снимање. Задачи који су постављени пред ову станицу били су комплексно истраживање Земље са аспекта науке и технике, а главни циљ је био подизање даљинских истраживања на највиши могући ниво. Циљеви су били и контрола атмосфере (Југин М., 1997), воде и земљишта као и успостављање глобалног мониторинг система (анализа елемената, појава и процеса у животној средини). Модул за даљинска истраживања у поменутој свемирској станици, назван природа, имао је спектралне радиометре (P-30, P-80, P-135 и др.), који су могли мерити инфрацрвену радијацију у 64 спектралних канала, а Сунчеву радијацију у 17 спектралних канала (видљиви и блиски инфрацрвени спектар). Захваљујући овој станици, како даље пише Б. И. Кравцова (2000), изграђени су

међународни системи глобалног еколошког истраживања Земљине површине за проучавања одређених параметара са сателитских снимака и то:

1. Копно

- утврђивање врсте земљишта
- одређивање стенског састава (детектовање њиховог минералног састава)
- влага у земљишту
- киселост земљишта (параметар важан за пољопривреду)
- различити облици рељефа
- углови нагиба терена и др.

2. Водене површине

- температура мора и океана
- ефекат таласа
- салинитет мора и океана
- спектралне карактеристике површине мора и океана
- хемијски састав вода радијација и рефлексија на површини мора и океана (микроталасно спектрално подручје⁶)
- утицај хемијског и физичког састава воде на живи свет и др.

3. Атмосфера

- карактеристике атмосфере изнад специфичних регија на Земљи
- спектралне карактеристике атмосфере (утврђивање густине)
- температура атмосфере
- испаравање воде у атмосферу
- брзина и смер ветра
- садржај воде у облацима

⁶ Сателитски снимци одређених спектралних канала који се користе у даљинској детекцији су: снимци направљени из таласног подручја видљивог дела спектра (плави канал, зелени канал, црвени канал), снимци направљени из инфрацрвеног таласног подручја, микроталасног и радиоталасног подручја.

- температура облака и др.

4. Животна средина

- концентрација штетних честица у ваздуху (течних, чврстих, гасовитих)
- концентрација штетних честица у води (течних, чврстих, гасовитих)
- концентрација штетних честица у земљишту (течних, чврстих, гасовитих)
- радиоактивне материје у животној средини
- елементарне непогоде
- антропогене непогоде и др.

Ова станица је дала одличну основу за проучавања у области геологије, шумарства, животне средине, географије, екологије, метеорологије, пољопривреде итд. Станица је престала са радом 2001. године (било је предвиђено да ће радити само пет година), оборена је из орбите и завршила је на дну Тихог (Великог) океана.

Као пример примене даљинске детекције у утврђивању антропопресије рударског басена и његове зоне утицаја, јесте и пример Рурског басена, Немачка (регија Северне Рајне Вестфалије). Њихов циљ је био ренатурализација геопростора копа на којем је завршена експлоатација руде, као и његове зоне утицаја. У том поступку, нису тежили природној рекултивацији деградираних површине, јер је изузетно спора, већ су применили низ антропогених активности. Анализом снимака утврђене су геопросторне целине настале после завршетка експлоатације руде, а применом техничких, биотехничких и биолошких мера извршена је потпуна рекултивација деградираних површина.

За потребе изградње бране на реци Дрини, проф. др Степановић је користио аерофотоснимке како би изабрао погодно место за њену изградњу (Димитријевић М., 1958). При изради тог пројекта, посебно су анализирани антропогени утицаји на окружење подигнуте бране у пречнику 15 km.

1.5. Хипотезе рада и очекивани резултати

Хипотезе од којих се пошло при изради докторске дисертације су:

- Методама даљинске детекције, анализом и поређењем сателитских и аерофотоснимача начињених у различитим временским периодима се могу прецизније, утврдити антропогени утицаји на природне ресурсе у зони утицаја Рударског басена „Колубара“, него традиционалним методама, који се огледају кроз процесе рударских делатности, и социо-демографских елемената и фактора.
- Делатност РБ "Колубара" је у директној вези са променама природних и социодемографских елемената и фактора анализираних простора.
- Механичко и природно кретање становништва, структура, и активности у зони утицаја РБ „Колубара“ су такође у директној вези са променама природних елемената геопростора.
- Антропогени утицаји на природне ресурсе у зони утицаја РБ „Колубара“, који се огледају кроз процесе рударских делатности, и социо-демографске факторе имају одређени однос и међусобно су условљени.
- Контрола природних и социодемографских елемената и фактора геопростора Колубарског басена у зони утицаја РБ „Колубара бржа је и ефикаснија употребом даљинске детекције.

Резултати до којих се дошло у докторској дисертацији, су базирани на утврђивању спектралних карактеристика на сателитским снимцима различитих спектралних канала. По том правилу, резултат анализе снимака јесте утврђивање деградираних елемената на простору РБ „Колубара“. Анализа спектралних карактеристика игра важну улогу код утврђивања укупне антропопресије геопростора Колубарског басена у зони утицаја РБ „Колубара“. Ту одређене

нијансе боја за различите природне елементе животне средине (Donker N., Soeters R., 1994), директно указују на негативне активности у зони утицаја РБ „Колубара“.

1.6. Хронологија експлоатације и прераде угља - осврт

Копанье угља на простору Колубарског басена почиње крајем 19 - ог века, и везује се за 1896. годину, када је отворена прва јама „Звиздар“. У источном и западном делу Басена угаљ се сукцесивно вадио у 14 јама: „Звиздар“, „Соколовац“, „Скобаљ“, „Радљево“, „Пркосава“, „Велики Црљени“, „Колубара 1“, „Велики Црљени-Колубара 2“, „Космај-Колубара 3“, „Барошевац“, „Шопић“, „Јунковац“ и др. (документација и материјали РБ „Колубара“).

Површинска експлоатација угља почиње 1952. године, када је, отварањем првог површинског копа - Поља „А“ започета масовна експлоатација лигнита, отварања нових копова и постројења за прераду и оплемењивање угља:

- Поље „Б“ (отворено 1952, производња угља од 1956.);
- Поље „Д“ (отворено 1961, производња угља од 1966.);
- „Тамнава -Источно поље“ (производња јаловине и угља од 1979.);
- „Тамнава – Западно поље“ (отворен 1994, производња угља почела 1995.);
- „Велики Црљени“ (отворено 2008, производња угља од 2009.);
- Мокра сепарација, постројење за чишћење колубарског лигнита, (почела са радом 1956. године);
- Сушара, постројење за сушење угља 1957;
- Почетак рада старе Топлане 1957;
- Прва фаза Суве сепарације кренула у погон 1969;
- Престанак старе и почетак рада нове Топлане 1981;
- Почетак рада нове Сушаре 1986.

Служба за производњу не поседује званичне податке о производњи угља до 1946. године. У јамској експлоатацији од 1946. до 1974. године произведено је 12,6 милиона тона. У површинској експлоатацији од 1952. до 31. марта 2014. године произведено је 996.520.918 милиона тона, што, са званичним подацима о јамској производњи, износи 1.009.152.570 тона лигнита. Од 1950. године, односно од почетка рада Поља „А”, на свим површинским коповима „Колубаре” до 31. марта 2014. године укупно је откривено 2.170.550.416 метара кубних јаловине.

1.7. Хронологија откопавање угља и откривке у РБ „Колубара” од 1946. године

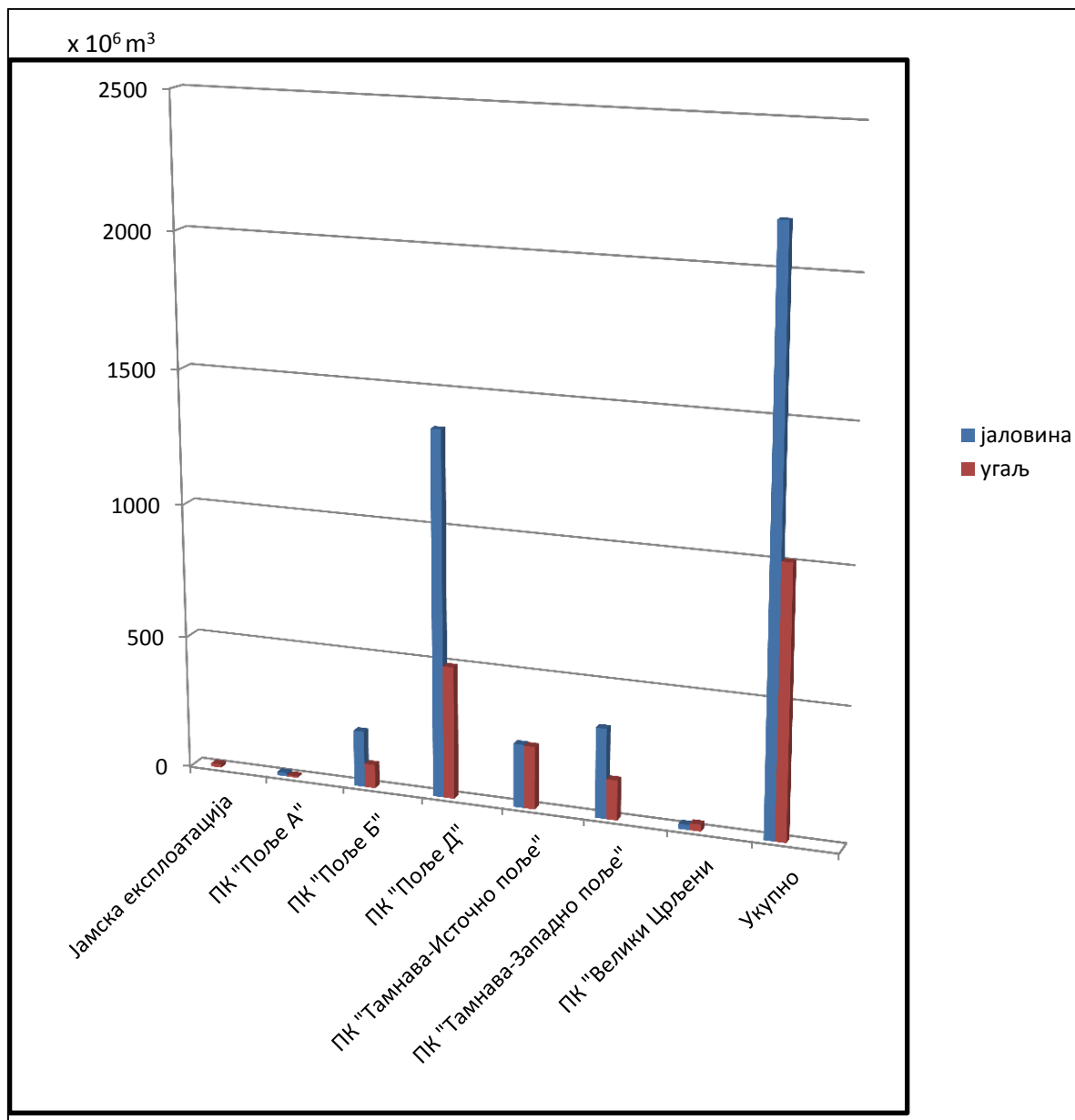
Откопавање угља у РБ Колубара (Слика 6.), је извођено у различитим временским периодима и на различитим локацијама, и то:

- Од 1946. до 1974. године у процесу јамске експлоатације произведено је 12,6 милиона тона угља.
- На Пољу „А” је, од 1952. до 1966. године, ископано 6,3 милиона тона угља. Од отварања, 1950. године, ископано је 12,6 милиона кубика откривке.
- Од 1956. године до 31. марта 2014. године на Пољу „Б” је ископано око 89 милиона тона угља. Од 1952. године на овом угљенокопу откривено је 210,5 милиона кубика чврсте масе.
- На највећем копу Поље „Д” од 1967. године откопано је 495,4 милиона тона лигнита и више од 1,36 милијарди кубика откривке, која се откопава од 1961. године.
- Коп „Тамнава-Источно поље” је радио од 1979. до 2008. године, тј. 2009. године. У том периоду произведено је 235,4 милиона тона угља и откопано 237,6 милиона кубика откривке.

- На „Тамнава-Западном пољу” угаљ се производи од 1995. године и од тада је ископано нешто мање од 148 милиона тона. Откривка се производи од 1994. године. До краја марта 2014. године ископано је 328 милиона кубика.
- Од 2009. године на копу „Велики Црљени” произведено је нешто више од 26,2 милиона тона лигнита, а од 2008. до половине маја 2013. године, када је и завршена производња откривке, откопано је нешто више од 19 милиона кубика чврсте масе.

Током 2005. године извршена је реорганизација ЈП ЕПС РБ „Колубара” издвајањем предузећа неелектропривредних делатности из матичног састава РБ „Колубара” („Колубара-Метал”, Вреоци, „Колубара-Универзал”, Велики Црљени, „Колубара-Грађевинар”, „Колубара-Угоститељство”, „Колубара-Услуге”). Затим је експлоатацију и прераду угља на подручју Колубарског лигнитског басена обављало Привредно друштво за производњу, прераду и транспорт угља РБ „Колубара” д.о.о. Лазаревац. Након спроведених активности и реорганизације пословања издвајањем неелектропривредних делатности неколико предузећа из матичног састава РБ „Колубара”, у новој организационој форми РБ „Колубара” д.о.о. Лазаревац, имао је око 12.412 запослених. Предузеће РБ „Колубара” Лазаревац је реорганизовано од 2014-те године припајањем „Колубара-Метал”, Вреоци, са додатних 2.700 радника, поново у пет огранка: „Дирекција”; Огранак „Површински копови” Барошевац; Огранак „Прерада”, Вреоци; Пројектни биро „Колубара-Пројект”, Лазаревац, и Огранак „Метал”.

Од 1. јула 2015. године Рударски басен „Колубара”, је огранак у оквиру Јавног предузећа „Електропривреда Србије”.



Граф. 1. Однос јаловине и угља од почетка експлоатације до данас

На графикону 1, дат је приказ односа јаловине и угља од почетка експлоатације до данас.

У РБ „Колубара“, Огранку ЈП „Електропривреда Србије“, запослено је 13.276 радника. Највише запослених 7.601 је у Погону „Површински копови“, у „Преради“ је запослено 1.854 радника, у „Металу“ 2.580, у „Пројекту“ 106, и у „Дирекцији“ 1.135 запослених.

У оквиру Огранка РБ „Колубара“ врши се површинска експлоатација лигнита. Физички обим производње је око 30.000.000 t угља (79,6 % укупне производње угља

у ЕПС-у), и 70.000.000 m³ откривке. У оквиру организационог дела „Прерада“, Вреоци преради се 15 милиона тона угља, произведе око 600.000 тона сушеног угља, 600.000 тона технолошке паре, 3,3 милиона m³ технолошке и пијаће воде.

2. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

Материјали који ће се користити у истраживањима обухватају топографске карте, аерофото⁷ и сателитске снимке– LANDSAT⁸, чија сцена захвата простор Колубарског басена у зони утицаја РБ „Колубара“, легалне софтвере (ESRI ArcGIS Desktop 10 и IDRISI Selva), као и мерне инструменте и уређаје (GPS), којима ће се проверавати резултати даљинске детекције на конкретним локацијама унутар колубарских копова.

Методологија рада је прилагођена предмету, задатку и циљу истраживања. У раду ће се користити различите методе истраживања, како теренске, тако и кабинетске.

Методе које ће се примењивати у овом истраживању су:

- Методе даљинске детекције, (надгледана и ненадгледана класификација, оптимални количник вегетационог индекса-NDVI и др.);
- Методе анализе и синтезе резултата истраживања;
- Математичко-статистичке методе (квантитативно истраживање масовних појава, која почиње етапом сакупљања статистичких информација, затим статистичко посматрање, етапа разврставања, груписања, и на крају статистичка обрада);
- Метод потенцијала ерозије (МПЕ) (Гавриловић С.);
- Картографске методе и ГИС (метод картограма код картирања антропогених целина, метод шрафа код картирања вегетације и деградираних површина, картирање ерозије по методу проф. Гавриловића и др.);

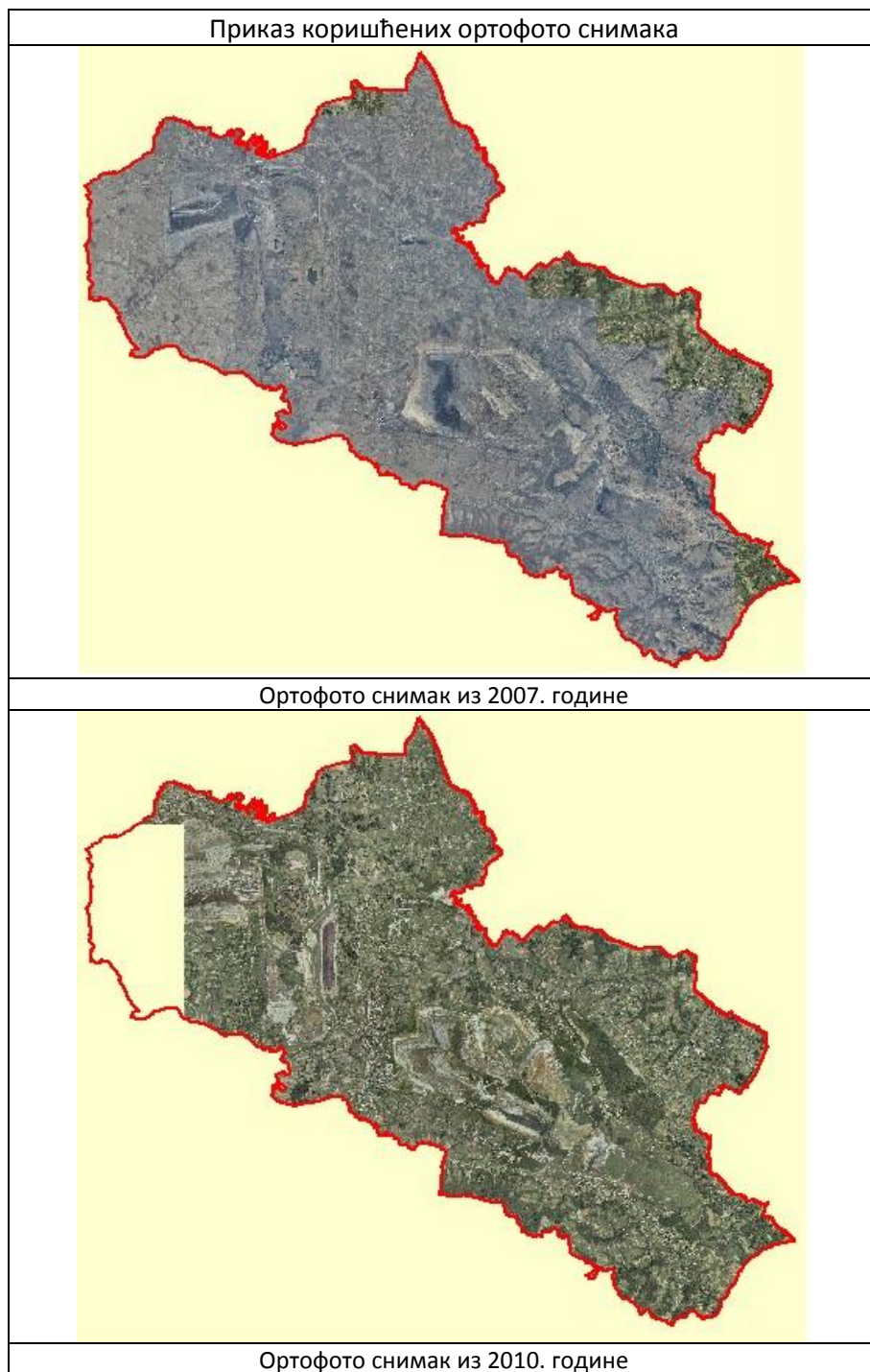
⁷Аерофото снимци коришћени у раду су из архиве РБ Колубара.

⁸LANDSAT снимци су преузети са сајта www.usgs.gov, резолуције 30 метара.



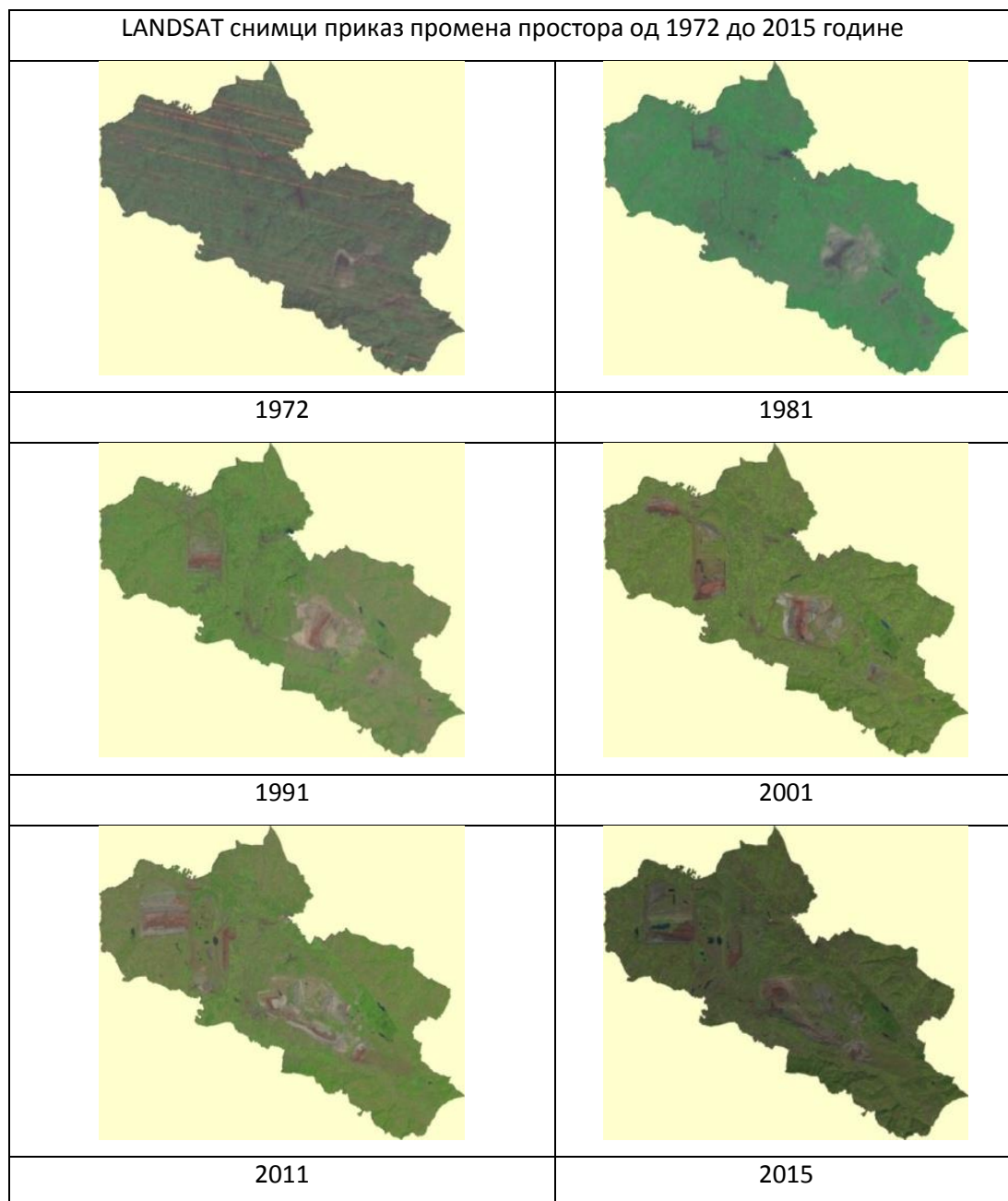
Сл. 6. Приказ коришћених топографских карата (Извор: Архива лабораторије за животну средину, Универзитет у Београду, Географски факултет)

На слици 6., дат је упоредни приказ топографских карата из различитих временских периода, почев од Ђенералштабне карте, преко Аустријске карте, па до карте која је у употреби у данашње време у РБ Колубара.



Сл. 7. Приказ коришћених ортофото снимака (Извор: РБ Колубара)

На слици 7., је дат приказ коришћених ортофото снимака у докторској дисертацији.



Сл. 8. Приказ коришћених LANDSAT снимака од 1972. до 2015. године (Извор снимка:<http://landsatlook.usgs.gov>)

На слици 8., дат је приказ коришћених LANDSAT снимака направљених у различитим временским периодима.

Суштински, даљинска детекција припада геофизичким методама истраживања (Милановић М., Љешевић М, 2009), међутим, она се заснива на методама које користе електромагнетну енергију као средство за откривање и мерење карактеристика објекта, појава и процеса на Земљи. У зависности од боје

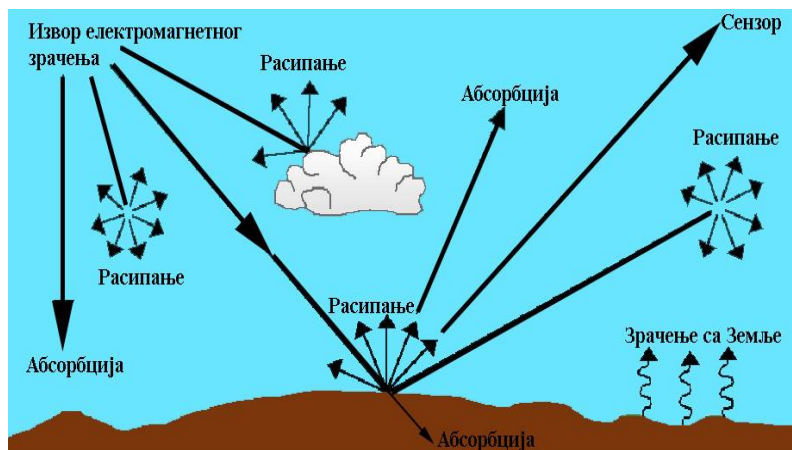
објекта, састава, способности апсорпције Сунчеве енергије и емитовања сопствене енергије, енергија се различито емитује, где се део губи у атмосфери, а мањи део прима посебна обележја. Свака промена енергије се бележи, а њен приказ представља суштину даљинских истраживања. На тај начин се добијају различите информације о квалитету и квантитету објеката на Земљиној површини, али се ствара и подлога за утврђивање односа међу њима. Са друге стране, класичне геофизичке методе се базирају на истраживањима гравитационог, електричног, магнетног и других енергетских поља Земље, а резултати тих метода осликавају промене на њеној површини. У геолошким истраживањима, класичне геофизичке методе (магнетометријске, сеизмометријске, електрометријске, геотермичке, радиометријске и др.) су нашле најширу примену, а у неким сегментима и у истраживању хидросфере (Академија наук СССР, 1978).

У току израде докторске дисертације користиће се репрезентативни извори литературе, како домаћих, тако и страних аутора из домена даљинске детекције и заштите животне средине, и званична статистика о демографским подацима. Такође ће се користити извори из РБ „Колубара“, а који се односе на конкретна мерења и контролу природних елемената унутар копова, као и статистички подаци везани за антропогене активности.

2.1. Метод даљинске детекције

Даљинска детекција представља поступак осматрања, прикупљања и представљања информација путем система који нису у директном, физичком контакту са испитиваном појавом, објектом или процесом (Брюханов А. В., Господинов Г. В., Книжников Ю. Ф., 1982; Павловић Р., и др. 2004). Земљина површина зрачи сопствену или рефлектовану енергију и бележи се на посебним уређајима – сензорима, на платформи се налази сензор који бележи енергију са

површине Земље. Резултат забележене електромагнетне енергије је снимак (Lillesand T. M., Kiefer R. W., 2002).



Сл. 9. Утицаји атмосфере на снимање Земље (Извор: Милановић М., Љешевић М., 2009, стр. 170; измењено и допуњено)

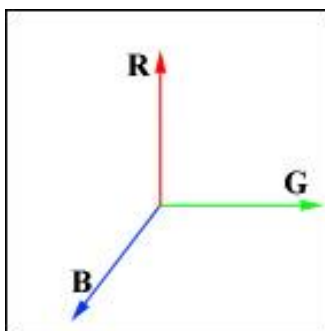
Главни извор енергије на Земљи је Сунце и због Сунчевог зрачења свако тело на Земљиној површини поседује енергију одређене фреквенције и таласне дужине и способно је да емитује енергију дела електромагнетног спектра. Тела са таквом енергијом мењају простор око себе (поседују електрични набој), и стварају електрично поље. Део Сунчеве енергије доспева до површине (Земља је апсорбује), део се апсорбује у атмосфери (слика 9), део се распршује, а део се рефлектује са површине. Поље даље врши утицај на околни простор и ствара магнетно поље. Магнетно и електрично поље су резултат интеракције и све више увећавају енергију око себе која се назива електромагнетна енергија. Енергија која се емитује зависи од својстава објеката, њиховог састава, способности да се апсорбује Сунчева енергија, способности да се емитује властита енергија и сл. (Sabbins F., 1986). Најважније карактеристике без обзира о ком је сензору реч су (Biberman L., 2000):

1. **Спектрална резолуција**, одређена је ширином спектралних канала и бројем канала који стоје на располагању, на пример, црно – бела фотографија је добијена у једном каналу, а мултиспектрални скенери дају производе са више спектралних канала

2. **Просторна резолуција**, је најмања јединица земљишта која се на снимку може препознати (30 x 30 m, 5 x 5 m и сл.)
3. **Радиометријска резолуција**, је укупан број нијанси у једном каналу (256, 64, 32 и сл.)
4. **Временска резолуција**, представља временски период и којем сателит прелази исто подручје (изражено бројем дана)
5. **Положајна тачност**, је тачна локација у реалном простору
6. **Висинска тачност**, представља трећу димензију посматраног објекта, појаве или процеса
7. **Распознавање објекта**, појаве или процеса, се односи на дешифровање објекта са снимка

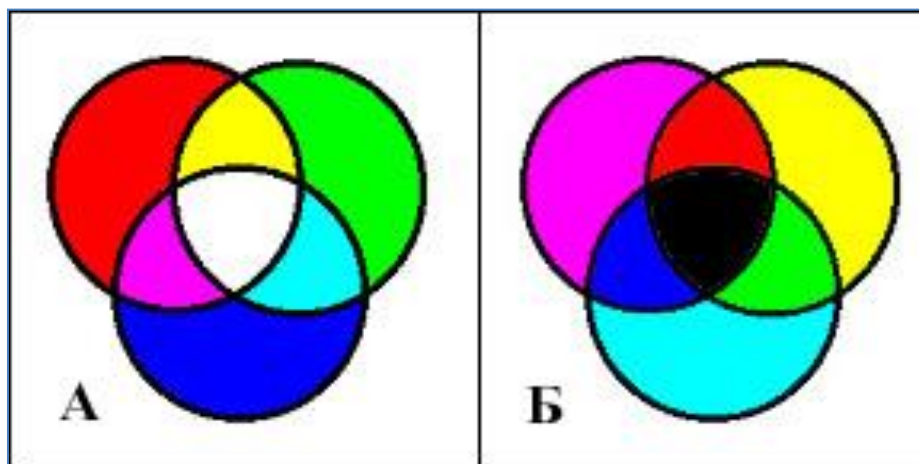
Проучавањем досадашње литературе из области даљинске детекције (Richards J., 1986), представљени су спектрални канали Сунчевог зрачења и то:

- Подручје γ зрака (до 0,03 nm)
- Подручје x зрака (од 0,03 nm до 3 nm)
- Ултраљубичасто подручје (од 0,01 μ m до 0,4 μ m)
- Подручје видљивог дела спектра (0,4 μ m до 0,7 μ m)
- Подручје инфрацрвеног дела спектра (0,7 μ m до 1 cm (1000 μ m), али максимум овог зрачења је до 20 μ m)
- Микроталасно подручје (од 1 cm до 1 m)
- Радиоталасно подручје (преко 1 m)



Сл. 10. Три основна спектрална канала Сунчевог зрачења - RGB вектор (Извор: Вах Р., 1995)

Све боје како описује даље Р. Вах (1995) могу настати мешањем три основне боје (RGB) и то додавањем или одузимањем њихових нијанси. Стварање боја мешањем три основне уз додавање њиховог односа нијанси, представља правило такозване **адитивне синтезе боја** (адисија – додавање) (Милановић М., Љешевић М., 2009, стр: 171-185).



Сл. 11. Адитивно (А) и суптрактивно (Б) мешање боја (Извор: Вах Р., 1995)

Принцип даљинске детекције се може приказати кроз неколико фаза, где су основни елементи објект истраживања – Земља, електромагнетна енергија, сензор, платформа, снимак, анализа, интерпретација и коришћење добијених података (Sabins F., 1986; Павловић Р., и др. 2004). F. Sabins (1986) дефинише три фактора који утичу на крајње продукте даљинских истраживања, а самим тим и на успешну заштиту животне средине. Та три фактора су атмосферске прилике, физичке основе човековог вида и материјална средства.⁹ Забележено зрачење назива се даљински снимак (Mather P., 1999).¹⁰ Он представља извор информација за посматрани објект, појаву или процес на површини Земље, и неопходно је да се преведе енергија у видљиву и јасну слику (Милановић М., Љешевић М., 2009, стр: 171-185).

⁹F. Sabins (1986) наглашава да различити атмосферски, климатски и њима сродни услови битно утичу на квалитет снимка.

¹⁰P. Mather (1999) прави разлику између даљинског снимка и фотографије; он даље тврди да снимак није исто што и фотографија већ само једна врста снимка, а његово значење је знатно комплексније.

Субјективност особе која се бави даљинском детекцијом и функције ока, представљају важну компоненту при анализи (видно поље ока, оштрина вида, акомодација и рефракција).¹¹ Видно поље је површина коју око региструје не мењајући правац гледања. Оштрина вида се односи на способност ока да разликује предмете по облику из слике коју упија мрежњача и дефинише најмањи угао под којим око разликује две одвојене тачке (Аковецкий И. В., 1983).

Прва фаза обраде снимака за потребе ове дисертације обухватала је поступке геореференцирања снимака, ректификације снимака, побољшања визуелне интерпретације и класификације снимака (Gulch E., 1991).

Геореференцирање је урађено убацавањем контролних тачака (референтних контролних тачака по x и y координатама, референтног државног координатног система), на снимцима у софтверу ArcGIS (верзија 10, легално купљена од стране РБ Колубара). На основу коефицијената трансформационих једначина, утврђен је међусобни однос координата за коришћене подлоге (карте и снимке). Затим се прешло на погушћавање пиксела (*resampling*) – којим се додељује вредност сваком пикселу (Милановић М., Поттић И., 2014). *Resampling* је погушћавање или повећавање броја пиксела на снимку. Сваки пиксел има одређену вредност којој се додељује дигитални број.

Ректификација снимака је побољшавање деформисаних слика, уклапање у координатне системе пројекција које се користе на појединим територијама, у циљу што бољег и вернијег приказа оригинала (Олујић М., 2001, стр: 189). Ту се модификују дисторзија и искривљеност снимака које потичу од прикупљања података јер се користе различите платформе, камере, скенери и др. Најважније операције су геометријска корекција, радиометријска корекција и отклањање шума.¹²

Геометријском корекцијом отклоњене су деформације, као што су закривљеност Земљине површине, дисторзија, атмосферске прилике и др. У овом раду она је обухватала две фазе и то фазу где се разматрају предвидљиви утицаји

¹¹Акомодација је способност ока да повећава моћ преламања светлости променом испупчености сочива, док је рефракција преламање зракова без акомодације (Аковецкий И. В., 1983).

¹²М. Олујић (2001, 189) их назива поступцима препроцесирања.

у РБ Колубара и фазу где се анализирају случајни, непредвидиви утицаји у РБ Колубара. Предвидиви утицаји су кориговани применом математичких модела, а као пример се може навести дисторзија која настаје због источне ротације Земље испод сателита током снимања површине (коса ротација).

Радиометријска корекција подразумевала је корекцију сунчеве елевације и корекцију растојања Земља – Сунце. Подаци на сателитским снимцима различито су осветљени, тако да је било неопходно израчунати сјајност пиксела, где се сваки пиксел делио синусом угла Сунчеве елевације за одређену тачку, односно, место и локацију слике (суштина радиометријске корекције снимака). Корекција растојања Сунце–Земља се прорачунала следећом формулом (Gulch E., 1991):

$$E = \frac{E_0 \cdot \cos \alpha_0}{d^2}$$

E – Сунчева радијација, нормализована

E_0 – Сунчева радијација на средњој вредности растојања Земља – Сунце

α_0 – Угао Сунца мерен од зенита

d – Растојање Земља – Сунце (астрономске јединице)

Због тачности података у РБ Колубара, урађена је и конверзија дигиталног броја (DN) у апсолутну вредност зрачења.

Отклањање шума обухватало је избацивање сваког нежељеног поремећаја у подацима, насталог услед ограничења приликом снимања података или дигитализације. Шум или сенка, најчешће прекривају информације са терена, тако да је било потребно отклонити их због поновног успостављања слике што сличније оригиналу. Кориговани су случајни и систематски шумови. Случајни шумови су варијације сивих тонова пиксела, где су се исправљале оштре ивице у ознакама и симболима упоређивањем сваког пиксела са суседним. Систематски шумови су отклањани на снимцима где се појављују линије, а отклоњени су упоређивањем дигиталних бројева пиксела новог снимка са старијим снимком.

Визуелна интерпретација је поступак разврставања сегмената снимака на тачкасте сегменте (дефинисање нијанси сваког пиксела) и локалне (вредности

околних пиксела). Она је подразумевала *контрастну манипулацију, манипулацију особина простора и мултиспектралну анализу* (Jacobsen K., 2002).

Техникама *контрастне манипулације* је побољшан квалитет снимка и то кориговањем прага сивих тонова, поделом снимака на две класе. Овај термин је познат у даљинској детекцији као бинарна маска слике.¹³ Пример за то су земљишни ресурс и водени ресурси, где је при инфрацрвеном зрачењу земљиште имало огромну вредност дигиталног броја пиксела, а вода мању. Контрастна манипулација обухватала је и интервалну поделу, где су дуж x – осе вредности дигиталног броја подељени на интервале. Број интервала је зависио од нијанси сивих тонова. Овај поступак је био јако важан, нарочито за снимке из 1981. године, како би се нагласио контраст различитих карактеристика појава на снимцима.

Манипулација просторних карактеристика у дисертацији је обухватала само ивично побољшање и просторно филтрирање. Увијање или конволуција, као и Фуријеова анализа нису примењени у раду.

Ивично побољшање се одвијало у неколико етапа, прво се стварала слика високих фреквенција, где су присутне ивичне информације, па су се затим исцртавали детаљи са снимака везани за храпавост, како би се одредили филтери за чишћење (Bradshaw A. D., 1996). Глатке површине су се обрађивале већим филтерима, а храпаве мањим. После тога су се додавали сиви тонови да би се дошло до наглашавања ивица.

Просторно филтрирање је имало улогу ублажавања оштрих, нелогичних ивица за сликовне податке (Carlotto J., 1996). На тај начин су се очистили и припремили пиксели са снимака за даље поступке обраде (Eastman R. J., 2001).

Мултиспектрална анализа, односно, упоређивање спектралних односа на снимцима (Jensen R., 1996), морала је бити примењена због компензације нијанси боја, које су одступале од природних боја, а проузрокује их променљивост топографије. Ова анализа обухвата систем функционисања: интензитет – боја – zasiћеност. Интензитет се односи на сјај боје, боја на

¹³Како објашњава К. Jacobsen 2002, контрастна манипулација, манипулација особина простора и мултиспектрална анализа су најважније операције обраде за просторне атрибуте слике.

доминантну средњу вредност таласне дужине светлости која утиче на боју, а засићење је нијанса боје у односу на белу (Милановић М., Љешевић М., 2009).

Класификација снимака је обухватала аутоматску категоризацију свих пиксела слике у класе (Guo J. L., Haigh D. J., 1991). Класификација снимака примењена у раду подразумевала је надгледану (пиксели се упоређују и стављају у класу којој највише личе), и ненадгледану (додељују се вредности пиксела према најсличнијим околним пикселима) (Kariuki C., et al., 2003; Finelli M., et al., 1996). Неколико корака класификације је урађено и то утврђивање репрезентативних класа, идентификовање подручја и дефинисање спектралних атрибута за сваку геопросторну целину РБ Колубара. Потом су се сви пиксели разврставали у категорије и на крају у излазној етапи, презентовали су се сви подаци геопростора РБ Колубара (Томић М., 2012).

Подаци неопходни за израду докторске дисертације су се прикупљали за реалне геопросторне системе РБ Колубара: *природне и антропогене ресурсе*. После поступака препроцесирања снимака. приступило се интерпретацији садржаја са сателитских и аерофото снимака (период од 1981. до 2015. године), где су се кориговале грешке, потом се рачунао коефицијент корелације или коефицијент одступања коригованог снимка од оригинала и добија (Jacobsen K., 2002):

$$R_n = \frac{R}{R + G + B} \times PAN$$

$$G_n = \frac{G}{R + G + B} \times PAN$$

$$B_n = \frac{B}{R + G + B} \times PAN$$

R – снимак добијен са црвеног спектралног канала

R_n – нов или коригован снимак са црвеног канала

G – снимак добијен са зеленог спектралног канала

G_n – нов или коригован снимак са зеленог канала

B – снимак добијен са плавог спектралног канала

B_n – нов или коригован снимак са плавог канала

PAN – панхроматски снимак

Потом се приступило трансформацији јачине, нијанси и засићености (Jacobsen K., 2002). Коефицијенти за ова три параметра су добијени на следећи начин:

$$I = \max(R, G, B)$$

$$L = \frac{R + G + B}{3}$$

$$L' = \frac{\max(R, G, B) + \min(R, G, B)}{2}$$

I – максимални коефицијент јачине боја сва три канала

L – аритметичка средина нијансе боја сва три канала

L' – коефицијент засићености бојом

Табела 1 а. Сателитски снимци различитих спектралних канала и њихова намена (Извор: Милановић М., Љешевић М., 2009; измењено и допуњено)

КАНАЛИ	ТАЛАСНЕ ДУЖИНЕ	ГЛАВНЕ ОСОБИНЕ	СЕНЗОРИ	НАМЕНА
Видљиви (плавни, зелени, црвени)	0,4 – 0,7 μm (0,4–0,5; 0,5–0,6; 0,6–0,7)	Три основне боје	Фотокамере и сензори са филтерима	Контрола и праћење приземног слоја ваздуха, водена површина и сл.
Блиски – IR	0,7 – 1,5 μm	Веза са објектима зависи од таласних дужина и доба дана снимања	Електронски детектори	Вегетација, геолошка грађа, топографија, катастрофе и сл.
Средњи IR	1,5 – 5,6 μm	Најважније подручје рефлектоване енергије Сунца.	Фотокамера са IR филмом, скенери, радиометри	Праћење стања водене површине, вегетације и сл.
Далеки (термални) IR	5,6 – 1000 μm	Сензори осетљиви на температуру	Скениери и радиометри	Вегетација, контрола стенске масе и др.
Микроталасни	1 cm – 1 m	Зраци пролазе кроз облаке и маглу	Микроталасни пријемници, радиометри	Земљишни покривач, водена површина и сл.
Радарски	преко 1 m (најчешће 0,3 cm – 10 m)	Активни поступци даљинских истраживања	Електромагнетни импулси	Рељеф, вода (већи број области)

Табела 1 б. Сателитски снимци LANDSAT сателита коришћених у раду (Извор: Милановић М., Љешевић М., 2009; измењено и допуњено)

Канали LANDSAT сателита коришћени у раду	Таласна дужина (μm)	Резолуција (m)
Band 1	0.45 - 0.52	30
Band 2	0.52 - 0.60	30
Band 3	0.63 - 0.69	30
Band 4	0.76 - 0.90	30
Band 5	1.55 - 1.75	30
Band 6	10.40 - 12.50	120
Band 7	2.08 - 2.35	30

Стварање колор композита (правих и лажних колора) праћено је следећим поступцима (Милановић М., 2008):

- Кориговање јачине сва три канала видљивог дела спектра RGB (max/min);
- Кориговање нијансе боја сва три канала видљивог дела спектра RGB (max/min);
- Кориговање црвеног канала (R – између max и min);
- Кориговање зеленог канала (G – између max и min);
- Кориговање плавог канала (B – између max и min);
- Кориговање засићености бојом сва три канала видљивог дела спектра RGB (max/min);
- Кориговање снимака добијених са осталих IR канала (max/min).

Обрада и процесирање снимака је рађена у софтверу Idrisi.

2.2. Методе анализе и синтезе резултата истраживања

Метода анализе је поступак научног истраживања рашчлањивањем сложених појмова, судова и закључака на њихове једноставније саставне делове и елементе. Анализа је поступак мишљења у кретању од посебног ка општем. У раду су описани елементи геопросторних целина РБ Колубара, када је објашњено стање геопросторних елемената копова, на основу стања појединачних елемената. Ово је посебно било важно за поглавље које се односило на дискусију и предлоге за превазилажење проблема у РБ Колубара.

Метода синтезе је поступак научног истраживања и објашњавања стварности путем синтезе једноставних судова у сложеније. Синтеза је процес уопштавања у којем настају све апстрактнији појмови у поређењу са претходним појмовима. Синтеза је начин систематизације знања по законитостима формалне логике, као процес изградње теоријског знања у правцу од посебног ка општем.

У раду су примењене анализа структуре, каузална анализа, генетска анализа, компаративна анализа, функционална анализа и дијалектичка анализа. Анализа структуре је обухватала истраживање грађе система басена Колубаре појединачних елемената геопростора, ради утврђивања тренутног стања. Каузална анализа је била од изузетне помоћи при утврђивању узрочно-последичних односа и веза међу елементима геопростора РБ Колубара. Генетска анализа је коришћена у циљу утврђивања узрока настанка одређеног стања елемената геопростора РБ Колубара. Компаративна анализа је омогућила да поредимо структуру, својства и законитости елемената басена Колубара за период од 1981. до 2015. године (анализа сателитских и аерофото снимака). Функционална анализа је била примењена због детектовања измењеног стања елемената геопростора Колубаре и утврђивања релација између појединих елемената и утицаја на измењена стања других или суседних елемената копова. И на крају, дијалектичка анализа је морала бити примењена због рашчлањивања садржаја геопростора и развоја нових садржаја у РБ Колубара.

У погледу поступка примене синтезе, примењене су само функционална и каузална. Функционална је била неопходна за давање обједињеног мишљења за геопросторне елементе РБ Колубара, а нарочито због предлога за превазилажење проблема загађивања појединих елемената у Колубари. Каузална анализа је била примењена због утврђивања узрочно-последичних односа елемената и читавог система животне средине РБ Колубара.

2.3. Математичко-статистичке методе

Математичко-статистичке методе примењене у раду, као опште научне методе, односиле су се на истраживање масовних појава које се састоје из мноштва јединица (добилијени подаци су обрађени у програму SPSS). У процесу израде рада, методе статистике смо применили на основу одговарајућих прилагођавања његовом предмету, односно фазама истраживања. Поступци статистике у научном истраживању не јављају се сасвим самостално (зависе од

појединачног елемента истраживања РБ Колубара), већ су повезани са методом прикупљања и обраде података и условљени су својствима података (Љешевић М., 2002). Статистичке методе које су коришћене у раду су прикупљање података, статистичка анализа, тумачење резултата статистичке анализе и извођење закључака помоћу графикана и табела. Статистичком методом сазнаје се опште преко појединачног, и ова метода је била од помоћи при одабиру најбољег решења везано за проблем измене стања елемената геопростора РБ Колубара. Конкретно, у анализи геопростора РБ Колубара, примењено је квантитативно истраживање масовних појава, започето са етапом сакупљања статистичких информација, затим статистичко посматрање, етапа разврставања, груписања, и на крају статистичка обрада података у бази података софтвера ArcGIS.

Табела 2. Број становника по насељима у РБ Колубара

	Општина/Село	Број становника					
		1961	1971	1981	1991	2002	2011
	Лазаревац						
1	Араповац	1020	861	825	819	754	644
2	Барошевац	1212	1219	1293	1309	1260	1054
3	Велики Црљени	4227	3861	4252	4506	4580	4318
4	Вреоци	3354	3174	3303	3347	3210	2559
5	Зеоке	1011	1052	895	874	796	722
6	Јунковац	1322	1172	1057	1044	984	834
7	Мали Црљени	1043	868	890	917	885	811
8	Медошевац	1548	1725	1846	1084	925	642
9	Миросаљци	1820	1729	1723	1783	1658	1513
10	Пркосава	448	367	351	339	317	259
11	Рудовци	2276	1909	1883	1792	1787	1620
12	Сакуља	496	434	263	0	0	0
13	Степојевац	2468	2638	2773	2877	3019	2894
14	Стрмово	436	353	344	368	324	318
15	Цветовац	934	926	838	276	233	139
	УБ						
16	Каленић	1178	1110	1010	813	888	759
17	Радљево	1136	948	774	677	607	565
	Лајковац						
18	Мали Борак	1064	966	784	514	489	89
19	Скобаљ	454	403	326	306	241	178

Извор: Завод за статистику Србије

У табели 2., приказан је број становника од 1961. до 2011. године, за насеља која се простиру у зони утицаја РБ Колубара. Егзактна интерпретација појава и процеса у непосредном окружењу РБ „Колубара“ (природни елементи простора, насеобинске целине, депоније и сл.) урађена је у софтверу ArcGIS 10.

Експериментална провера је планирана за поређење резултата добијених обрадом снимака са резултатима са терена.

Табела 3. Број домаћинстава по насељима у РБ Колубара (Извор: Завод за статистику Србије)

	Општина/Село	Број домаћинстава					
		1961	1971	1981	1991	2002	2011
	Лазаревац						
1	Араповац	246	235	238	261	256	215
2	Барошевац	305	325	355	366	373	324
3	Велики Црљени	1255	1072	1289	1485	1528	1446
4	Вреоци	933	906	1003	1018	1088	947
5	Зеоке	248	267	246	245	276	214
6	Јунковац	361	335	325	325	325	294
7	Мали Црљени	252	223	236	262	259	240
8	Медошевац	364	435	515	362	299	189
9	Миросаљци	420	423	448	561	519	421
10	Пркосава	94	90	87	99	97	79
11	Рудовци	658	564	567	540	566	546
12	Сакуља	113	120	73	0	0	0
13	Степојевац	694	770	849	884	1022	920
14	Стрмово	95	108	95	107	103	94
15	Цветовац	219	239	236	71	70	39
	УБ						
16	Каленић	266	273	275	250	264	212
17	Радљево	283	254	228	208	201	188
	Лајковац						
18	Мали Борак	255	277	264	172	198	35
19	Скобаљ	103	97	92	100	98	68

Извор: Завод за статистику Србије

У табели 3., приказан је број домаћинстава од 1961. до 2011. године, за насеља која се простиру у зони утицаја РБ Колубара.

Табела 4. Активно становништво 2002. година

	Општина/Село	Активно становништво 2002. година
		Укупно
	Лазаревац	Укупно
1	Араповац	754
2	Барошевац	1260
3	Велики Црљени	4580
4	Вреоци	3210
5	Зеоке	796
6	Јунковац	984
7	Мали Црљени	885
8	Медошевац	925
9	Миросаљци	1658
10	Пркосава	317
11	Рудовци	1787
12	Сакуља	-
13	Степојевац	3019
14	Стрмово	324
15	Цветовац	233
	УБ	Укупно
16	Каленић	888
17	Радљево	607
	Лајковац	Укупно
18	Мали Борак	489
19	Скобаљ	241

Извор: Завод за статистику Србије

У табели 4., приказано је активно становништво из 2002. године за насеља која се простиру у зони утицаја РБ Колубара.

Табела 5. Дневне миграције активног становништва које обавља занимање 2002. година

Општина		Активно становништво које обавља занимање					
		Свега	Раде у другом насељу исте општине	Раде у другој општини	Раде у другој држави	Непознато	
Лазаревац	Градско	7587	17062	5274	743	1	111
	Остала	9475		6135	671	1	55
Уб	Градско	496	4572	186	194	-	13
	Остала	4076		1556	875	1	30
Лајковац	Градско	615	4218	47	421	-	47
	Остала	3603		954	1830	-	22

Извор: Завод за статистику Србије

У табели 5., дат је приказ дневних миграција активног становништва за 2002. годину за три општине које се простиру у зони утицаја РБ Колубара.

За потребе истраживања 19 насеља која припадају РБ Колубара урађен је миграциони салдо и апсолутни природни прираштај према доле наведеним формулама, а прорачуни су приказани у резултатима рада.

Апсолутни миграциони салдо - S, за цео међупописни период добијен је на основу формуле:

$$S = P_2 - P_1 - (N - M)$$

где је:

P_2 - Број становника из 2011. године,

P_1 - Број становника из 2002. године,

N - Укупан број живорођене деце и

M - Укупан број умрлих становника између последња два пописа (2011. и 2002.).

Апсолутни пораст становништва - R, добијен је анализом четири компоненте кретања становништва (наталитет, морталитет, досељавање и исељавање становништва), а на бази формуле:

$$R = (N - M) + (I - E) = J + S$$

где је:

N – број живорођених,

- М – број умрлих,
 I – број усељеника (имиграната),
 E – број исељеника (емиграната),
 J – природни прираштај и
 S – миграциони салдо.

Табела 6. Пољопривредно становништво за 2002. годину

	Општина/Село	Пољопривредно становништво 2002. год.	Активно пољопривредно становништво 2002. год.
	Лазаревац	Укупно	Укупно
1	Араповац	44	35
2	Барошевац	54	43
3	Велики Црљени	152	103
4	Вреоци	122	94
5	Зеоке	23	21
6	Јунковац	62	44
7	Мали Црљени	19	17
8	Медошевац	20	20
9	Миросаљци	57	41
10	Пркосава	16	16
11	Рудовци	43	32
12	Сакуља	-	-
13	Степојевац	147	107
14	Стрмово	50	50
15	Цветовац	3	2
	УБ	Укупно	Укупно
16	Каленић	123	91
17	Радљево	143	89
	Лајковац	Укупно	Укупно
18	Мали Борак	40	36
19	Скобаљ	25	20

Извор: Завод за статистику Србије

У табели б., приказано је укупни и активно пољопривредно становништво из 2002. године за насеља која се простиру у зони утицаја РБ Колубара.

Шире истраживање докторске дисертације је у директној вези са захтевима институције, а биће основ за будуће истраживачке пројекте у РБ „Колубара“, Лазаревац.

2.4. Метод потенцијала ерозије

У раду је примењена метода према С. Гавриловићу, где се коефицијент ерозије (Z), одређује следећом формулом (Костадинов С., 1996, стр. 211-213):

$$Z=Y \cdot X \cdot a \cdot (r + \sqrt{J_{cp}})$$

Где је Z – коефицијент ерозије слива или подручја, са вредностима које се за прородне сливове крећу од 0,01-1,5, тј. од очуваних, ерозијом слабо нападнутих сливова и подручја, до сливова који су екстремно нападнути услед ерозије земљишта, чије вредности могу да буду ван наведених граница само у изузетним случајевима.

У табели 7., дате су вредности за коефицијент Y, који представља реципрочну вредност коефицијента отпора земљишта на ерозију, а зависи од геолошке, педолошке подлоге и климе.

Табела 7. Вредност коефицијента Y

Типови земљишне творевине и сродне врсте		Средњи коефицијент Y
1	Пескови, шљунак и невезана земљишта	2.0
2	Лес, туфови, слатине, степска земљишта и сл.	1.6
3	Распаднути кречњаци и лапорци	1.2
4	Серпентини, црвени пешчари, флишне насlage	1.1
5	Подзоли и параподзоли, распаднути шкриљци, микашисти, гнајшисти, агрилошисти и сл.	1.0
6	Једри и шкриљасти кречњаци, црвенице и хумусно силикатно земљишта	0.9
7	Гајњаче и планинска земљишта	0.8
8	Смонице, ритске оранице и мочварна земљишта	0.6
9	Чернозем и алувијални нанос добре структуре	0.5
10	Голи, компактни еруптиви	0.25

Израз X_a представља коефицијент уређења слива или ерозионог подручја и односи се на заштићеност земљишта од атмосферских утицаја и сила ерозије природним условима (X), или вештачки створеним условима (a), односно антиерозионим техничким или биолошким радовима у сливу или подручју. Производ ова два коефицијента се креће у распону од 0,01 (за заштићено земљиште у сливу или подручју), до 1,0 (за потпуно голо, незаштићено и неуређено земљиште). Преглед саставних делова коефицијента уређења слива или подручја (X_a), дат је у табели 8.

Табела 8. Вредност израза X_a

Услови који утичу на вредност коефицијента X_a		X_a
1. Слив или подручије пре антиерозионих радова		
1	Потпуно голо, необрађено земљиште (голети)	1.0
2	Оранице са орањем уз и низ падину	0.9
3	Воћњаци и виногради без приземне вегетације	0.7
4	Планински пашњаци и сувати	0.6
5	Ливаде, детелишта и сличне пољопривредне културе	0.4
6	Деградиране шуме и шикаре саеродираним земљиштем	0.6
7	Шуме и шикаре доброг склопа и обраста	0.05
2. Слив или подручје после антиерозионих радова		
1	Оранице са контурним орањем	0.63
2	Оранице добре неге и заштићене малчирањем	0.54
3	Контурно-појасна обрада са плодоредом (оранице)	0.45
4	Контурни воћњаци и виногради	0.315
5	Терасирање ораница, терасе и градони	0.36
6	Затрављивање голих земљишта и мелиорације пашњака и сувати	0.3
7	Израда контурних ровова средње густине	0.24
8	Ретардациони водопутеви, микроакумулације	0.27
9	Обично пошумљавање на јаме или на пруге	0.2
10	Пошумљавање на градонима	0.1
11	Уређивање корита водотокова техничким објектима: каналисање, кинетирање, изградња преграда, габиона и сл.	0.7

Коефицијент ϕ представља бројни еквивалент видљивих и јасно изражених процеса ерозије у сливу подручја, чије су вредности дате у табели 9.

Табела 9. Вредност коефицијента ϕ

Услови који утичу на вредност коефицијента ϕ		Средња вредност ϕ
1	Слив или подручје потпуно обухваћено јаружастом ерозијом и урвинским процесима (дубинска ерозија)	1.0
2	Око 80% слива или подручја под браздастом и јаружастом ерозијом	0.9
3	Око 50% слива или подручја под браздастом и јаружастом ерозијом	0.8
4	Цео слив под површинском ерозијом: распадине и осулине, нешто мало бразди и јаруга(дубинска ерозија, као и јака крашка ерозија)	0.7
5	Цео слив под површинском ерозијом, али без видљивих дубинских процеса (бразде, јаруге, одрони и сл.)	0.6
6	Земљиште на 50 % површине обухваћено површинском ерозијом, а остали део слива очуван	0.5
7	Земљиште на 20 % површине обухваћено површинском ерозијом, док је 80 % ослива или подручја очувано	0.3
8	Земљиште у сливу без видљивих трагова у ерозије, али у коритама водотока има мањих одрона и клижења	0.2
9	Слив без видљивих трагова ерозије, али претежно под ораницама	0.15
10	Подручје у сливу без видљивих трагова ерозије како у сливу тако и у кориту водотока, али претежно под шумама или вишегодишњом вегетацијом (ливаде, пашњаци и сл.)	0.1

Последњи члан у формули представља квадратни корен из средњег пада слива (J_{sp}), односно ерозионог подручја или парцеле земљишта за коју се одређује коефицијент ерозије Z . На тај начин се долази до поузданије квантитативне вредности коефицијента ерозије него што је то случај при обичном процењивању. При томе вредности коефицијената Y , X , a и ϕ треба одређивати према процентуалном учешћу појединих елемената у сливу или ерозионом подручју.

У табели 10., дат је приказ вредности коефицијента ерозије Z.

Табела 10 .Вредност коефицијента ерозије Z

Категорија разорности(ерозивности)	Јачина ерозионих процеса	Тип владајуће ерозије	Коефицијентерозије	Сред. вредност коеф.ерозије
I	Екседивна ерозија	Дубинска	> 1.51	1.25
		Мешовита	1.21-1.50	
		Површинска	1.01-1.20	
II	Јака ерозија	Дубинска	0.91-1.00	0.85
		Мешовита	0.81-0.90	
		Површинска	0.71-0.80	
III	Осредња ерозија	Дубинска	0.61-0.70	0,55
		Мешовита	0.51-0.60	
		Површинска	0.41-0.50	
IV	Слаба ерозија	Дубинска	0.31-0.40	0,30
		Мешовита	0.25-0.30	
		Површинска	0.20-0.24	
V	Врло слаба ерозија	трагови ерозије	0.01-0.19 и мање	0,01

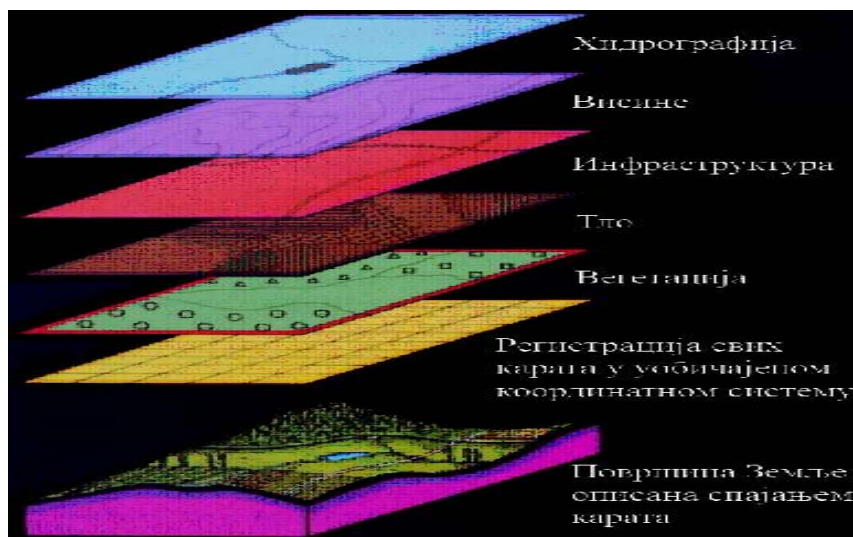
Методe даљинске детекције су веома корисне за процене процеса ерозије обрадом и прорачуном аналитичких алата ГИС-а (Haghizadeh A., et al., 2009).

2.5. Картографске методе и ГИС

Како је већ познато, буран развој информатичких технологија, карактеристичан за последњих неколико деценија, довео је до њиховог комплексног повезивања и преплитања са свим сегментима живота и рада људског друштва. Омогућен је проток и доступност велике количине података који су нашли широку практичну примену у многим научним областима, али је веома брзо постало јасно да процес прикупљања и гомилања података без унапред постављених циљева и смерница за формирање информационих система, који уједно представљају и подршку процесу доношења одлука, немају

никакав значај. Модеран начин живота подразумева стално присуство и употребу информатичких технологија у готово свим сегментима живота и рада људи. Специјализовани софтверски пакети од великог су значаја приликом спровођења поступка процене ризика, односно, сагледавања и прорачуна потенцијалних негативних ефеката који могу имати на животну средину. Такви резултати у великој мери доприносе доношењу избалансираних коначних одлука. То се посебно односи на оне фазе система управљања отпадом, које са собом носе висок степен ризика, као што је транспорт отпада, потом одабир адекватне локације за депоније отпада, као и приликом спровођења ремедијације контаминираних локација (Љешевић М., 2002).

Географски информациони систем је један од најмоћнијих алата који помаже да се разуме природа простора и он спаја некада два одвојена подручја – картографију (свет слика) (Кукрика М., 2000), и информатику (свет података). Спајање ова два подручја подразумева моделирање реалног света (Farina A., 1998).



Сл. 12. Приказ дела Земљине површине по тематским целинама у ГИС окружењу (Олујић М., 2001), измењено и допуњено)

Моделирање представља поступак израде умањене копије реалног система и креирање његове логичке замене (Јовановић В., Ђурђевић Б., Срдич З., Станков У., 2012). Модели се уопште састоје од низа ентитета и њихових атрибута

међусобно повезаних. Модел у суштини представља инструмент помоћу кога се истражује средина и долази до резултата о карактеристикама саме средине.

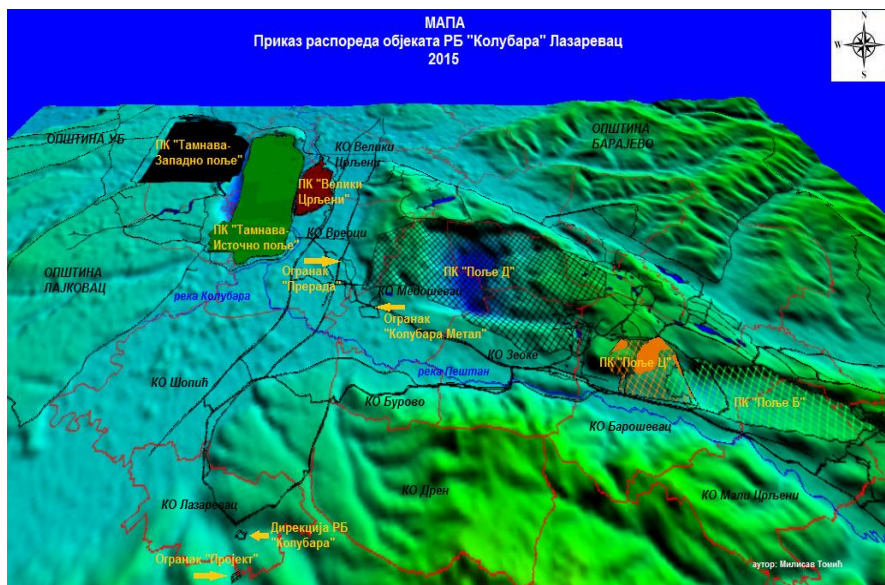
По М. Љешевићу (2002), један од најбитнијих метода истраживања животне средине јесте картографски, помоћу ког се лоцирају сви потребни географски информациони материјали за конкретну територију (РБ Колубара). Овај метод је коришћен како би се на карти лоцирали постојећи истраживани природни и антропогени елементи геопростора и извели закључци и процене који су карактеристични за РБ Колубара.

Комплексни садржај тема у ГИС окружењу, за РБ Колубара, рађен је у програму ArcGIS и представља се у бази података преко основних геометријских ентитета базе података, а то су:

- тачке,
- линије,
- полигони и
- описи.

Основни геометријски ентитети базе података РБ Колубара дефинисани су на следећи начин:

- тачке својим правоуглим координатама,
- линије правоуглим координатама крајњих и свих преломних тачака,
- површине правоуглим координатама тачкама граничног полигона
- описи правоуглим координатама референтних тачака, азимутом исписа, полупречником кривине исписа, висином исписа и сл.



Сл. 13. Мапа простора – приказ распореда објеката РБ Колубара (рађено у програму ArcGIS 10; аутор: Томић М., 2015)

На слици 13., дат је дигитални модел терена са распоредом објеката РБ Колубара. Приликом рада са просторним подацима у ГИС окружењу радило се са три основна типа питања: Где?, Шта? и Када?. У процесу просторне анализе ова питања су резултирала манипулацијом геометријским, атрибутивним или временским компонентама просторних података, посебно или у комбинацији. У докторској дисертацији урађена су **просторна, тематска и временска** поређења геопростора РБ Колубара. **Просторно** поређење обухватало је анализу растерских слика (снимака и карата), различитих области у истом размеру, да би се видело да ли се одређени шаблони подударују или разликују. **Тематско** поређење обухватало је анализу различитих тематских целина геопростора РБ Колубара истих области да би се видело да ли је просторни распоред тема сличан или различит. **Временска** поређења су урађена за читав басен Колубаре за различите датуме (период од 1981. до 2015. године).

Детаљније су размотрена сва још три поређења података и то:

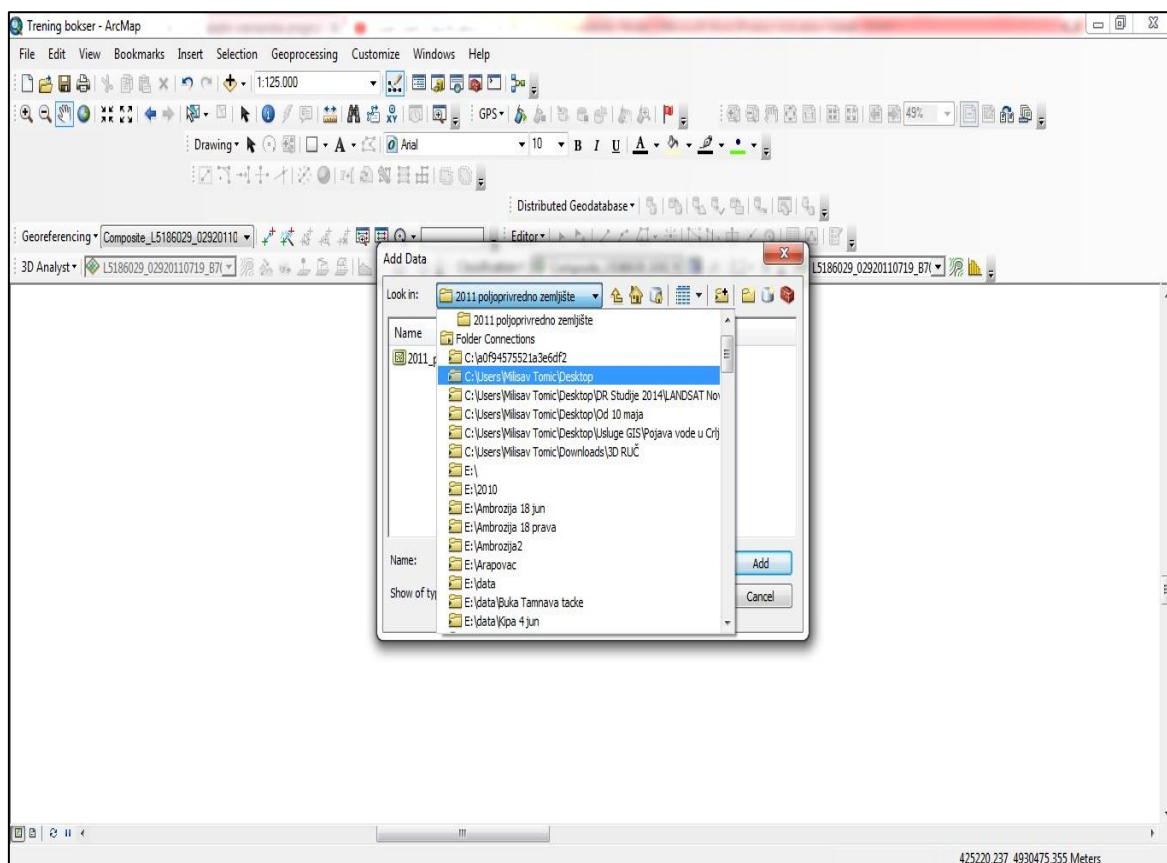
Геометријско поређење (за сваку тачку, линију и полигон);

Поређење атрибута (описни подаци различитих докумената-карте/планови/сателитски/аерофото снимци);

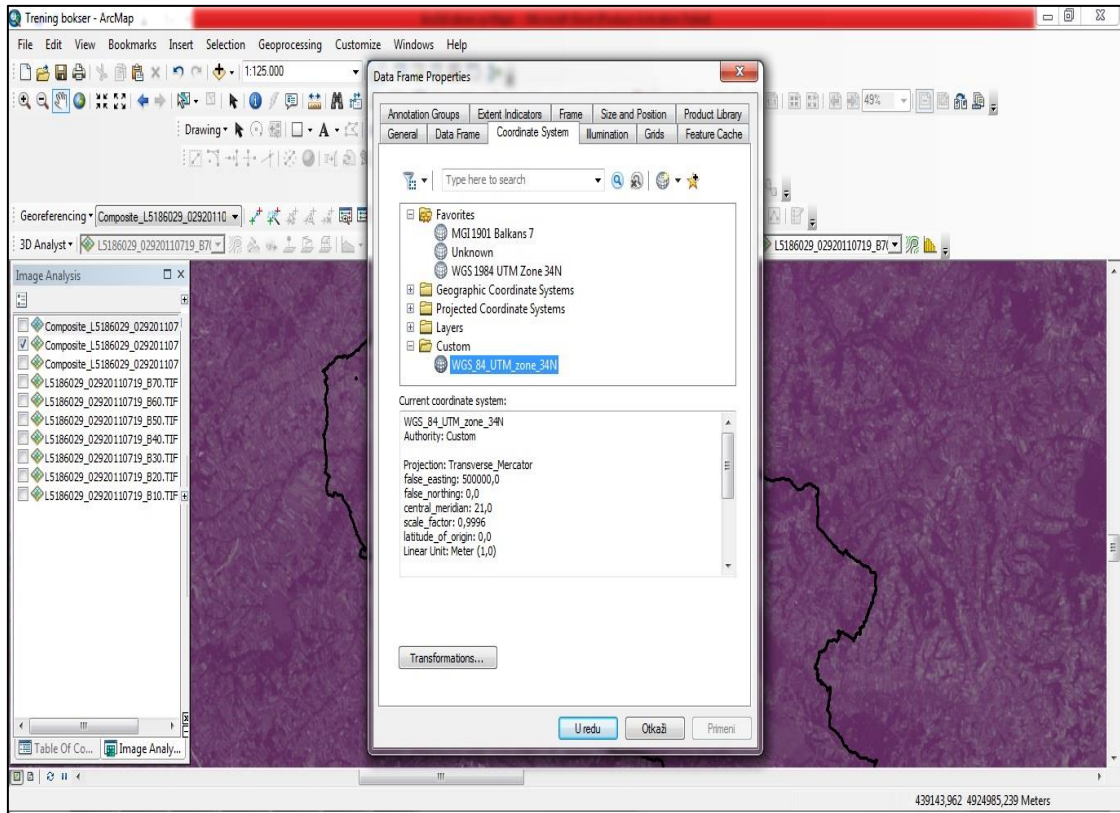
Поређење временских компоненти просторних података (анализа геометрије и атрибута/описних података за различите временске периоде-аерофото/сателитски снимци).

2.5.1. Начин примене софтвера ArcGIS 10 у раду

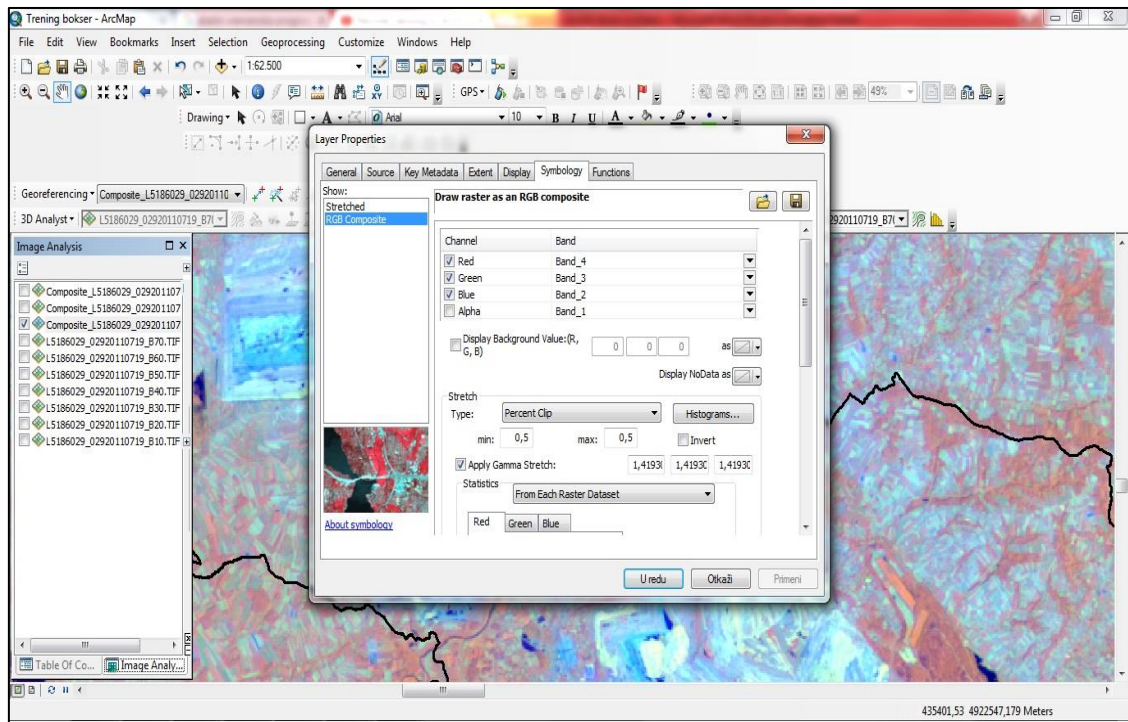
Примена програма ArcGIS 10 у раду огледа се кроз неколико корака приказаних кроз наредне слике, радног прозора софтвера ArcGIS 10. Полази се од увоза података (растерских слика), преко геореференцирања, па све до креирања базе података РБ Колубара, што је приказано на следећим сликама од 14. до 22.



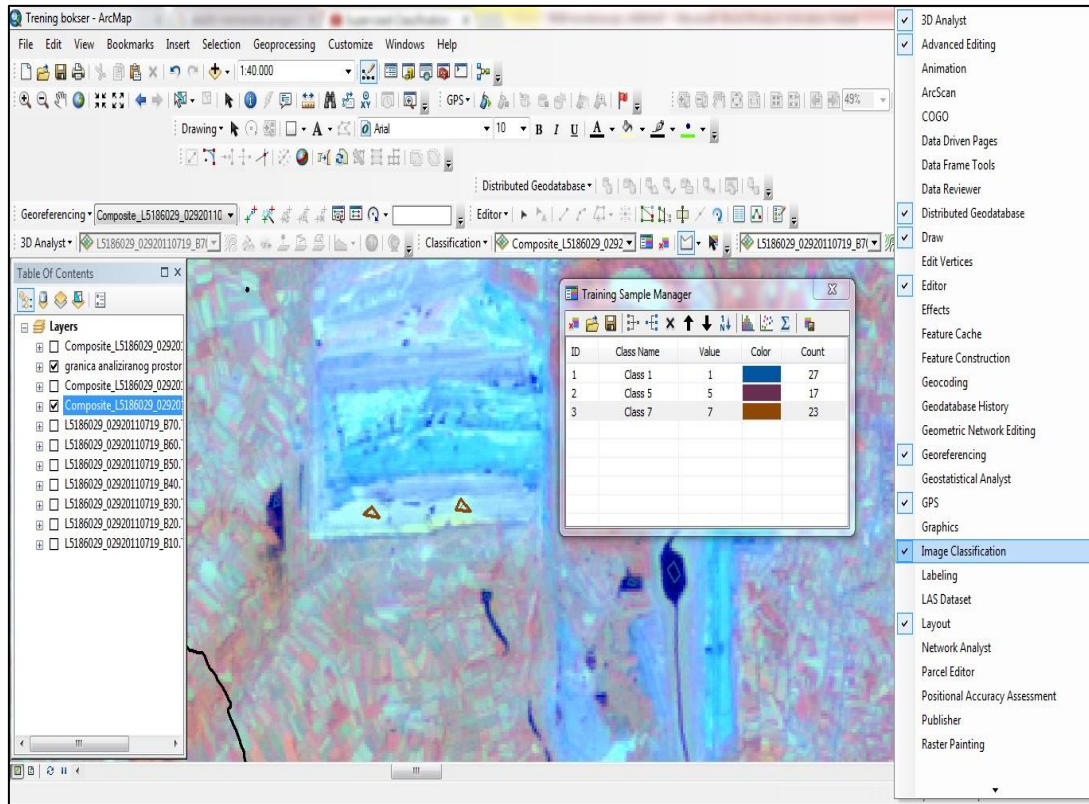
Сл. 14. Убацивање растера у софтвер ArcGIS 10 – опција **import data** (Аутор: Томић М., 2015)



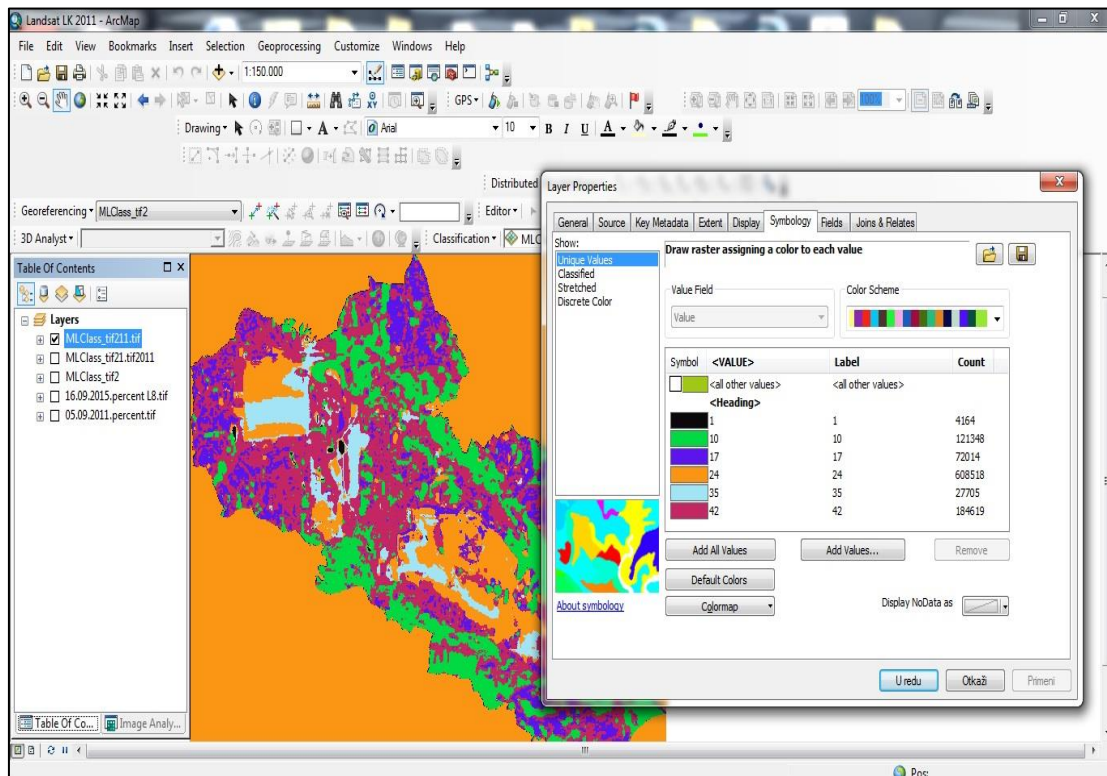
Сл. 15. Геореференцирање у ArcGIS софтверу (Аутор: Томић М., 2015)



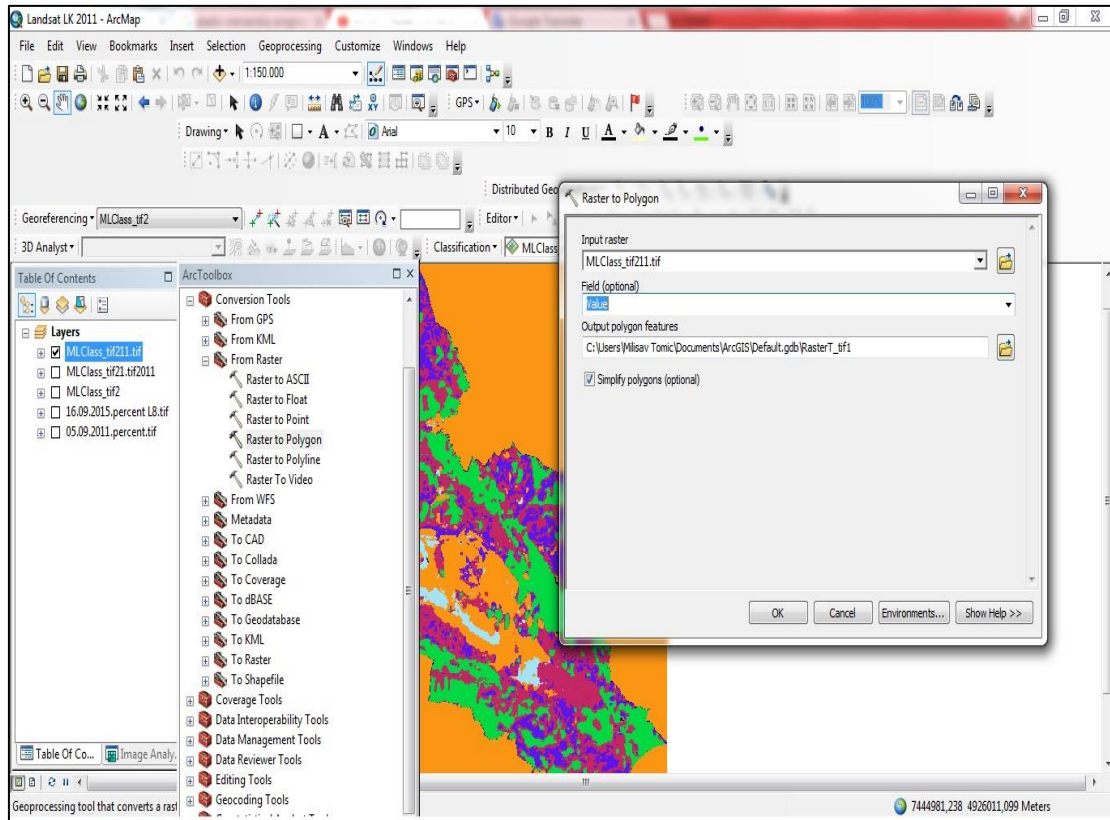
Сл. 16. Комбиновање канала (RGB Composite) (Аутор: Томић М., 2015)



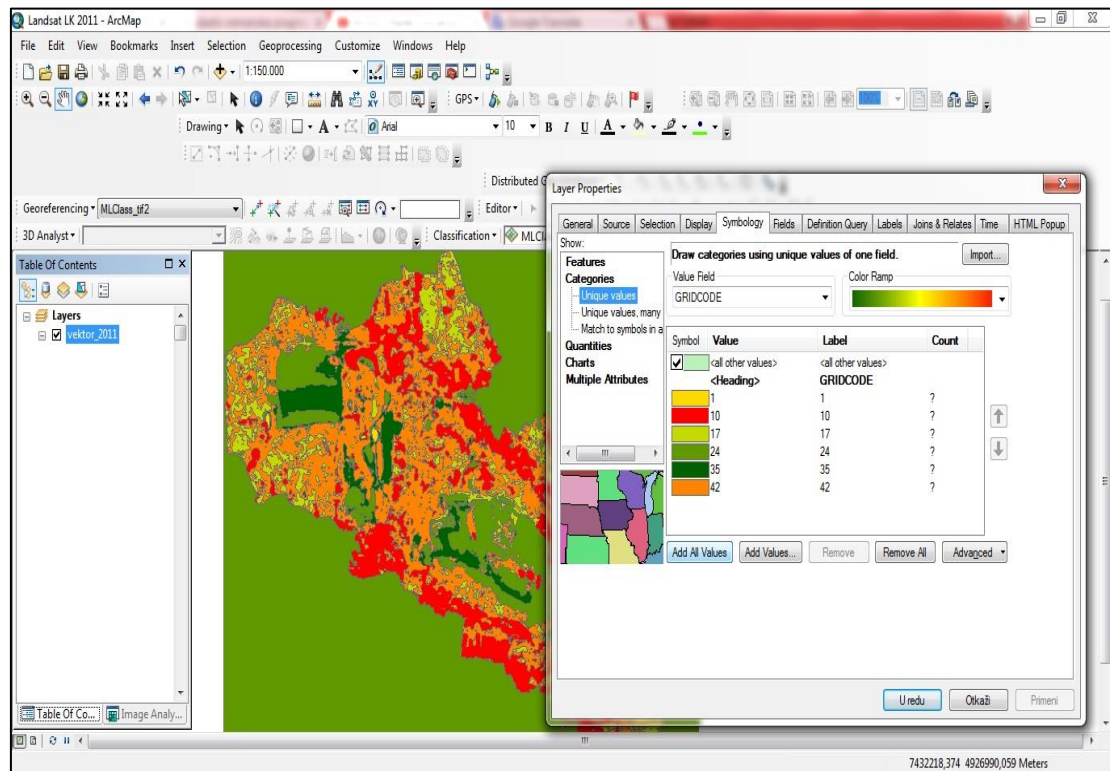
Сл. 17. Поступак надгледане класификације, фаза I (Аутор: Томић М., 2015)



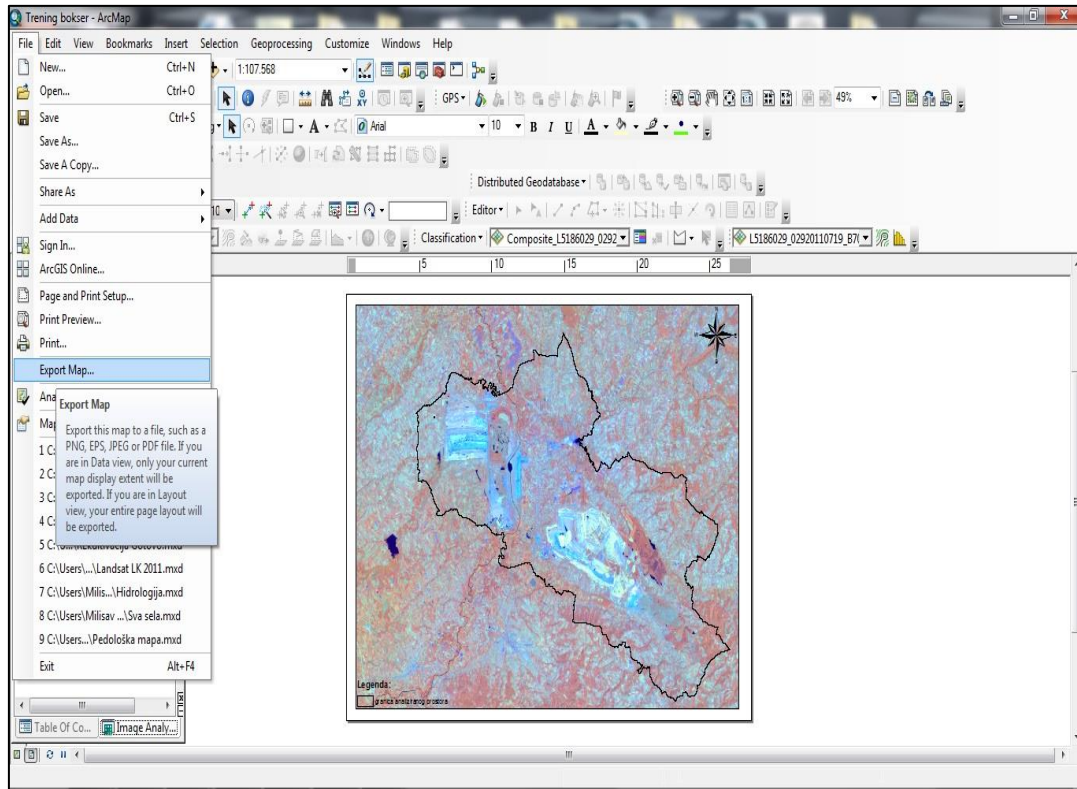
Сл. 18. Поступак надгледане класификације, фаза II (Аутор: Томић М., 2015)



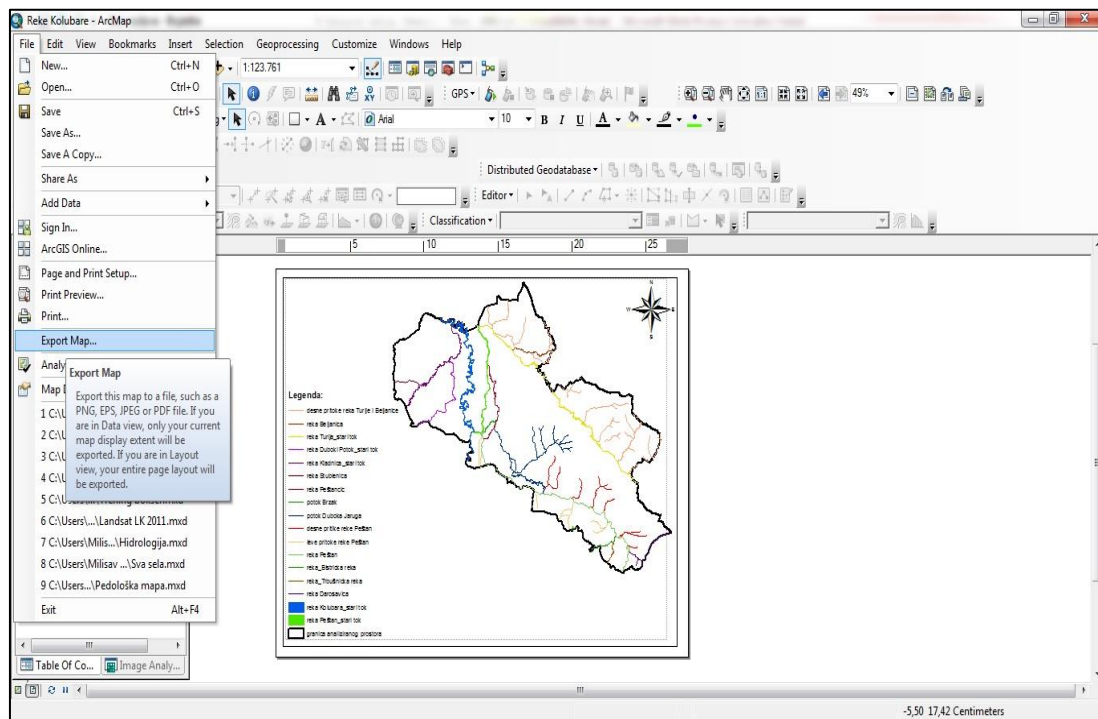
Сл. 19. Поступак векторизације – пребацавање растера у вектор (Аутор: Томић М., 2015)



Сл. 20. Придруживање атрибута векторима (Аутор: Томић М., 2015)



Сл. 21. Извоз података - опција **export raster** (Аутор: Томић М., 2015)



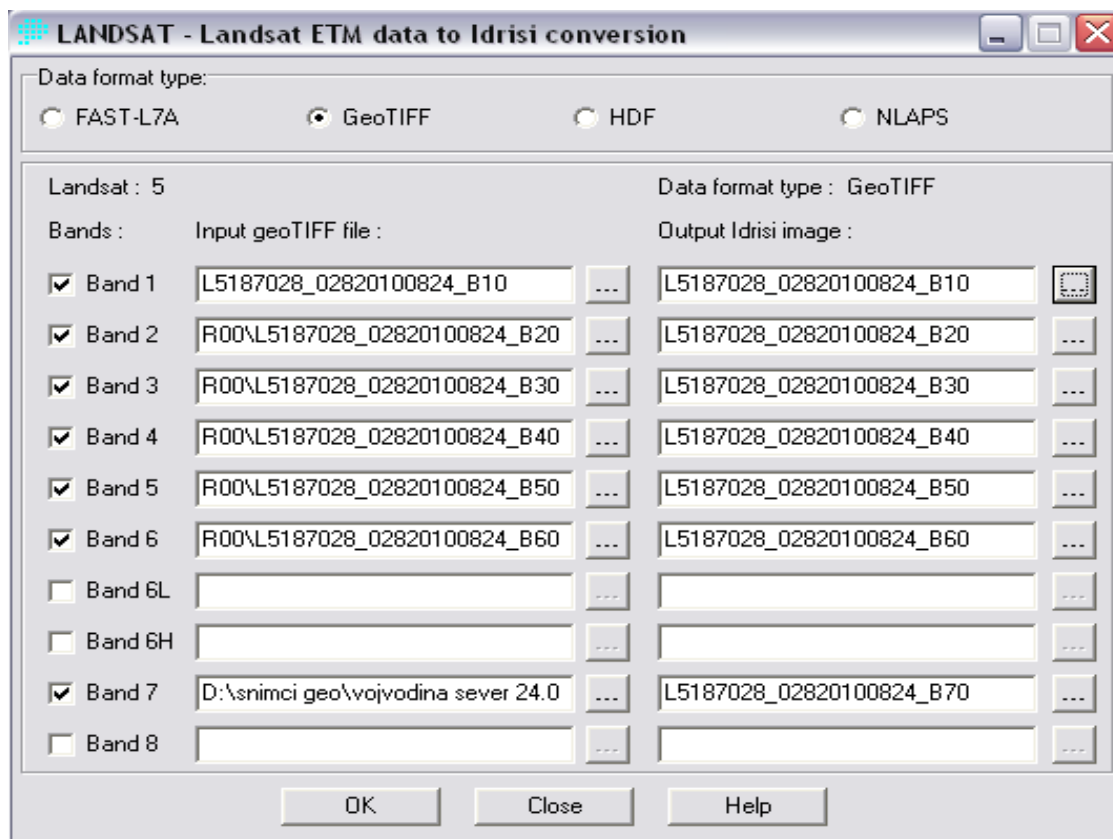
Сл. 22. Извоз података - опција **export raster** (Аутор: Томић М., 2015)

2.5.2. Начин примене софтвера Idrisi SELVA у раду

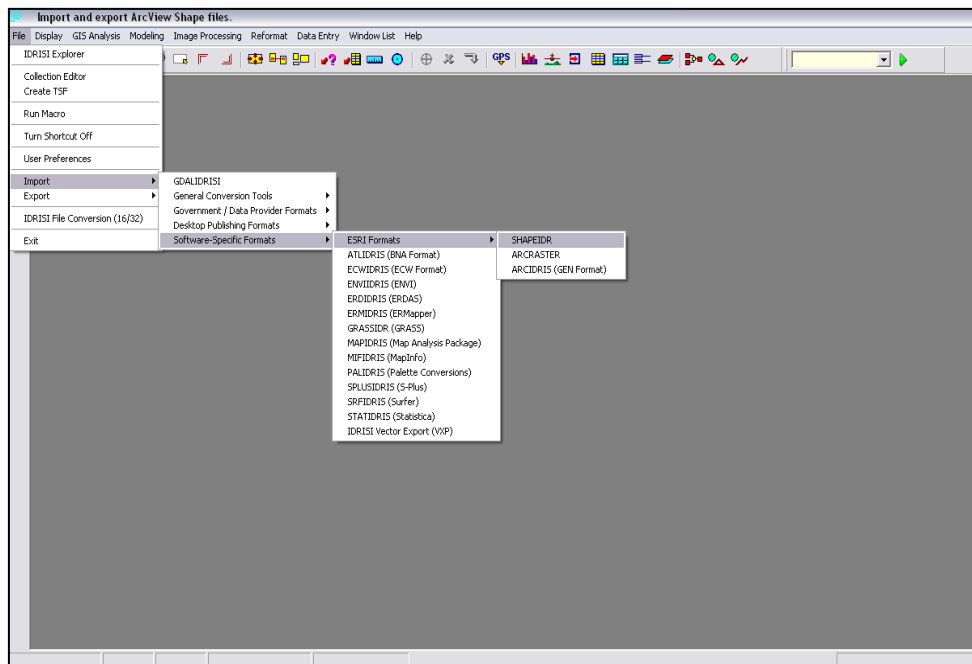
Главна одлика овог програма је широк спектар могућности за процесирање снимака (што је приказано на следећим сликама од 23. до 27.).

Сама анализа се састоји из 4 фазе (Wilkie D., Finn J., 1996):

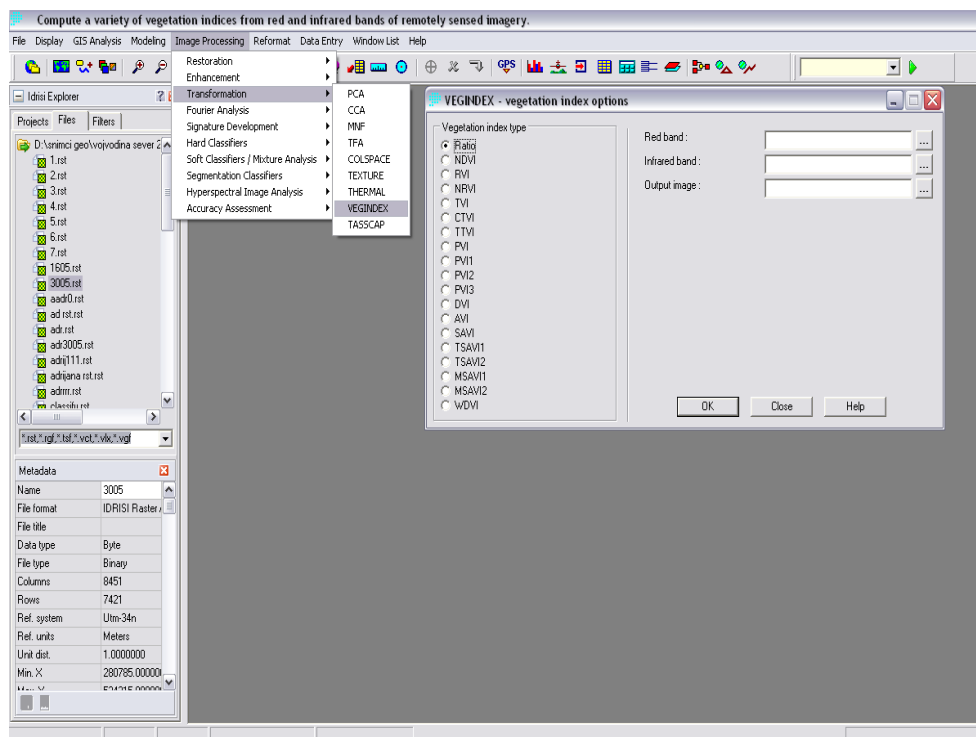
- 1) Обновљање слике (Image Restoration),
- 2) Повећање слике (Image Enhancement),
- 3) Класификација слике (Image Classification),
- 4) Трансформација слике (Image Transformation).



Слика 23. Учитавање снимака у Idrisi - *Import geoTIFF*



Сл. 24. Учитавање векторких формата у Idrisi - **Import ESRI format/shp**

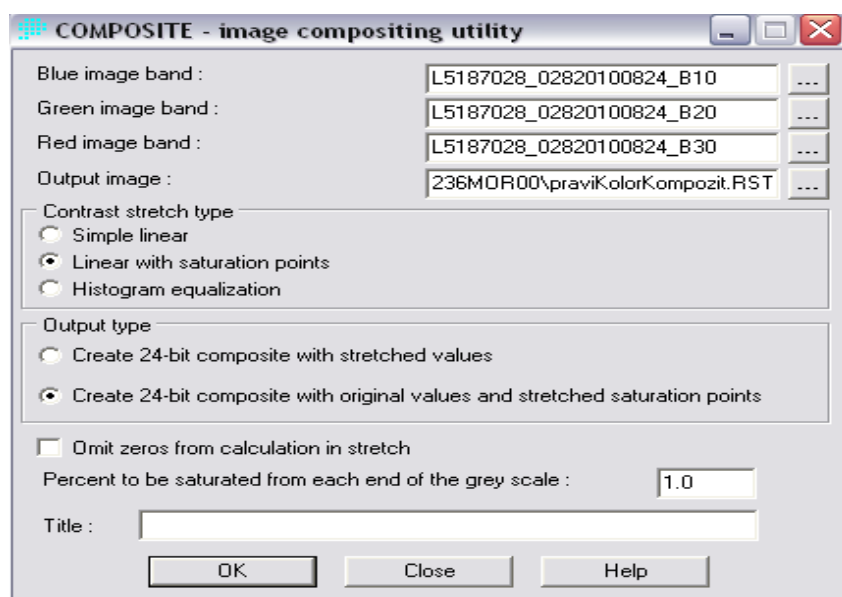


Сл. 25. Трансформација процесиране слике/снимка - **Transformation image processing**

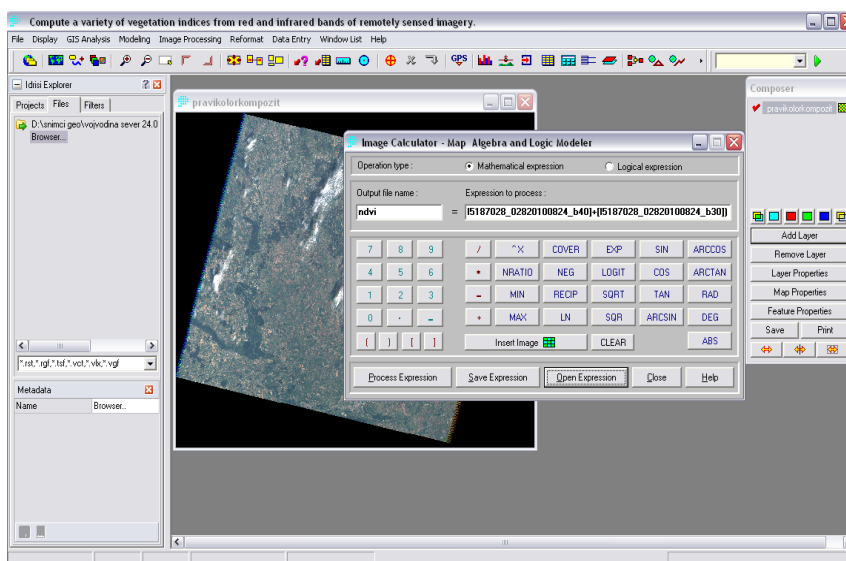
Као формат користио се GeoTIFF. За све спектралне канале бирани су снимци од првог до седмог канала, као што је дато у табели 1. у под поглављу 2.1.

Снимци са канала 6L и 6H су снимци веће резолуције, тако да се та два канала и канал 8 остављају празни (LANDSAT снимци). Уноси се канал по канал и уједно за сваки од њих праве се растерски фајлови (Antunes F., 2000). Сви они носе исто име као и фајлови GeoTIFF формата и чувани су на истом месту где су сачувани и снимци.

Након овог уклапања се иде на мени **Display COMPOSITE** где су креирани колор композити.



Сл. 26. Стварање колор композита – **Composite**



Сл. 27. Трансформација јачине, нијанси и zasiћености боје на снимцима - **Image calculator**

2.6. Место, лабораторија и опрема за експериментални рад

Место истраживања је колубарски басен у зони утицаја РБ „Колубара“. Колубарски лигнитски басен налази се у Републици Србији на 50 km југозападно од Београда. Заузима делове територија Општина Лазаревац, Лајковац и Уб, као и мање делове територија општина Коцељева и Обреновац, укупне површине око 600 km². Карактеришу га равничарски и благо заталасани терени алувијума реке Колубаре и њених притока Тамнаве, Пештана и Турије. Река Колубара дели басен на два дела: источни и западни.

Такозвани „продуктивни део“ басена (геолошке контуре лежишта лигнита у којима је могућа експлоатација), заузима површину од око 520 km², док површина експлоатационог подручја према садашњим проценама износи око 130 km². Изнад лигнита се налази претежно пољопривредно земљиште високог бонитета које се користи углавном за ратарство и воћарство. Преко лежишта лигнита пролазе важне путне и железничке саобраћајнице: „Ибарска магистрала“, железничка пруга Београд-Бар и др. У границама продуктивног дела басена налази се око 60 насеља, од којих четири имају функцију општинског центра (Лазаревац, Лајковац, Уб и Коцељева).

2.7. Вишеструка (multiple), линеарна регресија

Вишеструка, линеарна регресија (Multiple Regression), је коришћена у сврху анализе података за површине под шумама, и предикторних варијабли (површине под површинским коповима, површине укупно прекопаног земљишта површинским коповима, површине под индустријским објектима, изграђене површине (насељено), површине под путевима, површине под пољопривредним земљиштем, број становника и број домаћинстава), на пресеку четири временска периода (1981., 1991., 2001., и 2011. године).

На основу претходних истраживања извршена је хијерархијска мултипле регресија са површинама под површинским коповима, и површинама укупно прекопаног земљишта површинским коповима као предикторима у првом кораку мултипле регресије.

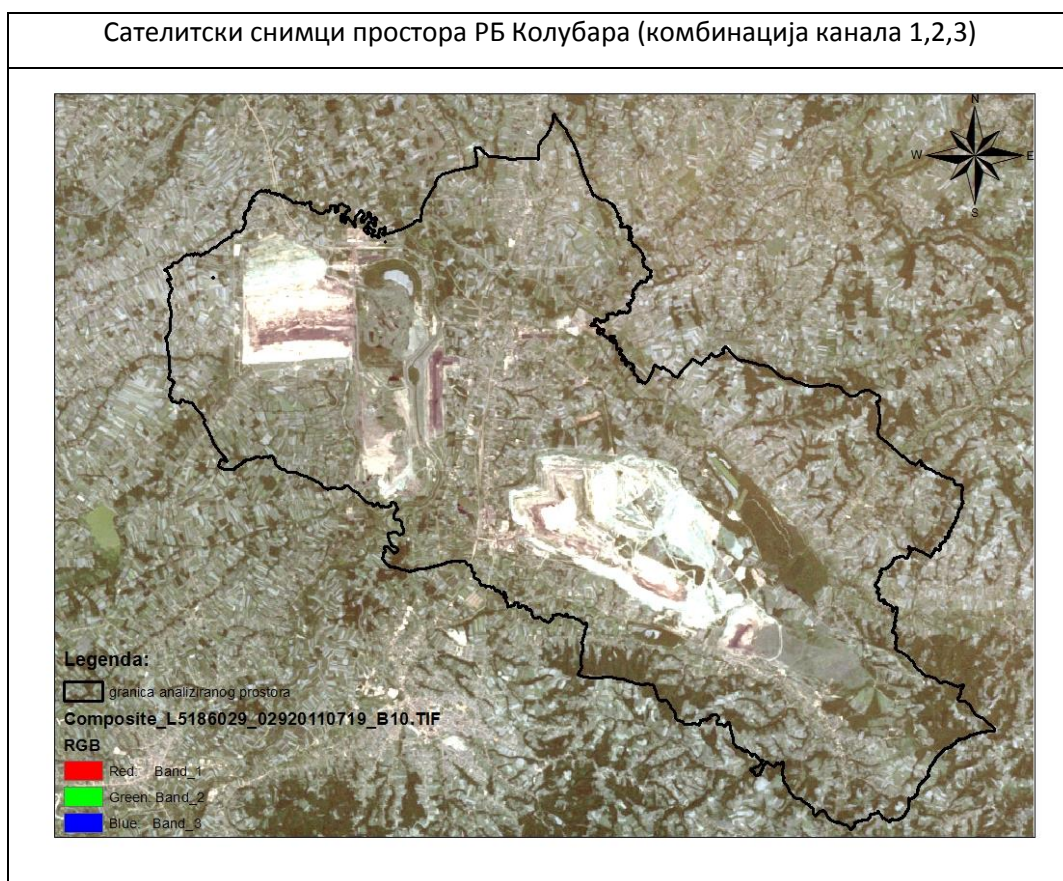
У другом кораку регресије, додати су и предиктори: површине под индустријским објектима, изграђене површине (насељено), површине под путевима, површине под пољопривредним земљиштем, број становника и број домаћинства.

Изабрана је хијерархијска регресија, са површинама под површинским коповима и површинама укупно прекопаног земљишта површинским коповима, као главним предикторима у првом моделу, други модел се односи на корак у хијерархијској регресији, који укључује и остале предикторе (површине под индустријским објектима, изграђене површине (насељено), површине под путевима, површине под пољопривредним земљиштем, број становника и број домаћинства), и овом анализом се истражује да ли је други модел бољи у односу на први у предсказивању исхода (површине под шумама).

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Резултати истраживања су били базирани на обради и каснијем поређењу сателитских и аерофотоснимака и то за различите временске периоде (од 1981. до 2015. године). Резултати добијени даљинском детекцијом су послужили за утврђивање антропогених утицаја на ресурсе и то на воде, земљиште и вегетацију.

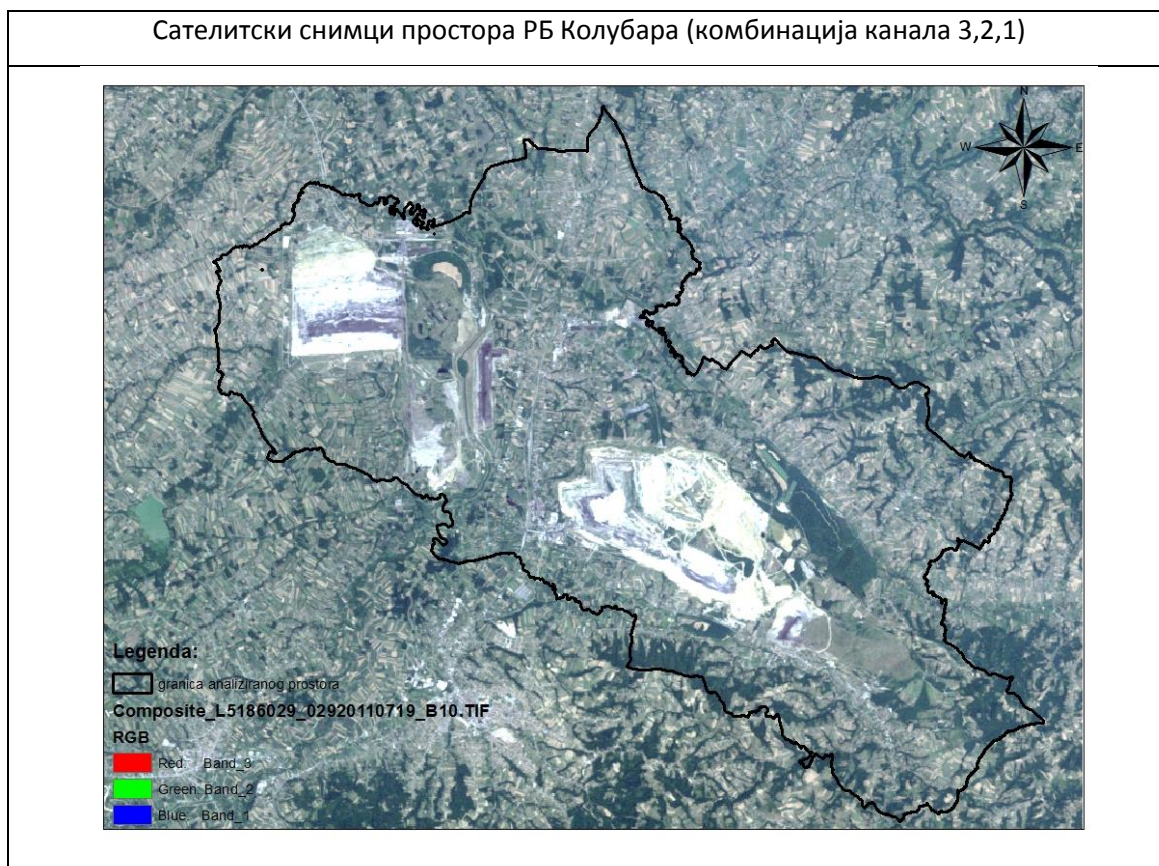
3.1. Обрада сателитских снимака за потребе истраживања



Сл. 28. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализираног простора црвени-1; зелени-2; плави-3

(Аутор: Томић М., 2015)

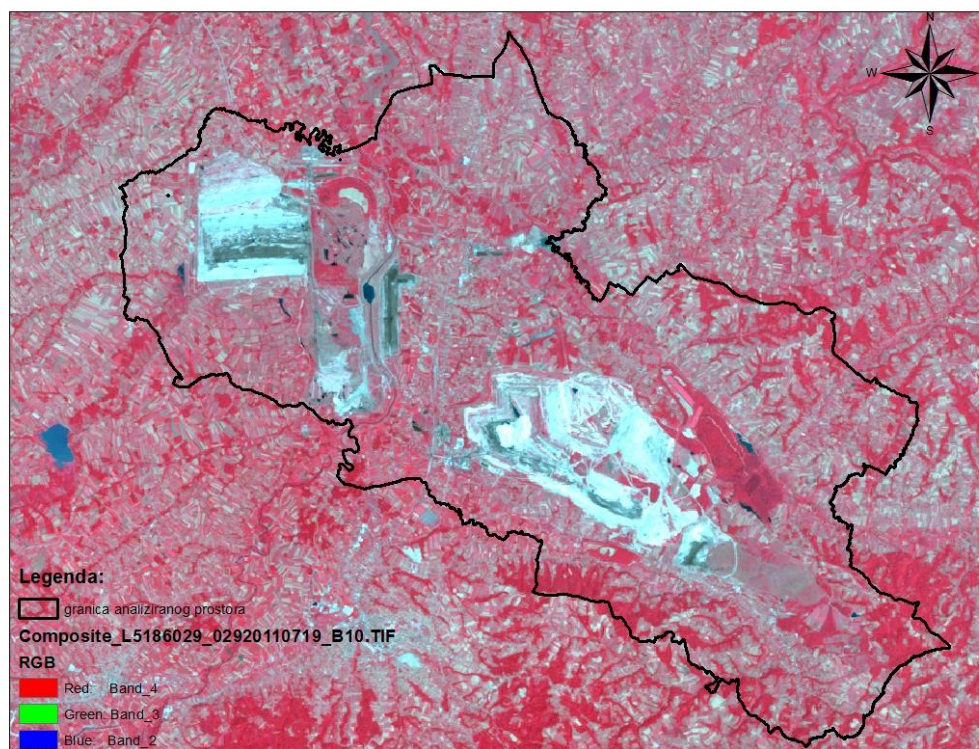
Слика 28. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализираног простора црвени–1; зелени–2; плави–3. Ова комбинација канала које се добијају комбинацијом снимака видљивог дела спектра даје природни колор композит, и највише личи на аналогни снимак. Објекти у простору су представљени природним бојама.



Сл. 29. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализираног простора црвени–3; зелени–2; плави–1
 (Аутор: Томић М., 2015)

Слика 29. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализираног простора црвени–3; зелени–2; плави–1. Ова комбинација бендова је слична природним бојама које се добијају комбинацијом 1,2,3, али је њихова мана што се ствара магловита слика.

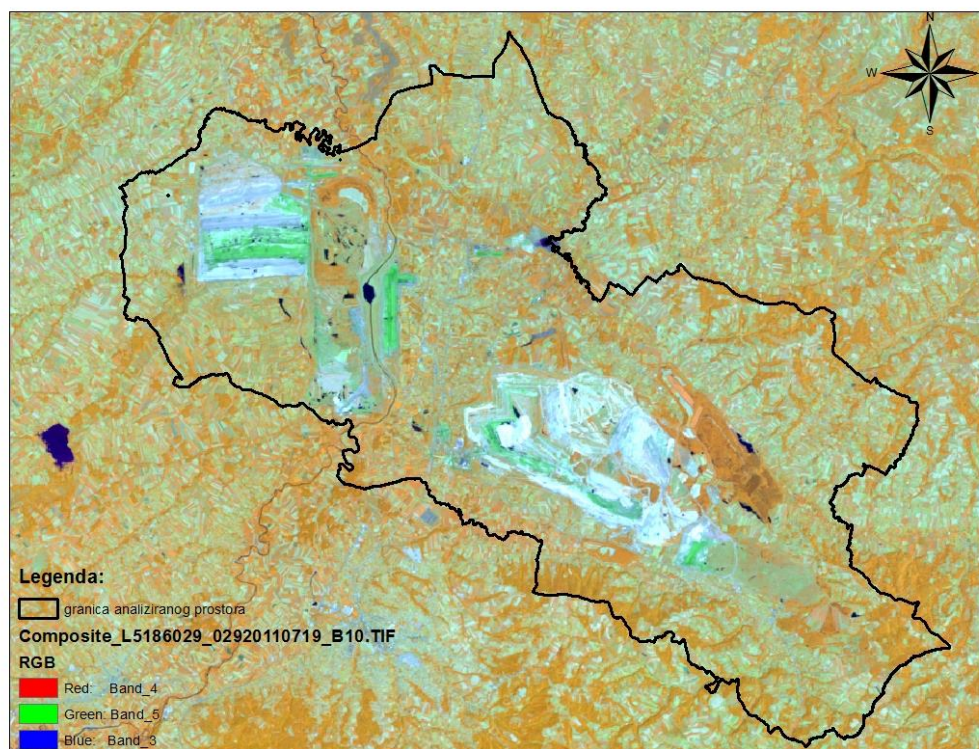
Сателитски снимци простора РБ Колубара (комбинација канала 4,3,2)



Сл. 30. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализаног простора црвени–4; зелени–3; плави–2
(Аутор: Томић М., 2015)

Слика 30. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализаног простора црвени–4; зелени–3; плави–2. Ова комбинација бендова укључује и инфрацрвени канал (4), шуме и ниска вегетација су представљене различитим тоновима црвене боје. Тамне нијансе црно браон боје представљају површине откривеног угља у површинским коповима, а бело-сиви тонови јаловишта копова. Јасно су изражене границе водених површина представљене плавим тоновима. Ова комбинација канала је коришћена за анализу шумских површина.

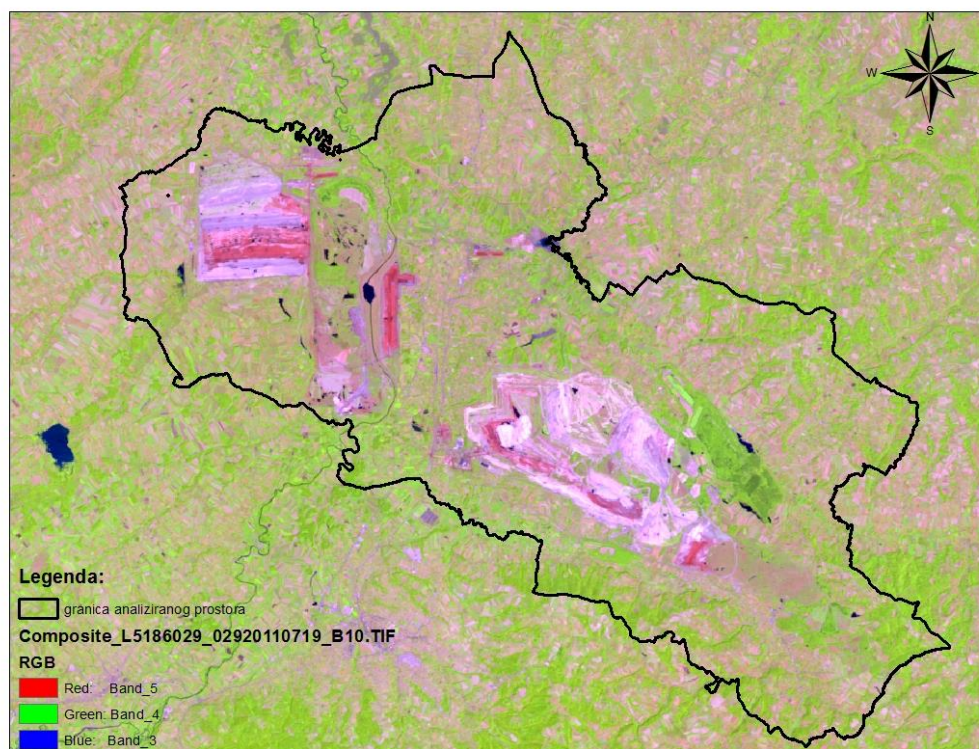
Сателитски снимци простора РБ Колубара (комбинација канала 4,5,3)



Сл. 31. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализираниг простора црвени–4; зелени–5; плави–3
(Аутор: Томић М., 2015)

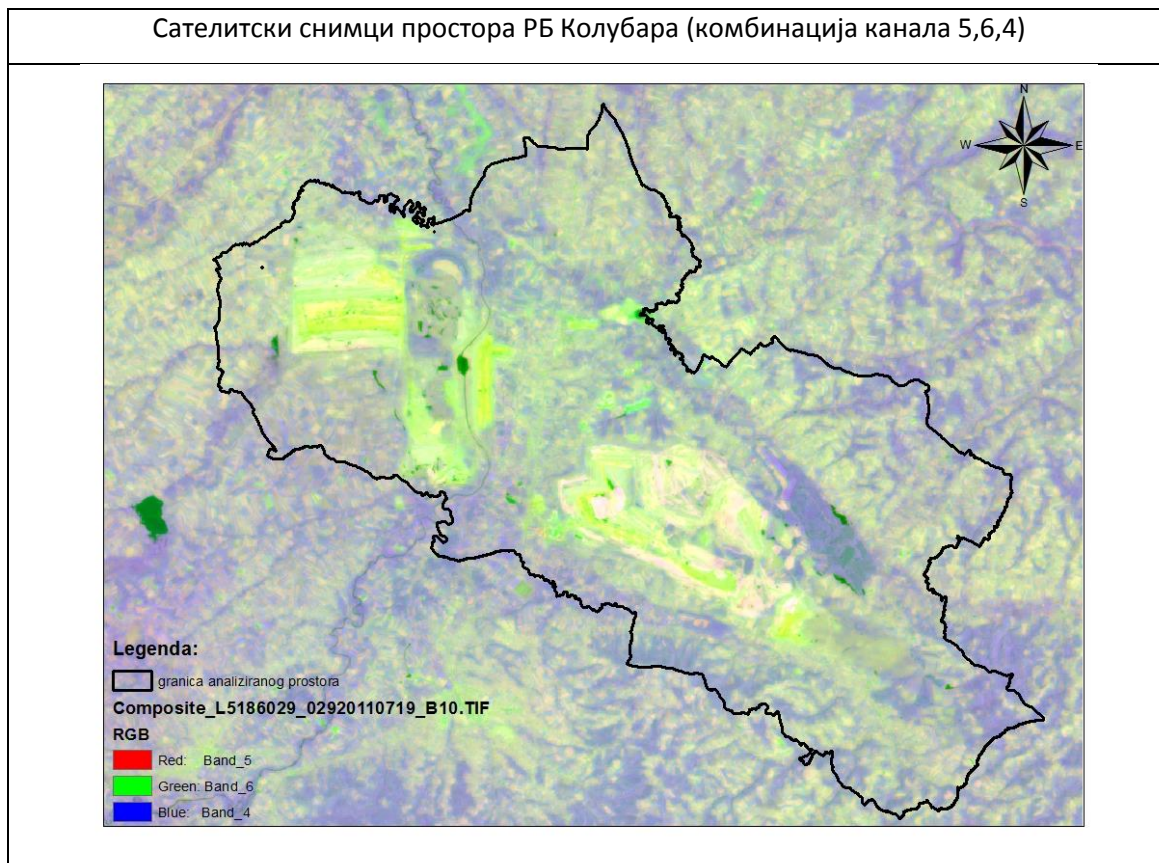
На Слици 31. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализираниг простора црвени–4; зелени–5; плави–3. Насељене површине су обојене светло плавом бојом. Шуме су обојене црвенкасто браон тоновима, а наранџасти тонови представљају ниско растиње и усеве. Плаве и црне површине и линије представљају водене површине и речне токове. Светло зелене нијансе представљају површине откривеног угља у површинским коповима, а сиви и сиво-светло плави тонови јаловишта копова.

Сателитски снимци простора РБ Колубара (комбинација канала 5,4,3)



Сл. 32. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализаног простора црвени–5; зелени–4; плави–3
(Аутор: Томић М., 2015)

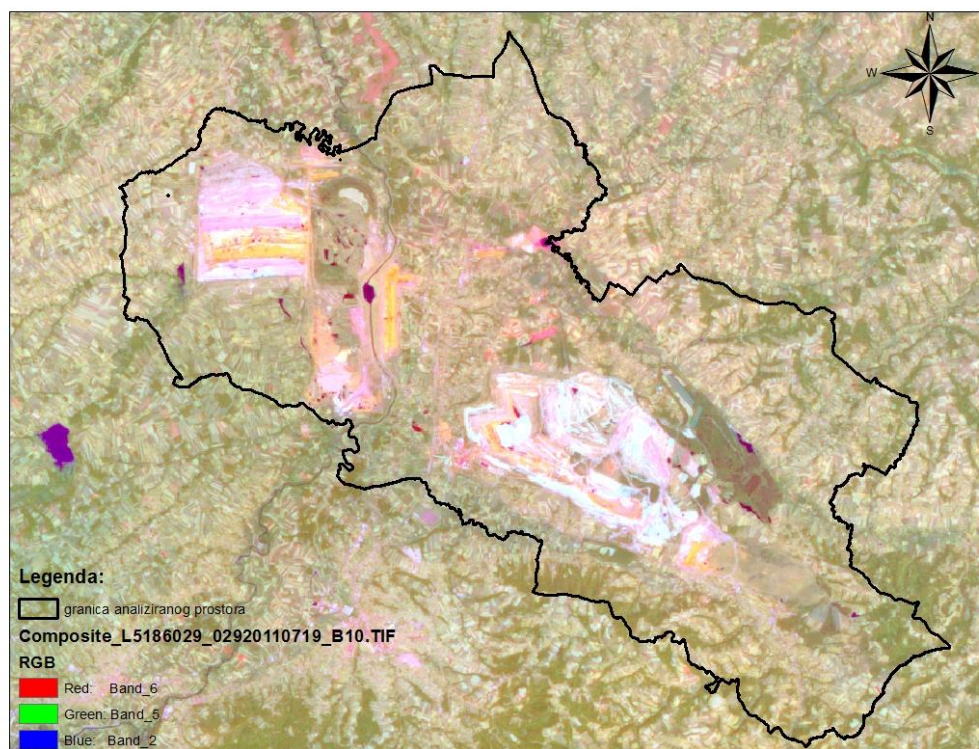
На Слици 32. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализаног простора црвени–5; зелени–4; плави–3. Насељене површине су обојене љубичастом бојом. Зеленом су обојене шуме, а светло зеленом усеви и ниско растиње. Плаве и црне површине и линије представљају водене површине и речне токове. Црвене нијансе представљају површине откривеног угља у површинским коповима, а сиви и сиво-љубичасти тонови јаловишта копова.



Сл. 33. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализаног простора црвени–5; зелени–6; плави–4
(Аутор: Томић М., 2015)

Слика 33. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализаног простора црвени–5; зелени–6; плави–4. Насељене површине су представљене мутно светло зеленим тоновима. Шуме и вегетација су веома слабо дефинисани на снимцима овакве комбинације канала. Јасно дефинисане тамно зелене површине и линије представљају водене површине и речне токове. Жуто светло зелене нијансе представљају површине откривеног угља у површинским коповима, а сиви и беж тонови јаловишта копова.

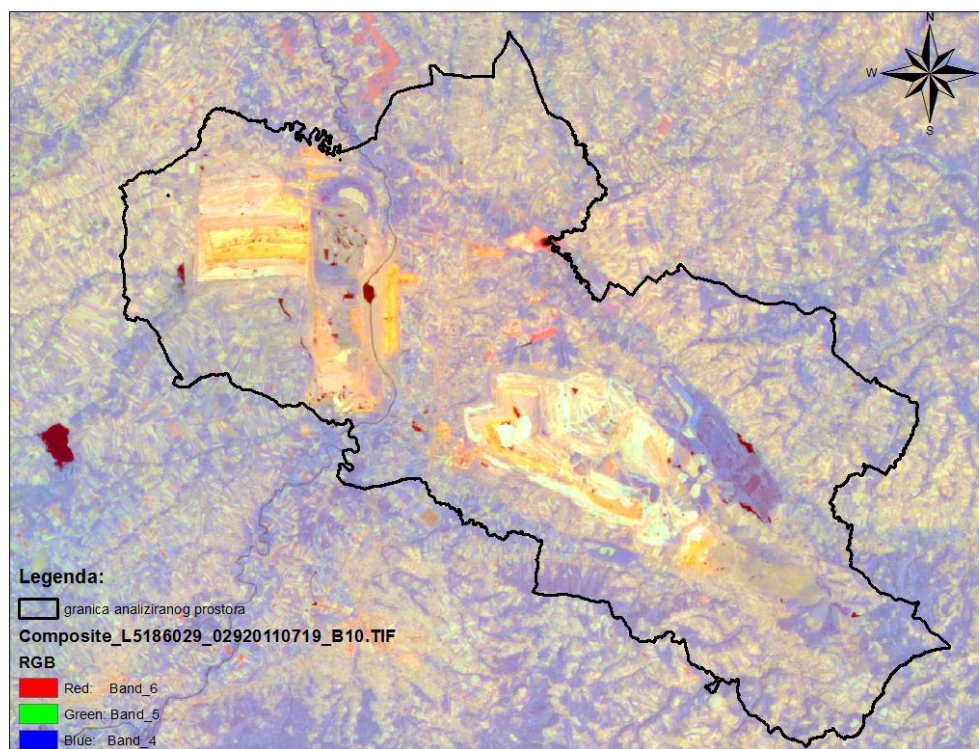
Сателитски снимци простора РБ Колубара (комбинација канала 6,5,2)



Сл. 34. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализираниг простора црвени–6; зелени–5; плави–2
(Аутор: Томић М., 2015)

Слика 34. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализираниг простора црвени–6; зелени–5; плави–2. Насељене површине су представљене розе тоновима. Шуме су обојене мутно тамно-зелено браон тоновима, а светло наранџасти тонови представљају ниско растиње и усеве. Љубичасте и тамно плаве површине и линије представљају водене површине и речне токове. Жуте нијансе представљају површине откривеног угља у површинским коповима, а сиви и сиво-розе тонови јаловишта копова.

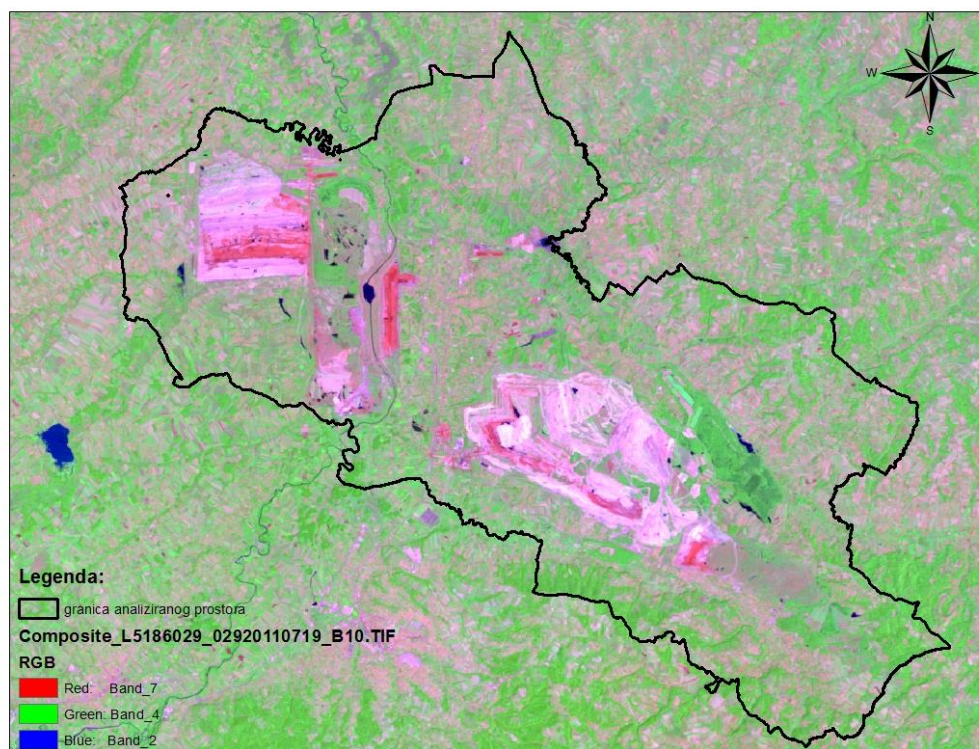
Сателитски снимци простора РБ Колубара (комбинација канала 6,5,4)



Сл. 35. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализираног простора црвени–6; зелени–5; плави–4
(Аутор: Томић М., 2015)

Слика 35. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализираног простора црвени–6; зелени–5; плави–4. Насељене површине су обојене светло жуто црвенкастим тоновима. Шуме и вегетација су представљене мутним слабо дефинисаним тамно зеленим тоновима. Јасно дефинисане површине и линије бордо до бордо браон тонова представљају водене површине и речне токове. Окер и жуте нијансе представљају површине откривеног угља у површинским коповима, а сиви и сиво-светло жути тонови јаловишта копова.

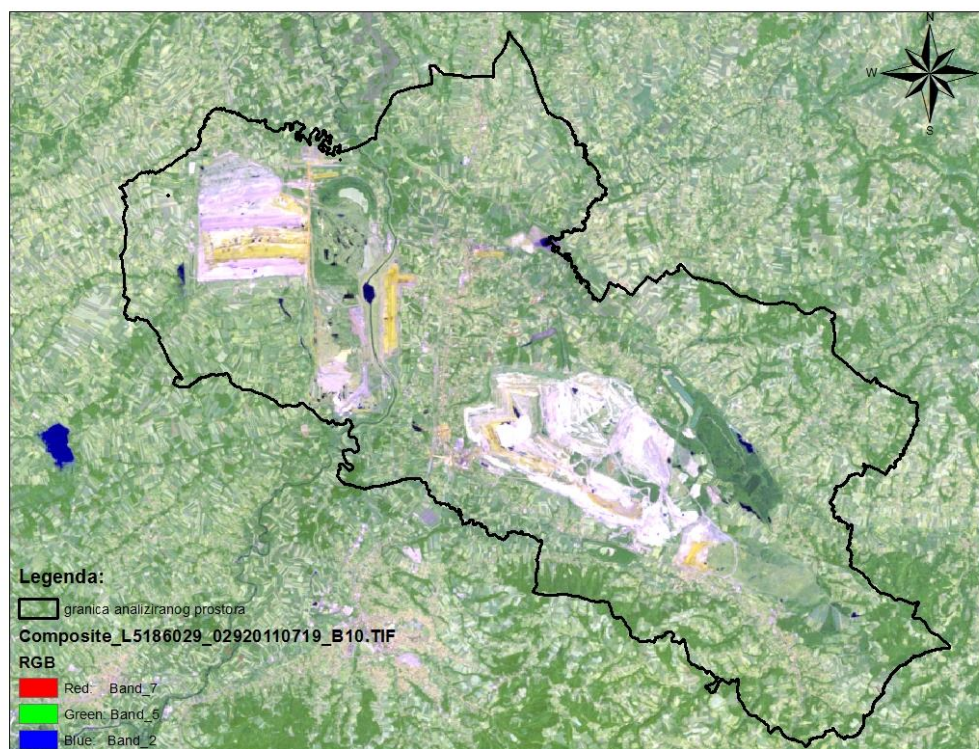
Сателитски снимци простора РБ Колубара (комбинација канала 7,4,2)



Сл. 36. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализираног простора црвени-7; зелени-4; плави-2
(Аутор: Томић М., 2015)

Слика 36. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализираног простора црвени-7; зелени-4; плави-2. Зеленом су обојене шуме. Плаве и тамно-плаве површине и линије представљају водене површине и речне токове. Насељене површине су обојене розе тоновима. Црвене нијансе представљају површине откривеног угља у површинским коповима, а светло сиви и сиво-светло љубичасти тонови јаловишта копова.

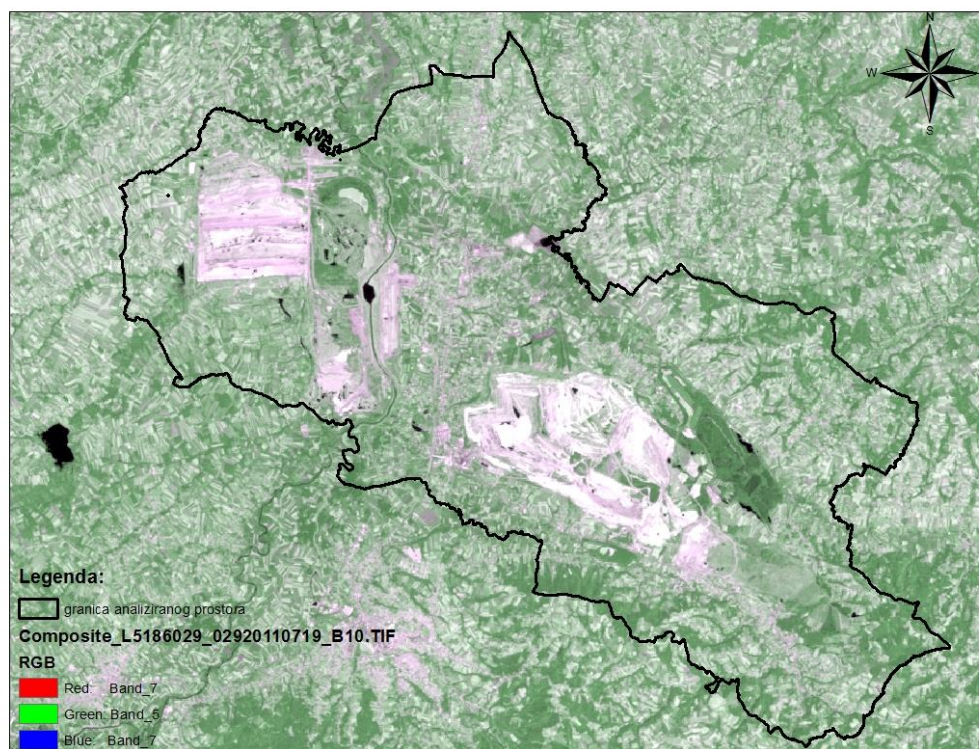
Сателитски снимци простора РБ Колубара (комбинација канала 7,5,2)



Сл. 37. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализiranог простора црвени–7; зелени–5; плави–2
(Аутор: Томић М., 2015)

Слика 37. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализiranог простора црвени–7; зелени–5; плави–2. Насељене површине су обојене свезло жутим тоновима. Тамно зеленом су обојене шуме, а светло зеленом усеви и ниско растиње. Плаве и тамно плаве површине и линије представљају водене површине и речне токове. Окер жуте нијансе представљају површине откривеног угља у површинским коповима, а сиви и сиво-љубичасти тонови јаловишта копова.

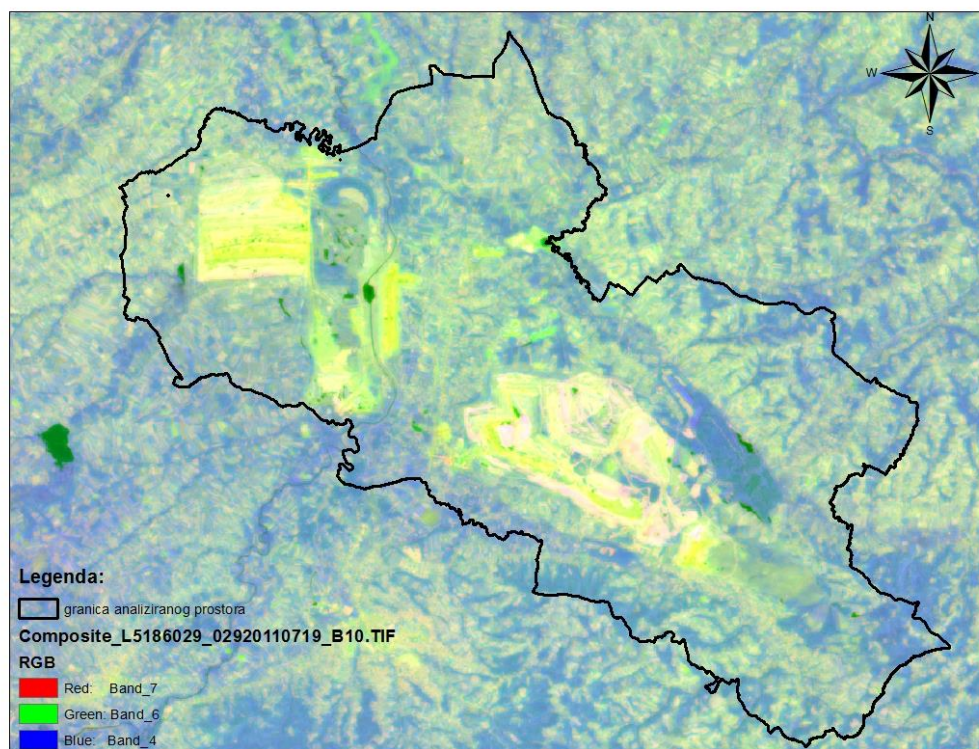
Сателитски снимци простора РБ Колубара (комбинација канала 7,5,7)



Сл. 38. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализираниг простора црвени–7; зелени–5; плави–7
 (Аутор: Томић М., 2015)

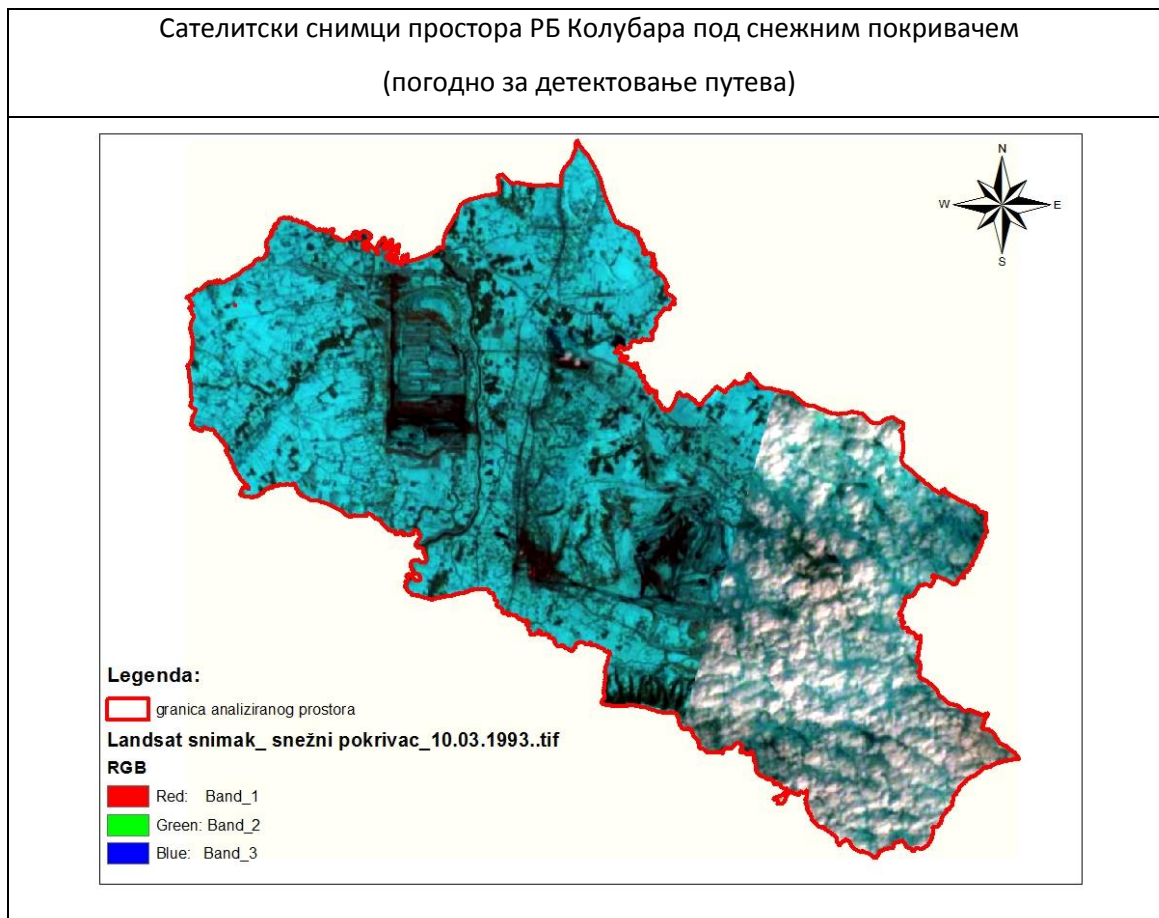
Слика 38. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализираниг простора црвени–7; зелени–5; плави–7. Насељене површине су обојене светло љубичастим нијансама. Зеленом су обојене шуме, а светло зеленом усеви и ниско растиње. Јасно дефинисане црне површине и линије представљају водене површине и речне токове. Сиве нијансе представљају површине откривеног угља у површинским коповима, а бели и бело беж тонови јаловишта копова. Ова комбинација канала није погодна за анализу површинских копова, док релативно јасно дефинише водене површине.

Сателитски снимци простора РБ Колубара (комбинација канала 7,6,4)



Сл. 39. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализаног простора црвени–7; зелени–6; плави–4 (Аутор: Томић М., 2015)

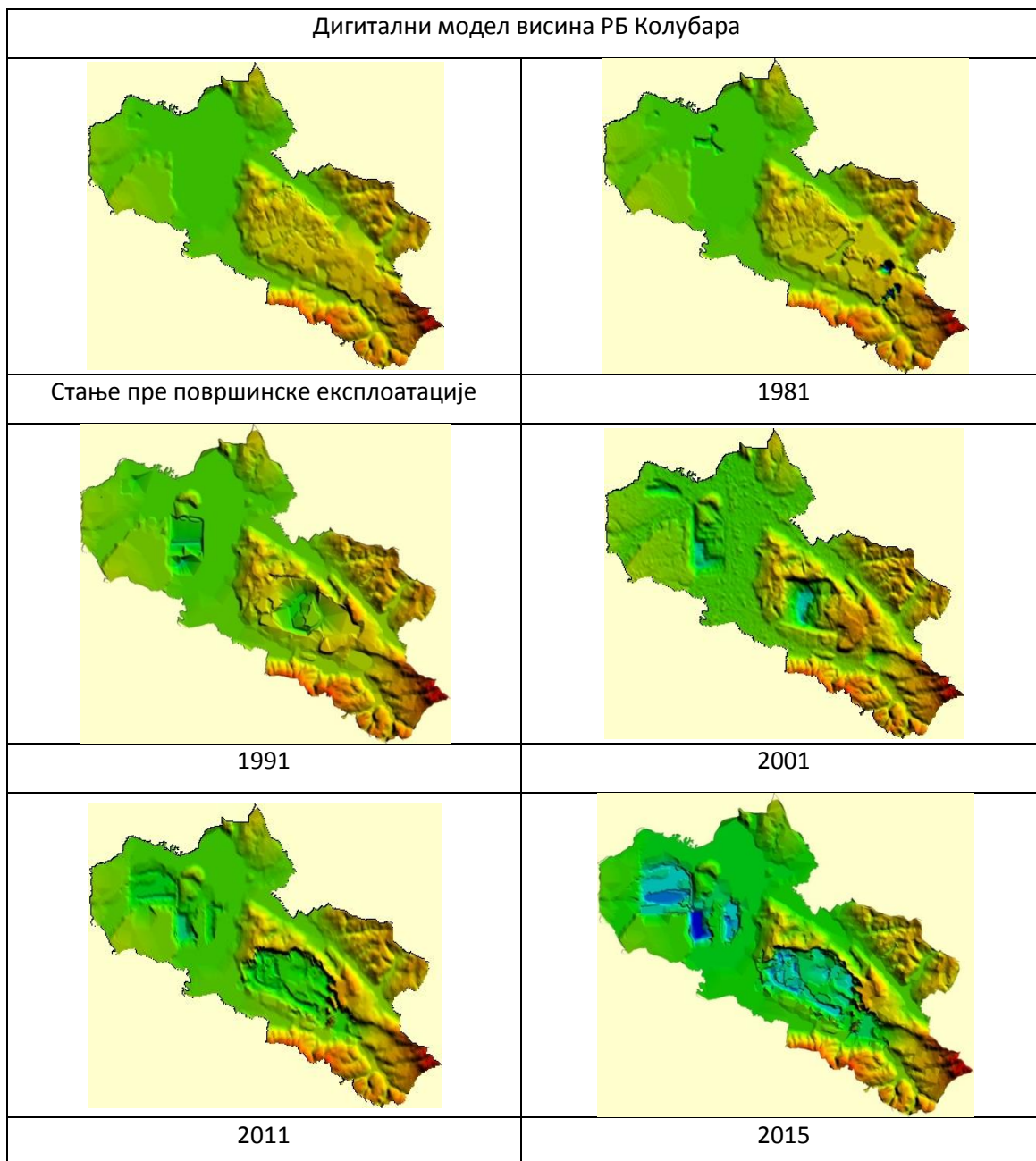
На Слици 39. LANDSAT 5, од 02.09.2011; Приказ анализаног простора црвени–7; зелени–6; плави–4. Насељене површине су представљене светло зелено жућкастим тоновима. Зеленом су обојене шуме, а светло зеленом усеви и ниско растиње (комбинација канала која није погодна за анализу вегетације). Јасно изражене тамно зелене нијансе представљају водене површине и речне токове. Површине откривеног угља у површинским коповима су представљене жути и жуто-светло зеленим тоновима, а светло жути и беж тонови јаловишта копова.



Сл. 40. LANDSAT од 10.03.1993. Приказ простора под снежним покривачем (Извор снимка:<http://landsatlook.usgs.gov>) (Аутор: Томић М., 2015)

На Слици 40. LANDSAT од 10.03.1993; Приказан је простор под снежним покривачем, снимак веома практичан за обраду и приказ саобраћајне мреже и текућих вода. На оваквим снимцима је могуће детектовати скоро све коришћене саобраћајне руте.

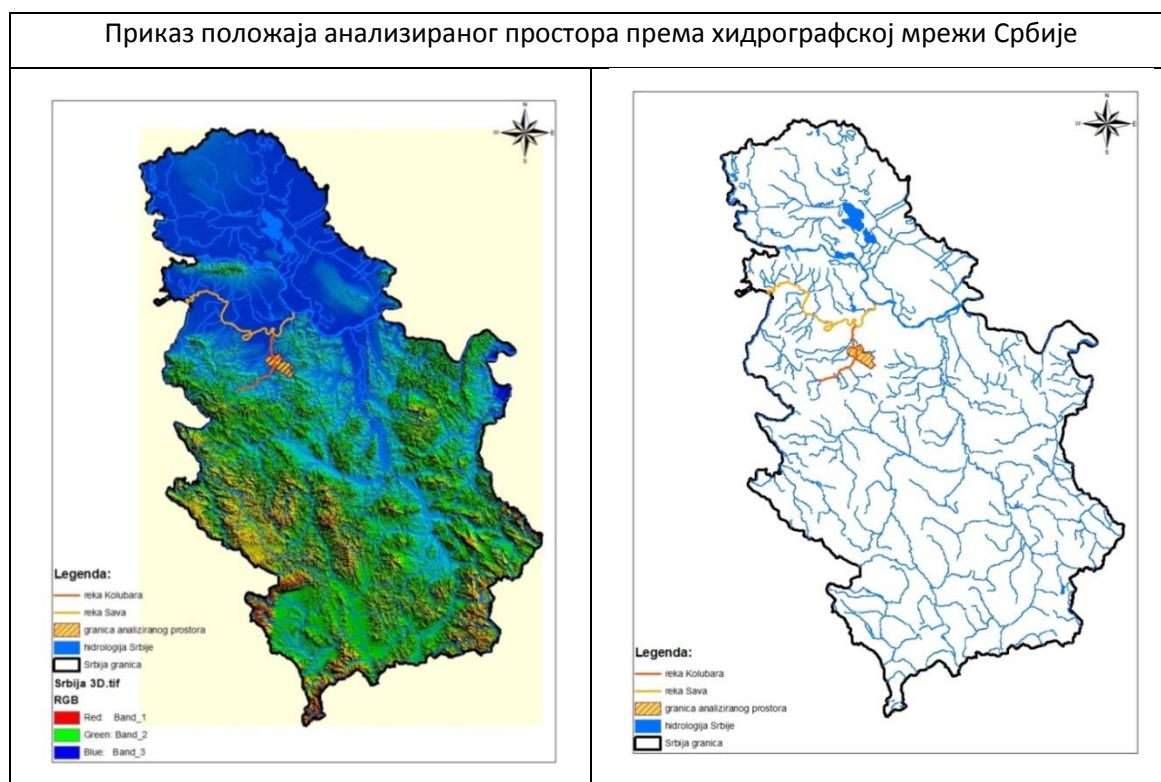
3.2. Анализа природних ресурса у зони Рударског басена Колубара даљинском детекцијом



Сл. 41. Приказ дигиталног модела висина РБ Колубара од пре површинске експлоатације до 2015. године (Аутор: Томић М., 2015)

Слика 41., дигитални модел висина садржи приказе терена од пре површинске експлоатације до 2015. године, као показатељ размера промена простора узрокованих антропогеним делатностима.

3.2.1. Анализа хидролошких елемената простора даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. Године

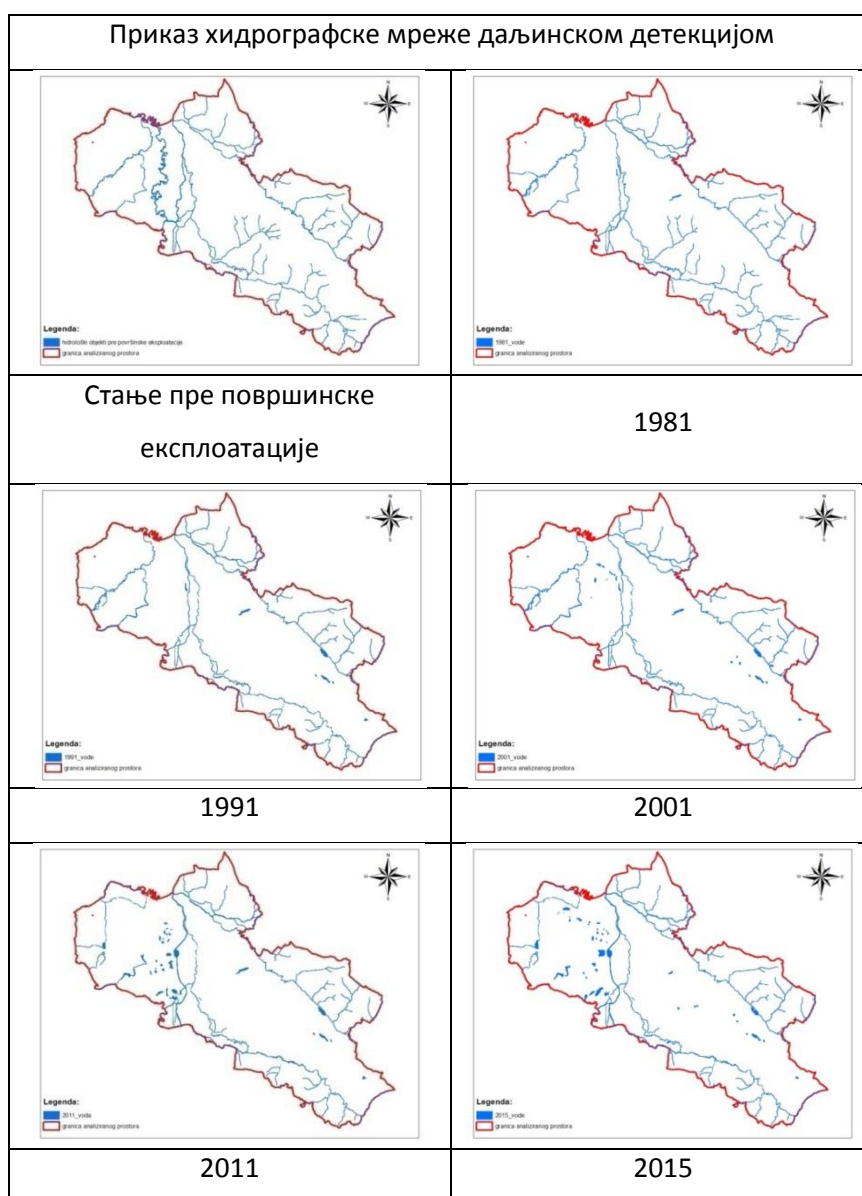


Сл. 42. Положај анализираниг простора према хидрографској мрежи Србије (Аутор: Томић М., 2015)

Анализирани простор, слика 42, обухвата део тока реке Колубара са деловима токова њених десних и левих притока (прилог 1. и 2.). Десне притоке реке Колубаре представљене су рекама Туријом, Бељаницом, и Пештаном са њиховим притокама. Леве притоке су представљене реком Кладницом са њеном десном притоком Дубоким Потоком. Река Колубара је први пут измештана из свог старог корита 1965. године, када је њен ток измештен око 1,2 km на исток у

дужини од око 8 km, слика 44. Касније је због потреба ширења површинских копова ток реке Колубаре поново измештен око 600 m ка западу на дужини око 3,5 km са акумулационим језером. Ово измештање дела тока реке Колубаре често доводи у забуну како део локалног становништва, тако и део стручних лица, који измештени и регулисани део тока реке Колубаре називају погрешно реком Пештан.

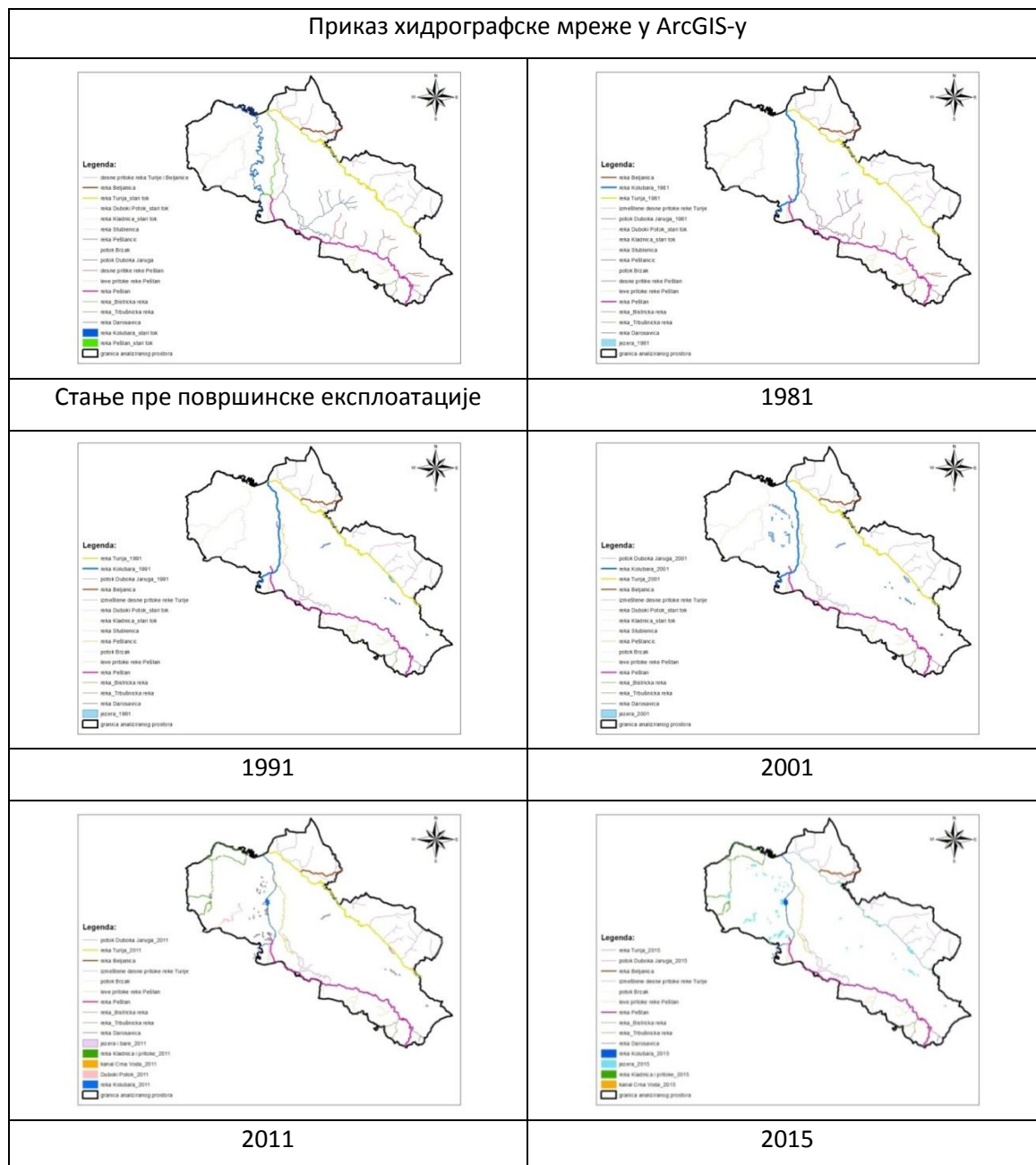
Карте хидрографске мреже су детаљно приказане у прилозима од 3. до 8.



Сл. 43. Приказ хидрографске мреже од пре површинске експлоатације до 2015. године; обрада снимака у софтверу Idrisi (Аутор: Томић М., 2015)
(детаљан приказ у прилозима од 3 до 8)

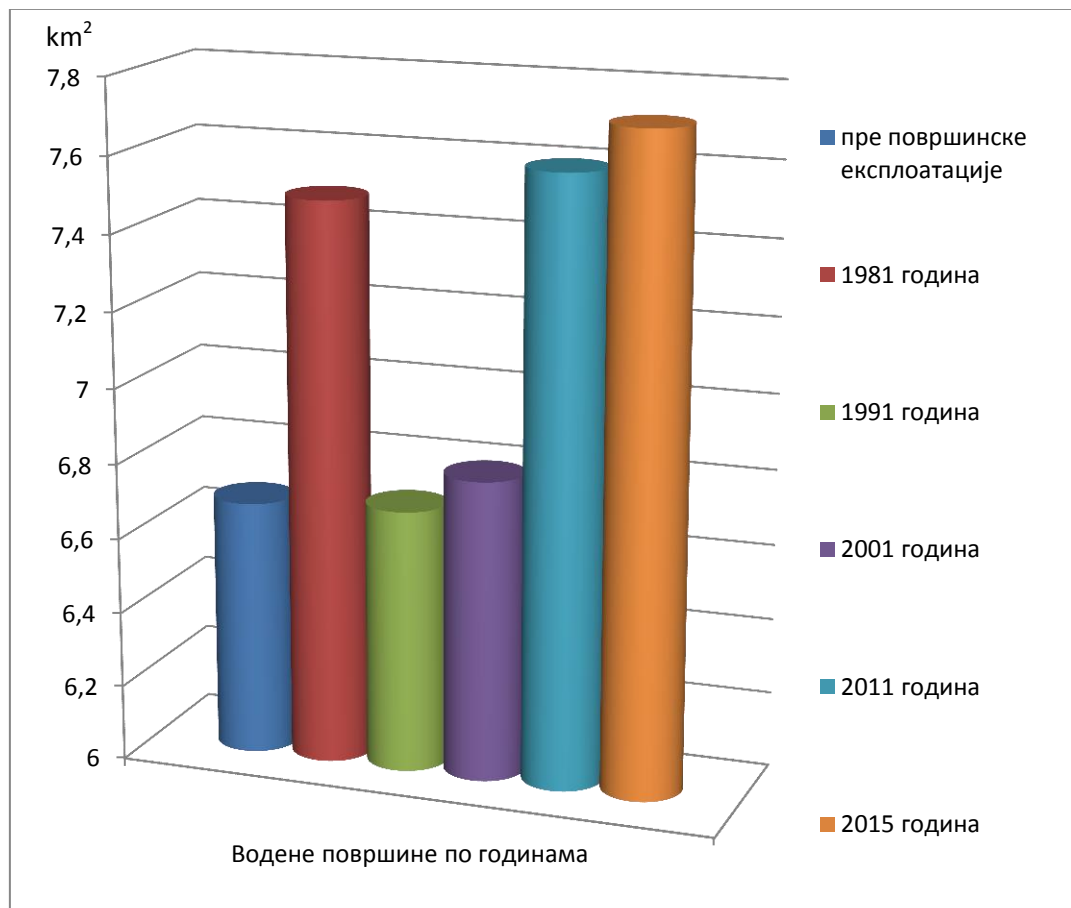
На Слици 43., приказана је хидрографска мрежа од пре површинске експлоатације до 2015. године, где су видљиве радикалне промене узроковане рударским активностима.

Карте хидрографске мреже у ArcGIS-у су детаљно приказане у прилозима од 9. до 14.



Сл. 44. Приказ хидрографске мреже од пре површинске експлоатације до 2015 године; израда карата у ArcGIS-у (Аутор: Томић М., 2015) (детаљан приказ у прилозима од 9 до 14)

На слици 44., у софтверу ArcGIS, дат је приказ хидрографске мреже од пре површинске експлоатације до 2015. године.



Граф. 2. Приказ стања водених површина у km² од пре површинске експлоатације до 2015 године
(Аутор: Томић М., 2015)

Табела 11. Приказ стања водених површина по годинама према укупној површини анализираниг простора

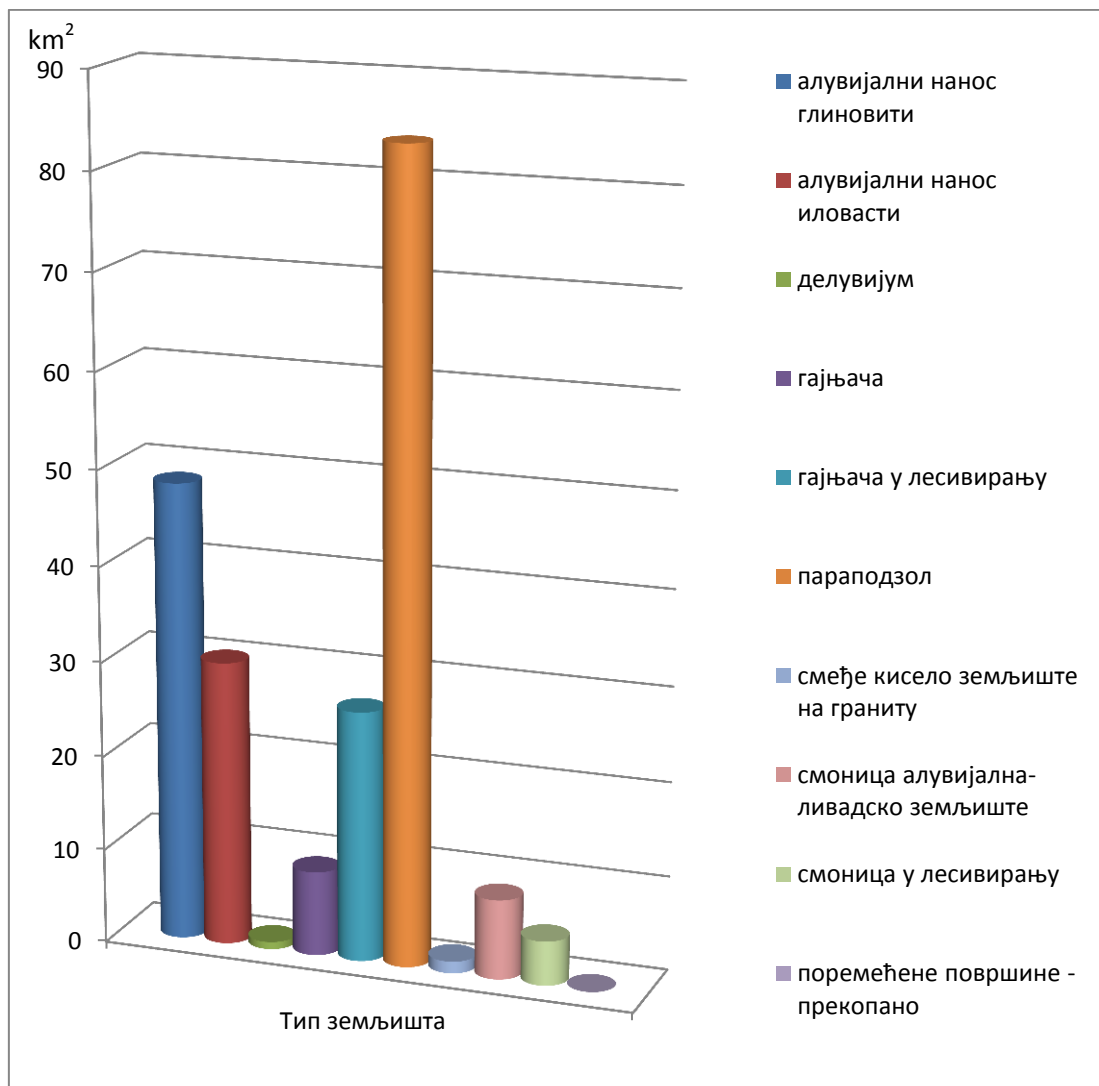
Водене површине по годинама издвојене у ArcGIS-у		
период	Површине (km ²)	Процент (%) према укупној површини од 213,16 km ²
Пре површинске експлоатације	6,680	3,134%
1981.	7,491	3,514%
1991.	6,700	3,143%
2001.	6,800	3,190%
2011.	7,600	3,565%
2015.	7,720	3,622%

Анализа хидрографских елемената простора даљинском детекцијом, графикон 2. и табела 11., на упоредном приказу од пре површинске

експлоатације до 2015. године, показује пад површина под воденим површинама за период од 1981. до 1991. године, затим благи пораст до 2001. године, да би површине под водом на снимку из 2011. године престигле површине под водом из 1981. године, и на снимку из 2015. године достигле максимум. Овакве осцилације се доводе у везу са ширењем копова за период од 1981. године до 2001. године када је уништен већи део десних притока реке Пештан, а до пораста водених површина на снимцима из 2011. године и 2015. године долази због стварања акумулације на измештену делу тока реке Колубаре, као и усред стварања већег броја језера и бара унутар депресија активних и експлоатисаних површинских копова као и спољних и унутрашњих одлагалишта јаловине. Повећан број језера и бара је детектован на снимку од 1991., а нарочито на снимцима од 2001. до 2015. године.

3.2.2. Анализа педолошког покривача даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. године

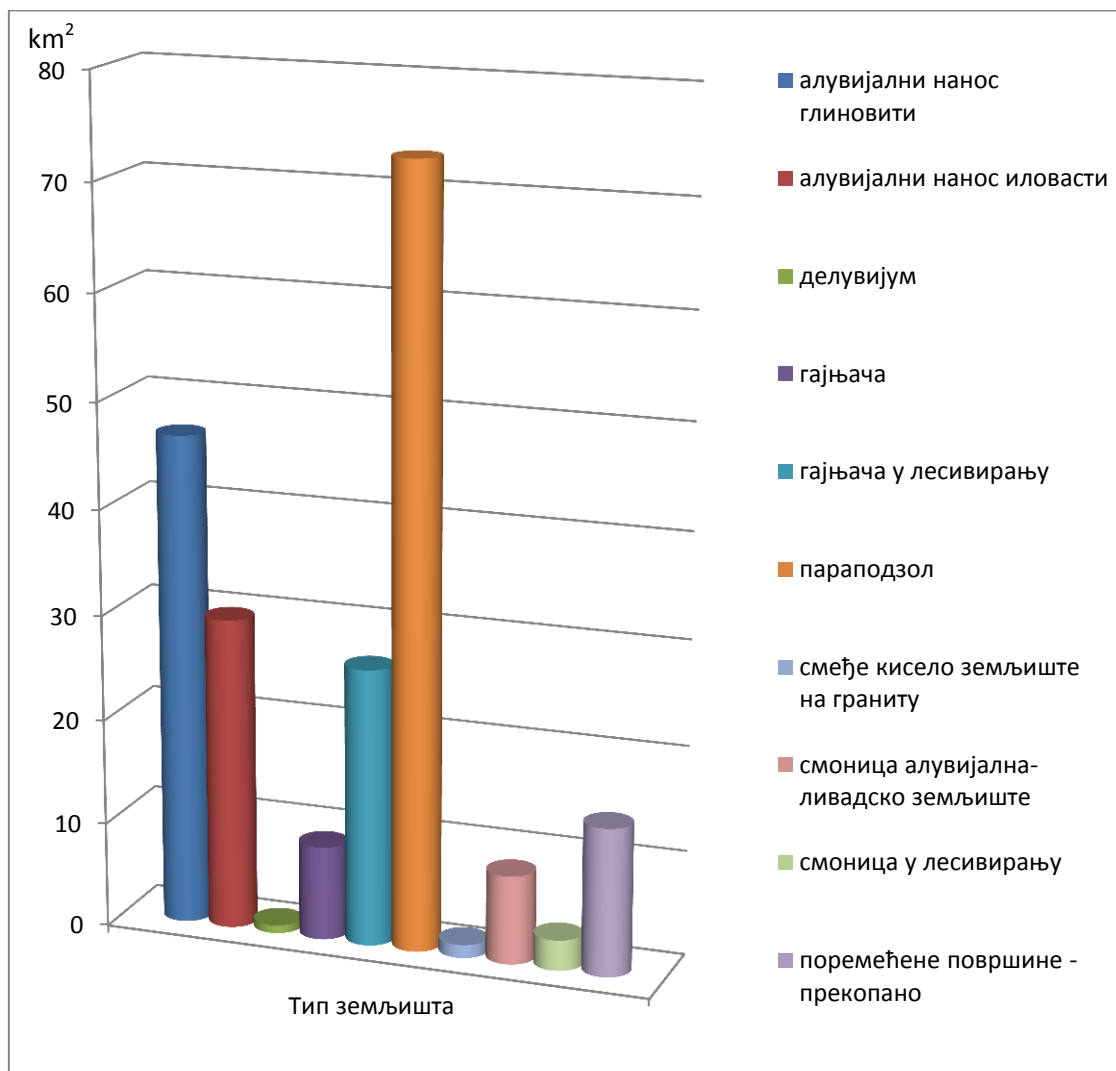
На анализираном простору јављају се следећих девет типова земљишта: алувијални нанос глиновити, алувијални нанос иловасти, делувијум, гајњача, гајњача у лесивирању, параподзол, смеђе кисело земљиште на граниту, смоница алувијална-ливадско земљиште, смоница у лесивирању. На графиконима од 3. до 8. и табелама од 12. до 18., приказани су типови земљишта од пре површинске експлоатације до 2015. године.



Граф. 3. Приказ заступљености типова земљишта за период од пре површинске експлоатације на површини анализираниг простора (Аутор: Томић М., 2015)

Табела 12. Приказ стања типова земљишта за период од пре површинске експлоатације

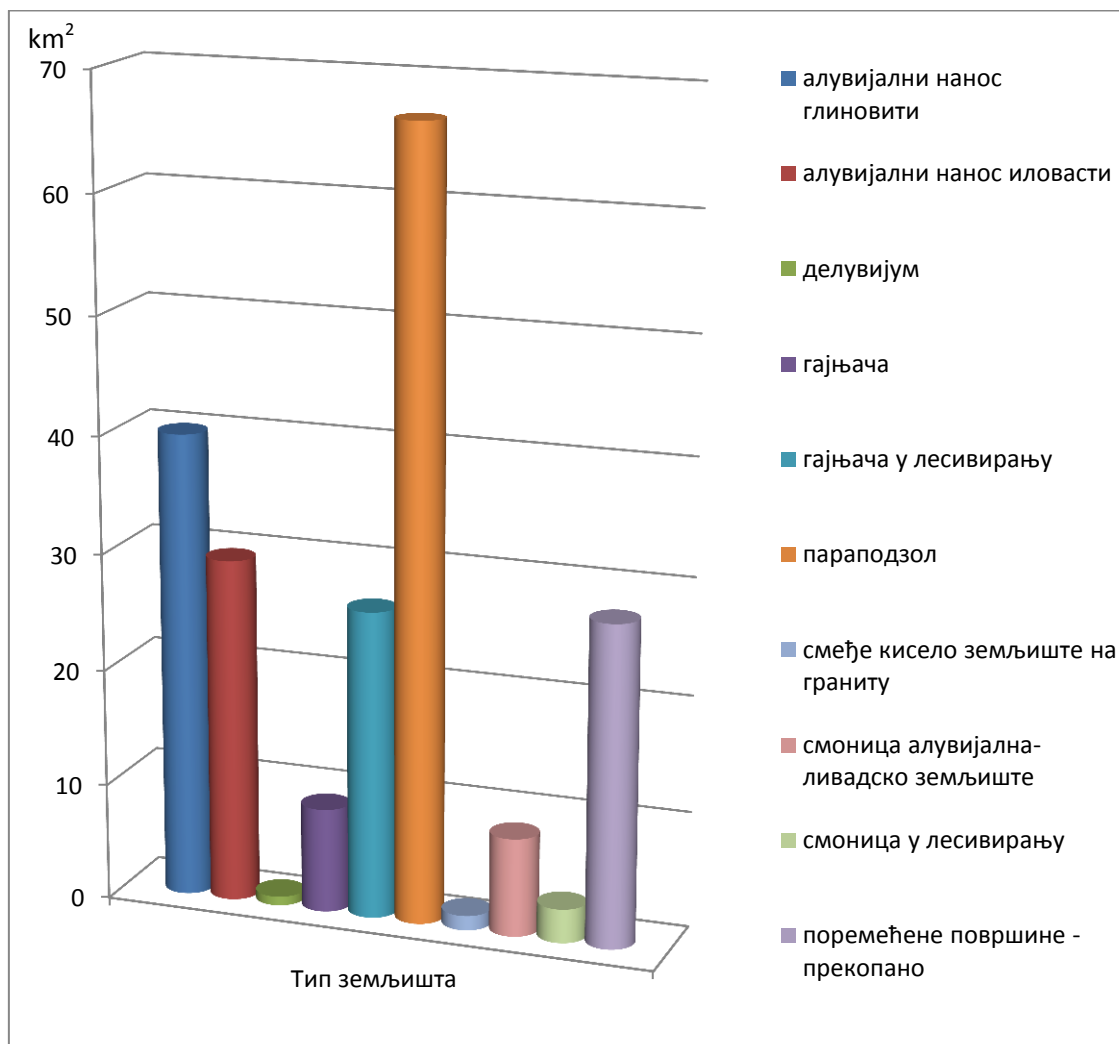
Приказ заступљености типова земљишта за период од пре површинске експлоатације			
Типови земљишта		Рецент. стање / km ²	% од укупне површине
1.	алувијални нанос глиновити	48,386	22,699
2.	алувијални нанос иловасти	30,150	14,144
3.	делувијум	0,766	0,359
4.	гајњача	8,966	4,206
5.	гајњача у лесивирању	26,559	12,460
6.	параподзол	83,898	39,359
7.	смеђе кисело земљиште на граниту	1,257	0,590
8.	смоница алувијална-ливадско земљиште	8,458	3,968
9.	смоница у лесивирању	4,709	2,209
10.	поремећене површине - прекопано	-	-
укупно		213,160	100



Граф. 4. Приказ заступљености типова земљишта за 1981. годину на површини анализираниог простора (Аутор: Томић М., 2015)

Табела 13. Приказ заступљености типова земљишта за период од 1981. године

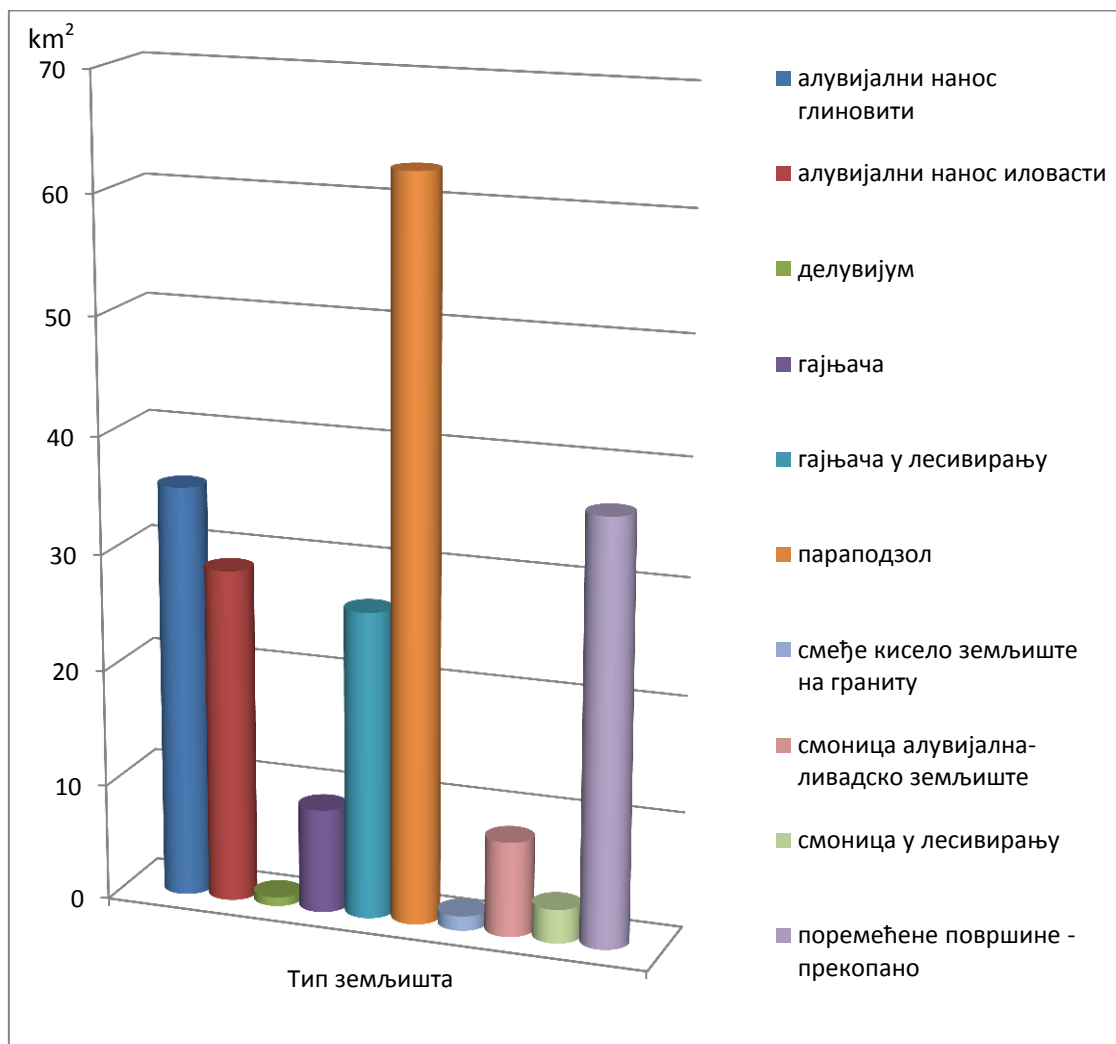
Приказ заступљености типова земљишта за период од 1981. године			
Типови земљишта		Стање 1981/ km ²	% од укупне површине
1.	алувијални нанос глиновити	46,646	21,883
2.	алувијални нанос иловести	29,718	13,942
3.	делувијум	0,766	0,359
4.	гајњача	8,966	4,206
5.	гајњача у лесивирању	26,440	12,404
6.	параподзол	73,175	34,329
7.	смеђе кисело земљиште на граниту	1,257	0,590
8.	смоница алувијална-ливадско земљиште	8,458	3,968
9.	смоница у лесивирању	2,922	1,371
10.	поремећене површине - прекопано	14,120	6,624
укупно		213,160	100



Граф. 5. Приказ заступљености типова земљишта за 1991. годину на површини анализаног простора (Аутор: Томић М., 2015)

Табела 14. Приказ заступљености типова земљишта за период од 1991. године

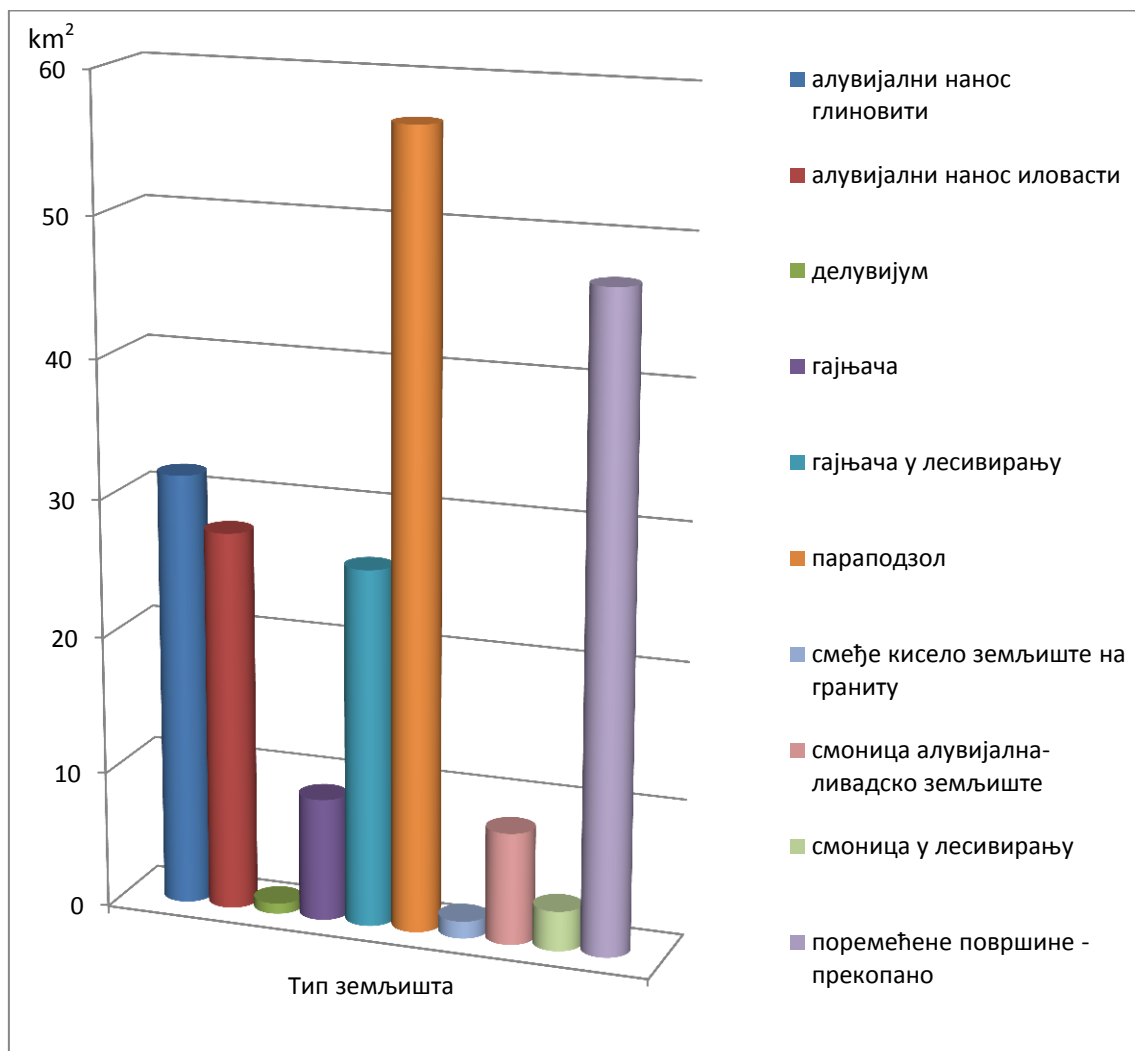
Приказ заступљености типова земљишта за период од 1991. године		
Типови земљишта	Стање 1991/ km ²	% од укупне површине
1. алувијални нанос глиновити	39,924	18,730
2. алувијални нанос иловасти	29,566	13,870
3. делувијум	0,766	0,359
4. гајњача	8,966	4,206
5. гајњача у лесивирању	26,440	12,404
6. параподзол	66,790	31,333
7. смеђе кисело земљиште на граниту	1,257	0,590
8. смоница алувијална-ливадско земљиште	8,458	3,968
9. смоница у лесивирању	2,919	1,369
10. поремећене површине - прекопано	27,600	12,948
укупно	213,160	100



Граф. 6. Приказ заступљености типова земљишта за 2001. годину на површини анализаног простора (Аутор: Томић М., 2015)

Табела 15. Приказ заступљености типова земљишта за период од 2001. године

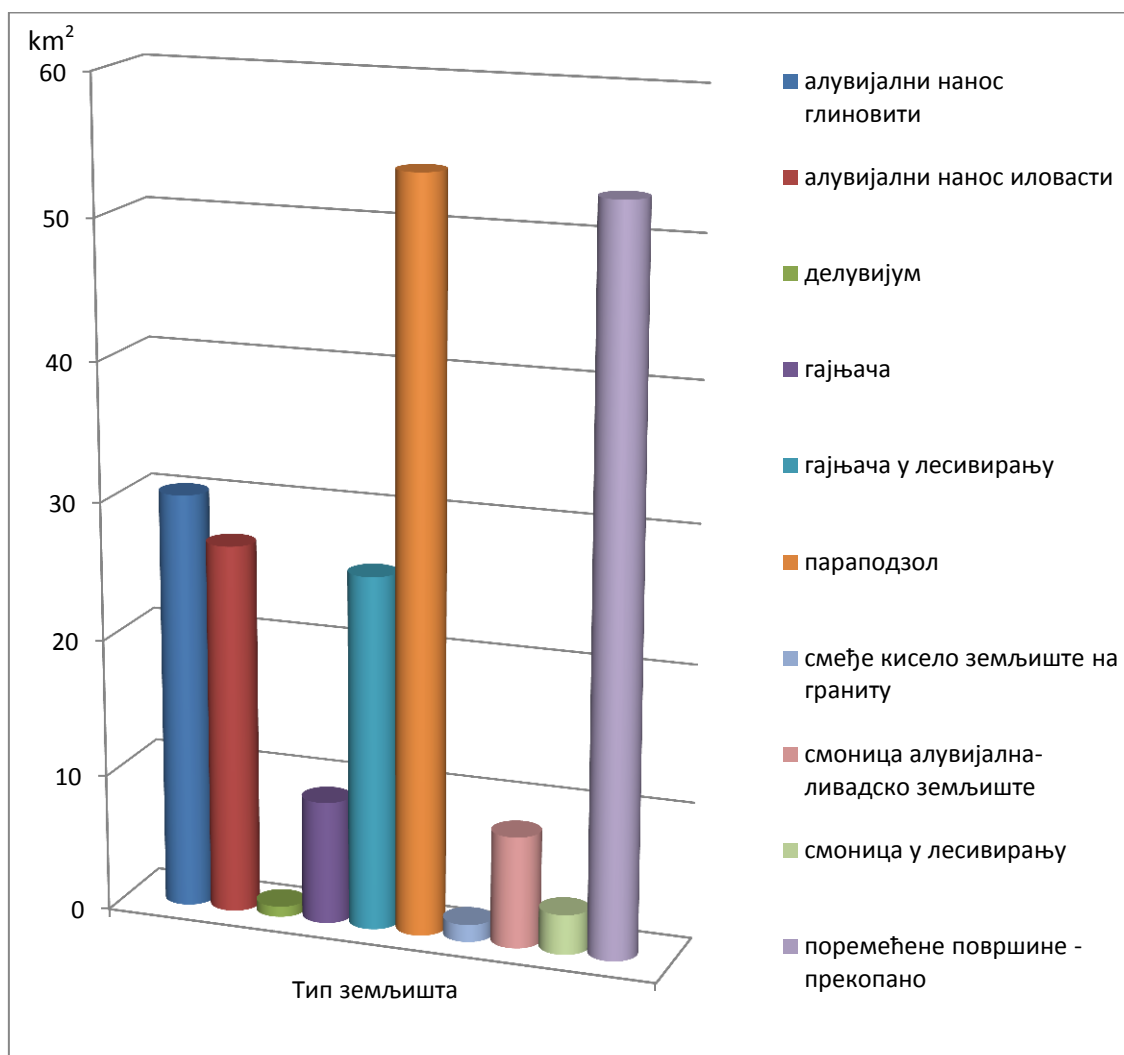
Приказ заступљености типова земљишта за период од 2001. године		
Типови земљишта	Стање 2001/ km ²	% од укупне површине
1. алувијални нанос глиновити	35,471	16,641
2. алувијални нанос иловасти	28,752	13,488
3. делувијум	0,766	0,359
4. гајњача	8,966	4,206
5. гајњача у лесивирању	26,440	12,404
6. параподзол	62,826	29,474
7. смеђе кисело земљиште на граниту	1,257	0,590
8. смоница алувијална-ливадско земљиште	8,190	3,842
9. смоница у лесивирању	2,919	1,369
10. поремећене површине - прекопано	36,420	17,086
укупно	213,160	100



Граф. 7. Приказ заступљености типова земљишта за 2011. годину на површини анализаног простора (Аутор: Томић М., 2015)

Табела 16. Приказ заступљености типова земљишта за период од 2011. године

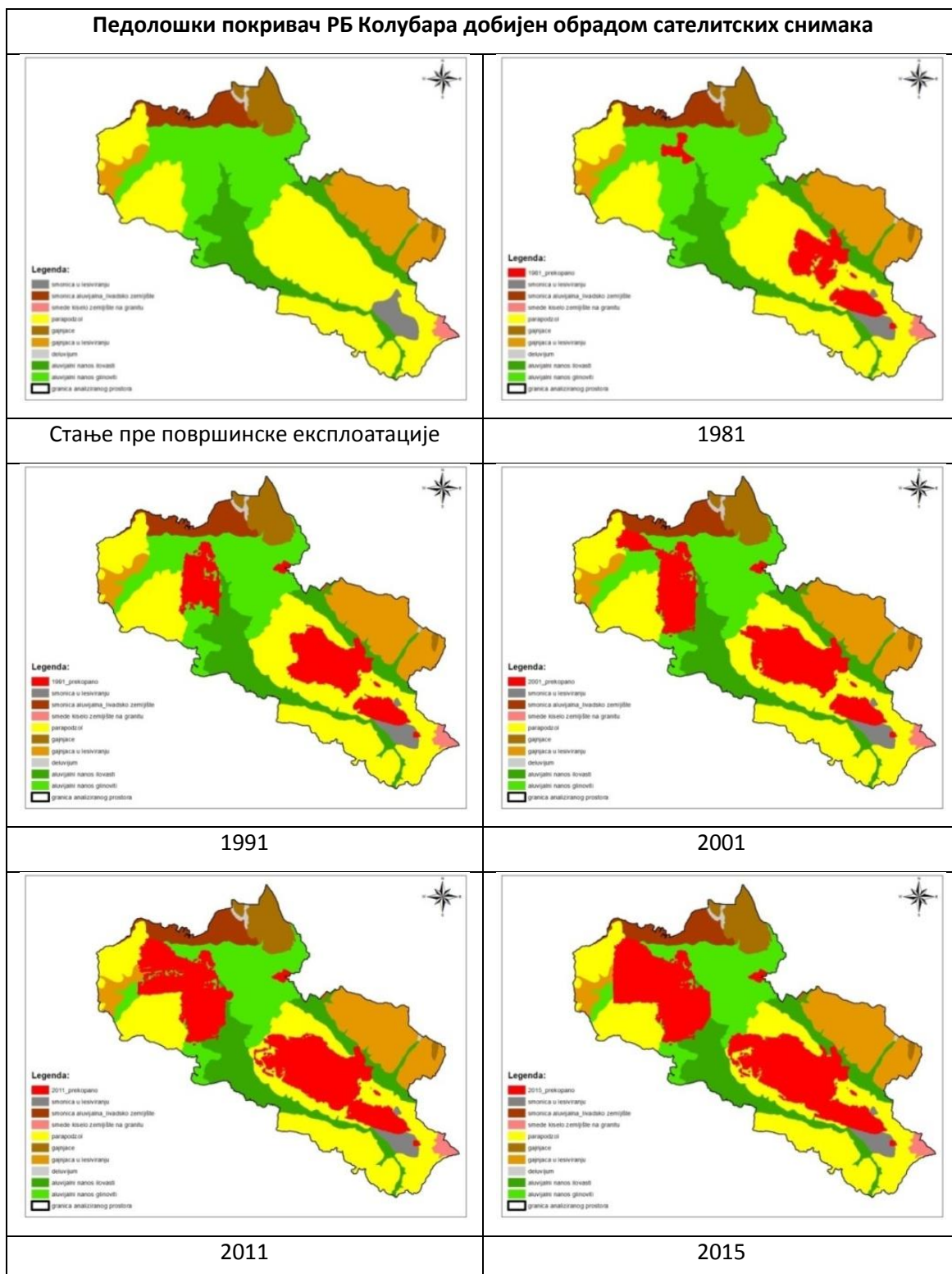
Приказ заступљености типова земљишта за период од 2011. године		
Типови земљишта	Стање 2011/ km ²	% од укупне површине
1. алувијални нанос глиновити	31,550	14,801
2. алувијални нанос иловасти	27,695	12,993
3. делувијум	0,766	0,359
4. гајњача	8,966	4,206
5. гајњача у лесивирању	26,071	12,231
6. параподзол	57,019	26,749
7. смеђе кисело земљиште на граниту	1,257	0,590
8. смоница алувијална-ливадско земљиште	8,190	3,842
9. смоница у лесивирању	2,919	1,369
10. поремећене површине - прекопано	47,050	22,073
укупно	213,160	100



Граф. 8. Приказ заступљености типова земљишта за 2015. годину на површини анализаног простора (Аутор: Томић М., 2015)

Табела 17. Приказ заступљености типова земљишта за период од 2011. године

Приказ заступљености типова земљишта за период од 2015. године		
Типови земљишта	Стање 2015/ km ²	% од укупне површине
1. алувијални нанос глиновити	30,285	14,208
2. алувијални нанос иловасти	26,924	12,631
3. делувијум	0,766	0,359
4. гајњача	8,966	4,206
5. гајњача у лесивирању	25,750	12,080
6. параподзол	53,986	25,327
7. смеђе кисело земљиште на граниту	1,257	0,590
8. смоница алувијална-ливадско земљиште	8,155	3,826
9. смоница у лесивирању	2,919	1,369
10. поремећене површине - прекопано	53,000	24,864
укупно	213,160	100



Сл. 45. Педолошка мапа простора у зони утицаја РБ Колубара (Извор базичних података: Институт за земљиште Београд; визуелизовано у софтверу ArcGis)
(деталјан приказ је у прилозима од 15 до 20)

Табела 18. Приказ стања типова земљишта по годинама на површини анализираниг простора

Приказ стања типова земљишта по годинама							
Типови земљишта		Рецент. стање / km ²	1981/ km ²	1991/ km ²	2001 / km ²	2011/ km ²	2015/ km ²
1.	алувијални нанос глиновити	48,386	46,646	39,924	35,471	31,550	30,285
2.	алувијални нанос иловасти	30,150	29,718	29,566	28,752	27,695	26,924
3.	делувијум	0,766	0,766	0,766	0,766	0,766	0,766
4.	гајњача	8,966	8,966	8,966	8,966	8,966	8,966
5.	гајњача у лесивирању	26,559	26,440	26,440	26,440	26,071	25,750
6.	параподзол	83,898	73,175	66,790	62,826	57,019	53,986
7.	смеђе кисело земљиште на граниту	1,257	1,257	1,257	1,257	1,257	1,257
8.	смоница алувијална- ливадско земљиште	8,458	8,458	8,458	8,190	8,190	8,155
9.	смоница у лесивирању	4,709	2,922	2,919	2,919	2,919	2,919
10.	поремећене површине - прекопано	-	14,120	27,600	36,420	47,050	53,000
укупно		213,160	213,160	213,160	213,160	213,160	213,160

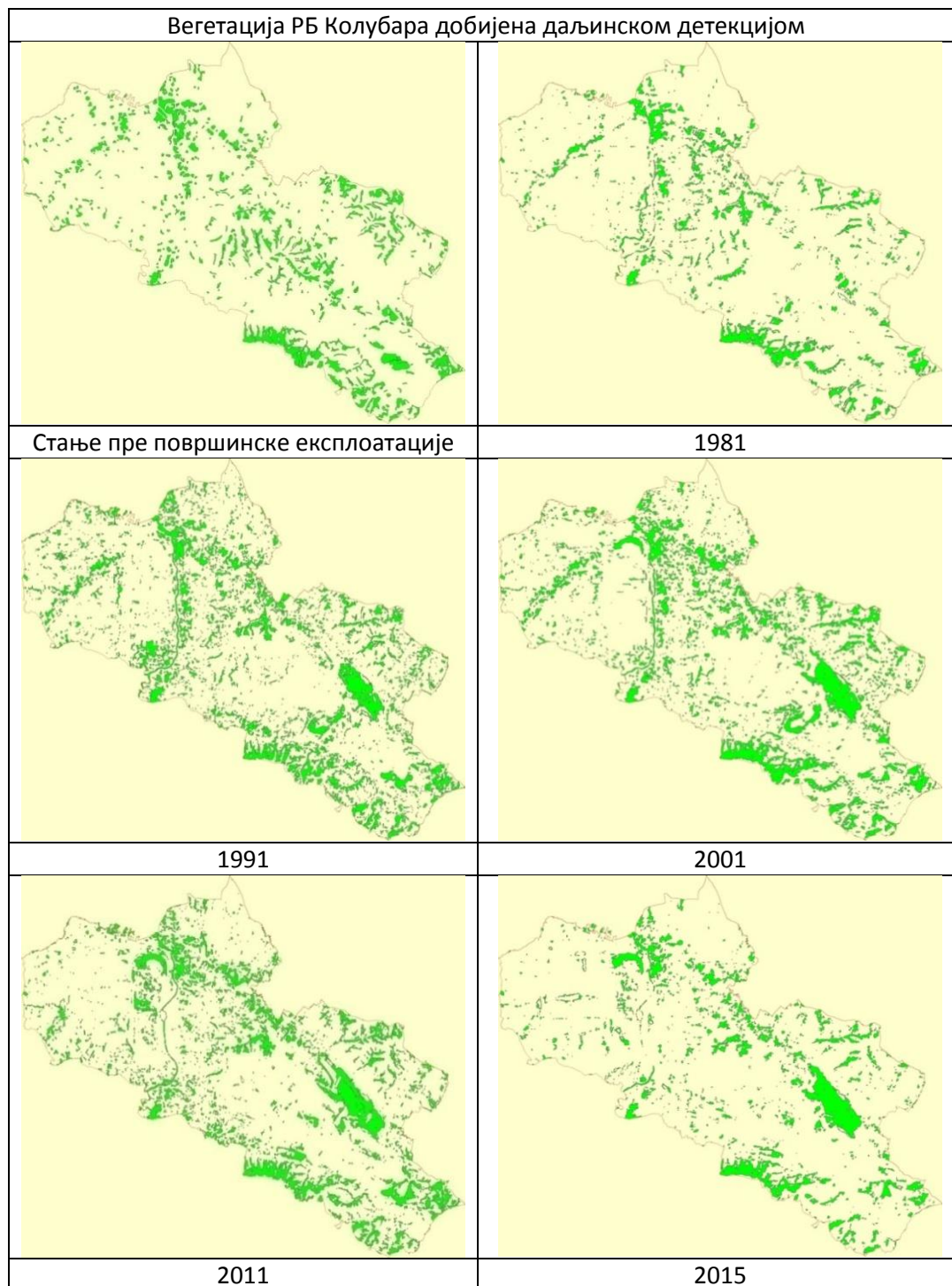
Од почетка површинске експлоатације лигнита, јавља се и десети тип земљишта, представљен јаловиштима чије је просторно ширење приказано на слици 45. Карте педолошког покривача у ArcGIS-у су детаљно дате у прилозима докторске дисертације (прилози од 15. до 20.).

3.2.3. Анализа вегетације даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. Године

На основу обраде података Европског архива вегетације (European Vegetation Archive – EVA), која располаже евиденцијом биљних таксона на простору Европе, анализирани простор је рецентно подручје листопадних шума (<http://euroveg.org/>).

Анализа вегетације даљинском детекцијом обрадом снимака комбинације канала 4,3,2, који су се показали као најпрактичнији за истраживање биљног покривача, показује промене за анализирани простор, што се види на слици 46. Четинарске шуме се детектују тек на обрађеним снимцима из 1991. године, и то

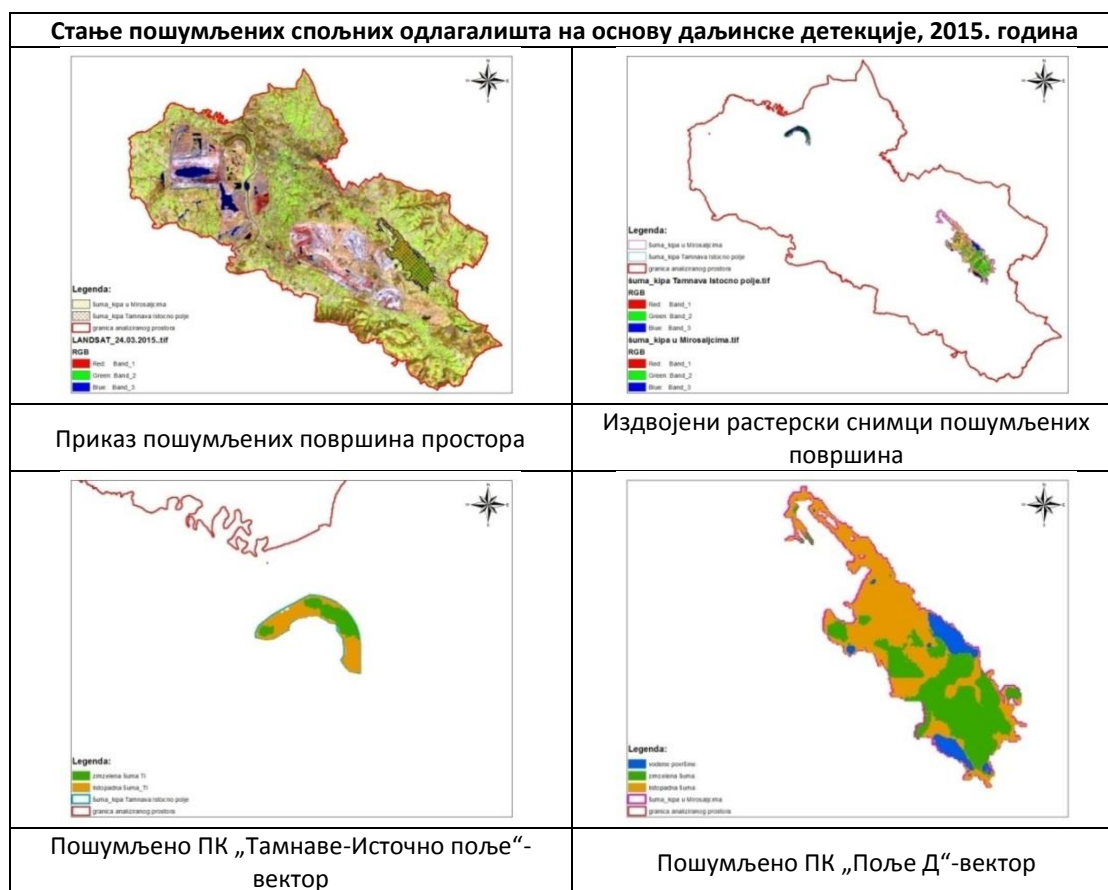
се везује за пошумљавање рекултивисаних спољних одлагалишта површинских копова.



Сл. 46. Приказ површина под шумама од пре површинске експлоатације до 2015 године (Аутор:

Томић М., 2015

Карте површина под шумама у ArcGIS-у су детаљно дате у прилозима докторске дисертације (прилози од 21. до 26.). Приказ површина под шумама од пре површинске експлоатације до 2015. године на слици 46., показује динамику промена на обрађиваним снимцима. На снимку из 1981. године се запажа недостатак шума у источном делу басена на местима развоја површинских копова „Поља Б“ и „Поља Д“, док се на снимку из 1991. године запажа развој шумских површина пошумљеног спољног одлагалишта ПК „Поља Д“ тзв. „Миросаљачка кипа“. На обрађеном снимку из 2001. године на северном ободу ПК „Тамнава Источно поље“ се детектује и новонастала шумска површина пошумљеног одлагалишта српастог облика. На снимцима из 2011. и 2015. године се детектује недостатак површина под шумама у западном делу басена, на местима развоја ПК „Тамнава Западно поље“.



Сл. 47. Приказ пошумљених спољних одлагалишта ПК „Поља Д“ и ПК „Тамнаве-Источно поље“,

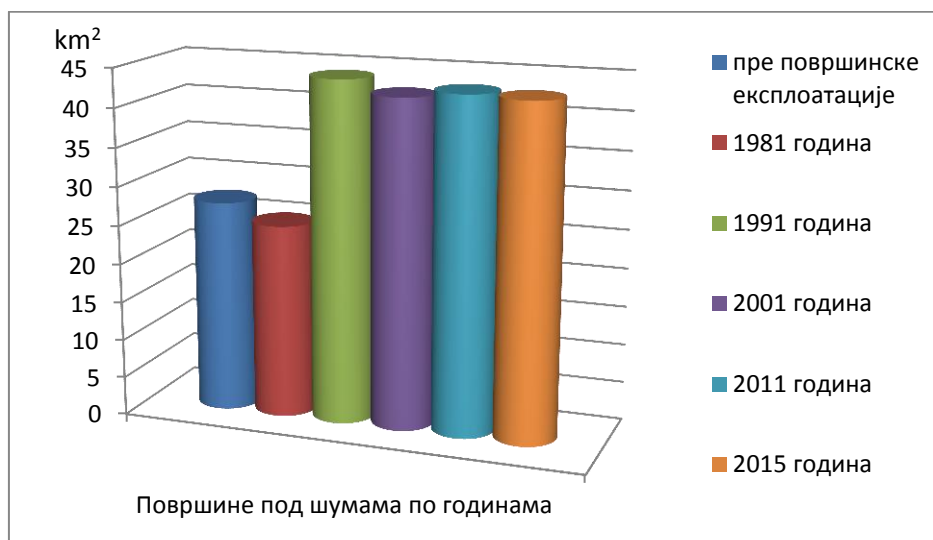
обрађено уArcGIS софтверу надгледаном класификацијом; (Извор обрађеног

снимка:<http://landsatlook.usgs.gov>)(Аутор: Томић М., 2015)

(детаљан приказ је у прилозима од 27 до 30)

Карте пошумљених спољних одлагалишта у ArcGIS-у су детаљно дате у прилозима докторске дисертације (прилози од 27. до 30.).

На слици 47., приказана су пошумљена спољна одлагалишта ПК „Поља Д“ и ПК „Тамнаве-Источно поље“. Надгледаном класификацијом и обрадом LANDSAT сателитских снимака у ArcGIS софтверу, издвојене су површине под четинарском и листопадном шумом. Шумске површине су у ГИС-у приказане векторски, где су им дати одговарајући атрибути.



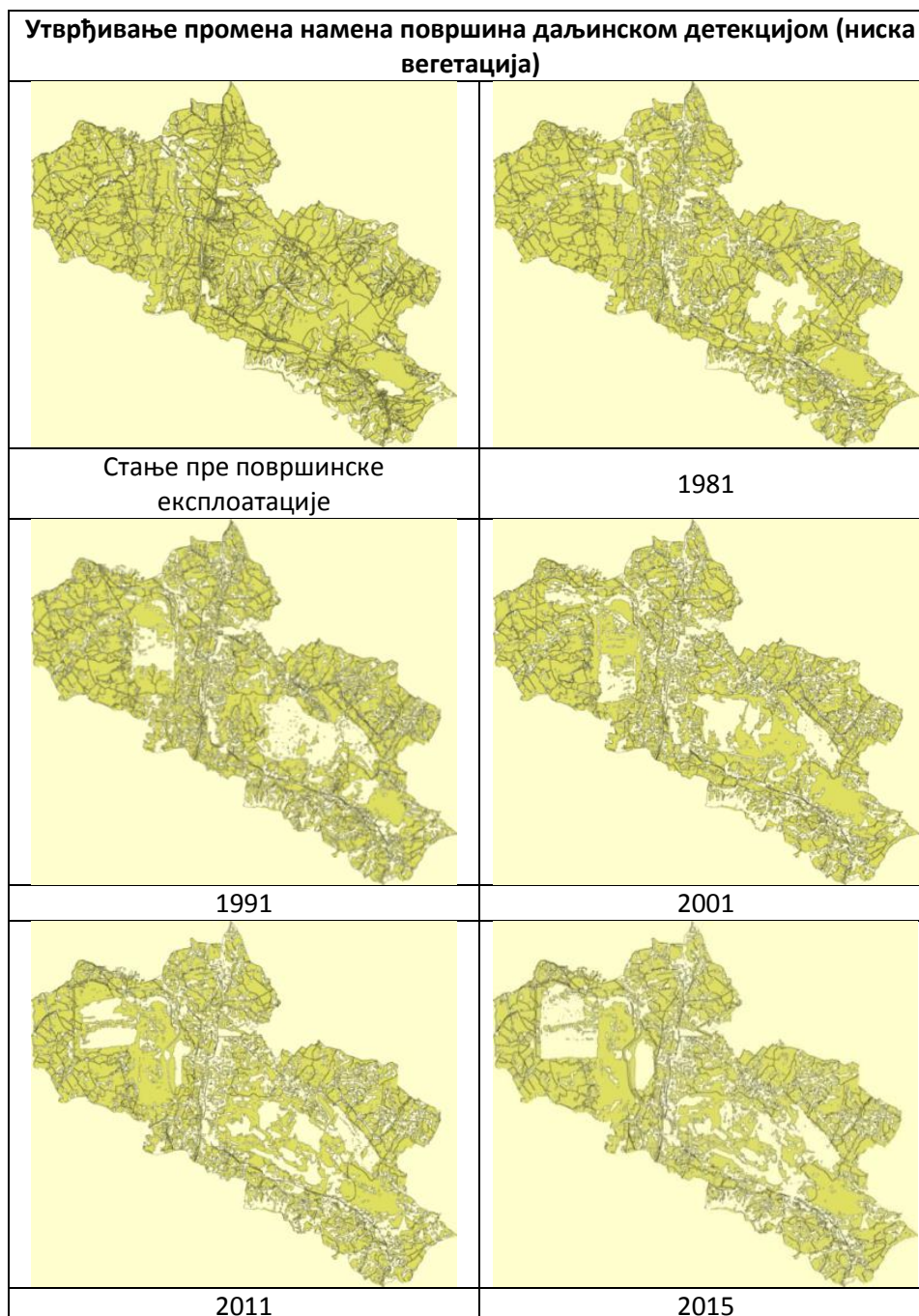
Граф. 9. Графички приказ површина под шумама у km² од пре површинске експлоатације до 2015 године (Аутор: Томић М., 2015)

Табела 19. Табеларни приказ шумских површина по годинама према укупној површини анализираног простора

Шумске површине по годинама издвојене у ArcGIS-у		
период	Површине (km ²)	Процент (%) према укупној површини од 213,16 km ²
Пре површинске експлоатације	27,510	12,906%
1981.	25,110	11,780%
1991.	44,130	20,703%
2001.	42,350	19,868%
2011.	43,190	20,262%
2015.	42,900	20,126%

Анализа вегетације даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. године, графикон 9. и табела 19., показују тенденцију пада површина под шумама до 1981. године, да би се на

снимку из 1991. године, површине под шумама готово удвостручиле. На снимку из 2001. године, примећује се минимално смањење површина у односу на претходно анализирану годину, да би снимак из 2011. године поново показао минималан пораст површина под шумама. На снимку из 2015. године поново долази до минималног смањења површина под шумама. На снимцима из 1991., 2001., 2011. и 2015. године се уочавају непромењене површине под шумама са периодичним осцилацијама. Пад површина под шумама за период од пре површинске експлоатације до 1981. године се везује за ширење површинских копова у источном делу басена, и за отварање површинског копа Тамнава Источно поље. Повећање површина под шумама детектовано на снимцима од 1991. године се објашњава пошумљавањем спољних одлагалишта ПК „Поља Д“ и ПК „Тамнаве-Источно поље“. Регистрован пад површина под шумама на снимку из 2015. године може да се доведе у везу са уништавањем површина самониклих шума у зони плављених делова ПК „Тамнаве-Источно поље“, за време санације поплаве из 2014. године.

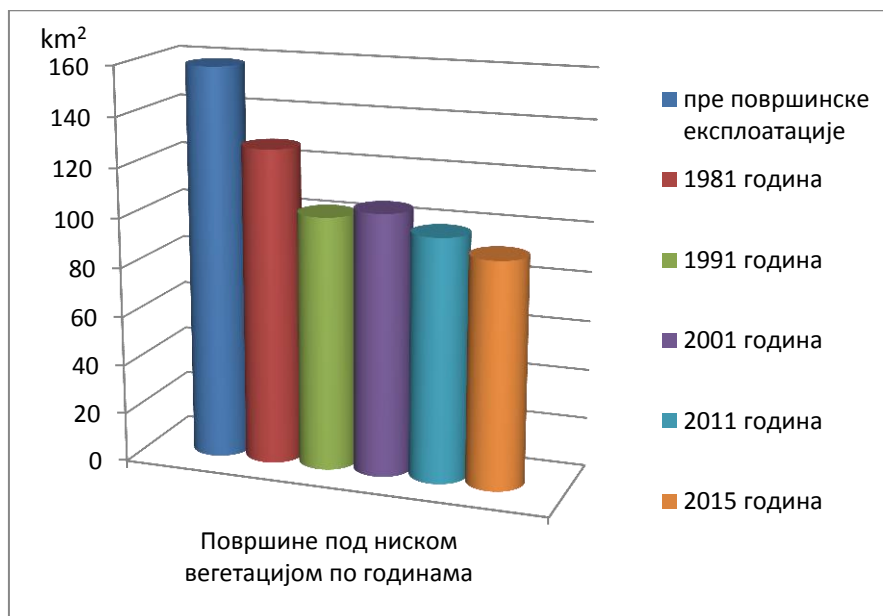


Сл. 48. Приказ промена површина под ниском вегетацијом од пре површинске експлоатације до 2015 године (Аутор: Томић М., 2015)

Карте промене површина под ниским растињем у ArcGIS-у су детаљно дате у прилозима докторске дисертације (прилози од 31. до 36.).

Приказ промена површина под ниском вегетацијом од пре површинске експлоатације до 2015. године на слици 48., показује динамику промена на

обрађиваним снимцима, и јасно приказује тренд развоја површинских копова и шумских површина на свим обрађиваним снимцима од 1981. до 2015. године на уштрб површина под ниском вегетацијом.



Граф. 10. Приказ стања површина под ниском вегетацијом у km² од пре површинске експлоатације до 2015. године (Аутор: Томић М., 2015)

Табела 20. Приказ стања површина под ниском вегетацијом по годинама према укупној површини анализираног простора

Површине под ниском вегетацијом по годинама издвојене у ArcGIS-у		
период	Површине (km ²)	Процент (%) према укупној површини од 213,16 km ²
Пре површинске експлоатације	158,610	74,409%
1981.	127,752	59,932%
1991.	102,780	48,217%
2001.	106,060	49,756%
2011.	98,660	46,284%
2015.	91,770	43,052%

Анализа ниске вегетације даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. године, графикон 10. и табела 20., показују тенденцију пада површина под ниском вегетацијом од 1981. до 2015. године на свим обрађеним снимцима.

3.3. Анализа антропогенних елемената у зони Рударског басена Колубара даљинском детекцијом

За анализу антропогенних елемената у зони РБ Колубара, узети су у обзир следећи параметри: број становника, број домаћинства, кретање становништва (миграције), као и активно становништво. Укупан број насеља који улази у домен истраживања је 19.



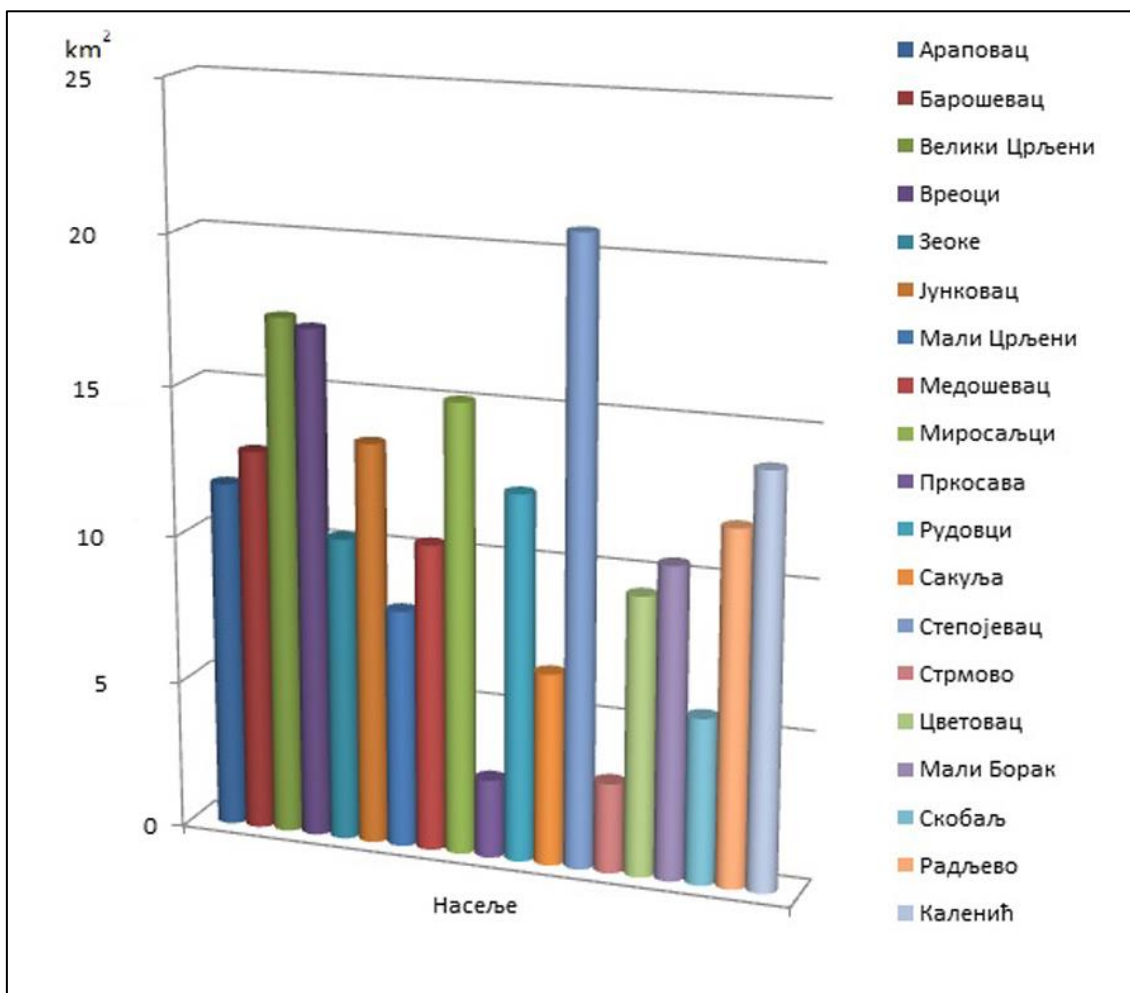
Сл. 49. Мапа простора – насеља по Општинама (Аутор: Томић М., 2015)

Табела 21. Приказ површина насеља у зони утицаја РБ Колубара према укупној површини Општина анализираниг простора

Општине		km ²	Површине насеља у зони утицаја РБ Колубара / km ²	%
1.	Лазаревац	384	171,432	44,644
2.	Уб	456	25,682	5,632
3.	Лајковац	186	16,046	8,627
укупно		1026	213,16	20,776

Анализирани простор обухвата делове територија три Општине површине 213,16 km², слика 49. и табела 21. (прилог 37.-насеља по Општинама). Највећи део

обухвата делове Општине Лазаревац са 15 насеља и површином од 171,432 km², два насеља припадају Општини Лајковац са површином 16,046 km² и два насеља Општини Уб са површином од 25,682 km².



Граф. 11. Приказ површина насеља у зони утицаја РБ Колубара (Извор: Републички завод за статистику)

На графикону 11., и табели 22., приказане су површине насеља анализираниг простора у зони утицаја РБ Колубара. Од укупне површине анализираниг простора 213,16 km², највећу површину захвата насеље Степојевац 20,779 km², док најмању површину захвата насеље Пркосава са 2,631 km².

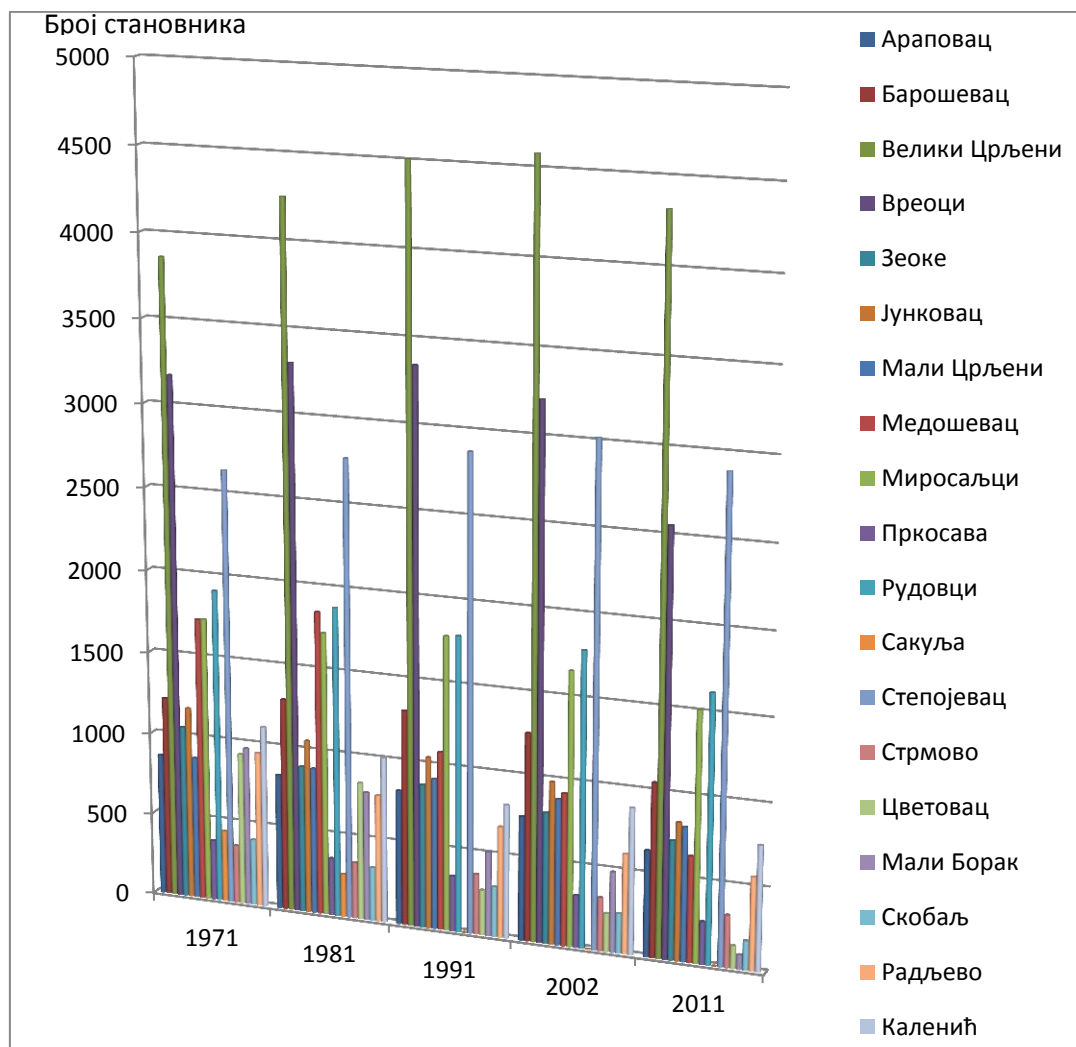
Табела 22. Приказ површина насеља у зони утицаја РБ Колубара према укупној површини анализираниг простора

Насеља анализираниг простора		Површине насеља / km ²	% од укупне површине анализираниг простора
Лазаревац			
1.	Араповац	11,696	5,487
2.	Барошевац	12,863	6,034
3.	Велики Црљени	17,364	8,146
4.	Вреоци	17,079	8,012
5.	Зеоке	10,224	4,796
6.	Јунковац	13,484	6,326
7.	Мали Црљени	8,008	3,757
8.	Медошевац	10,322	4,842
9.	Миросаљци	15,091	7,080
10.	Пркосава	2,631	1,234
11.	Рудовци	12,298	5,769
12.	Сакуља	6,459	3,030
13.	Степојевац	20,779	9,748
14.	Стрмово	3,02	1,417
15.	Цветовац	9,396	4,408
УБ			
16.	Каленић	13,79	6,469
17.	Радљево	11,848	5,558
Лајковац			
18.	Мали Борак	10,447	4,901
19.	Скобаљ	5,571	2,614
укупно		213,16	100



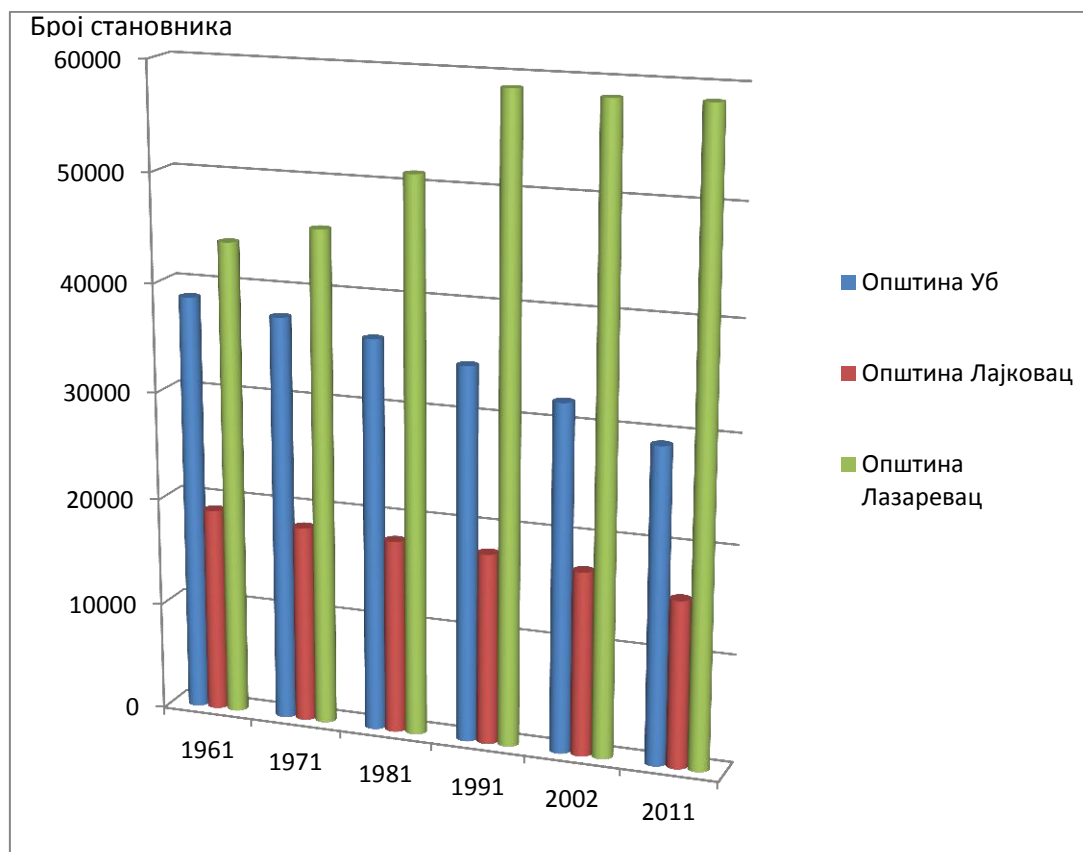
Сл. 50. Мапа простора – насеља анализираниог простора (Аутор: Томић М., 2015)

На слици 50., приказано је 19 насеља анализираниог простора, где се уочавају њихов положај и разлике у величини (прилог 38.). Катастарски два села са слике више не постоје, то су село Сакуља и село Цветовац.



Граф. 12. Приказ промене броја становника у насељима у зони утицаја РБ Колубара од 1971-2011 године (Извор: Републички завод за статистику; измењено и допуњено)

На графикону 12, су приказане промене броја становника у насељима у зони утицаја РБ Колубара од 1971-2011 године. Од села анализираних простора највећи број становника (4318) по попису из 2011. године, има село Велики Црљени, које је друго са површином од 17,364 km², док најмањи број становника (89), има село Мали Борак са површином од 10,465 km². Село Сакуља је још по попису из 1991. године без иједног становника са површином од 6,459 km².

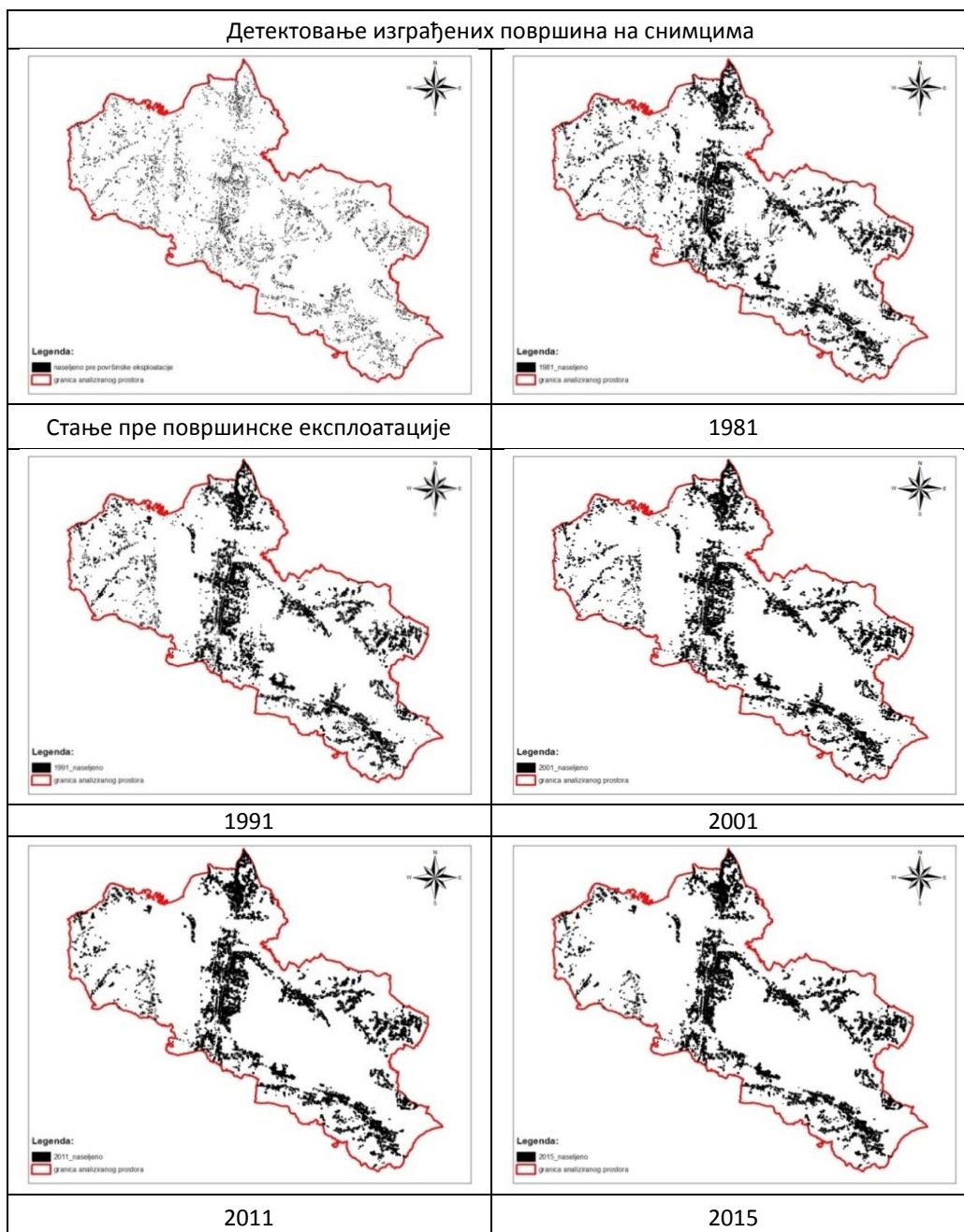


Граф. 13. Приказ промене броја становника у Општинама УБ, Лајковац и Лазаревац од 1961-2011 године (Извор: Републички завод за статистику; измењено и допуњено)

На графикону 13, Приказане су промене броја становника у Општинама УБ, Лајковац и Лазаревац од 1961.-2011. године. По попису из 2011. године највећи број од 58,662 становника има Општина Лазаревац, затим општина УБ од 29,101 становника, и најмањи број становника има Општина Лајковац 15,475. Од 1961. године број становника у општинама УБ и Лајковац константно опада, док је у Општини Лазаревац забележен пораст броја становника, и по попису из 1991. године достигао је највећи број од 58882 становника.

3.3.1. Анализа изграђених површина даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. године

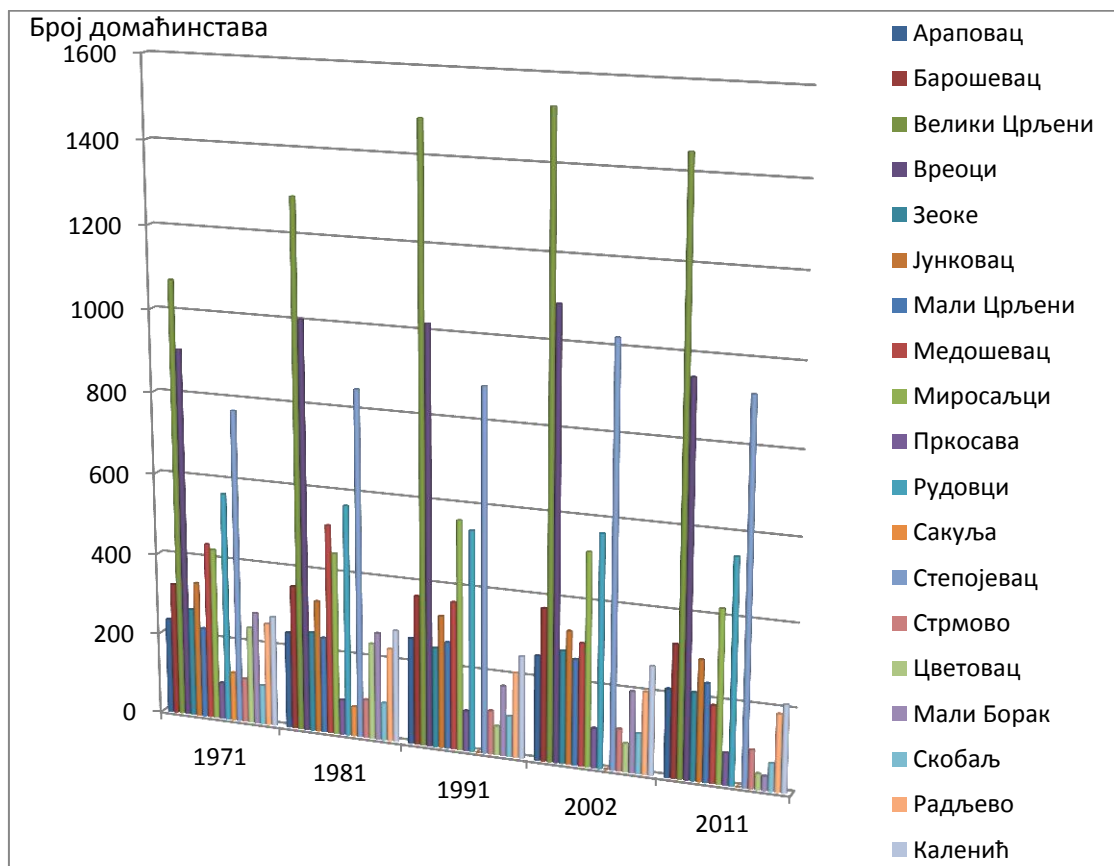
Карте изграђених површина у ArcGIS-у су детаљно дате у прилозима докторске дисертације (прилози од 39. до 44.).



Сл. 51. Приказ изграђених површина од пре површинске експлоатације до 2015. године (Аутор: Томић М., 2015)

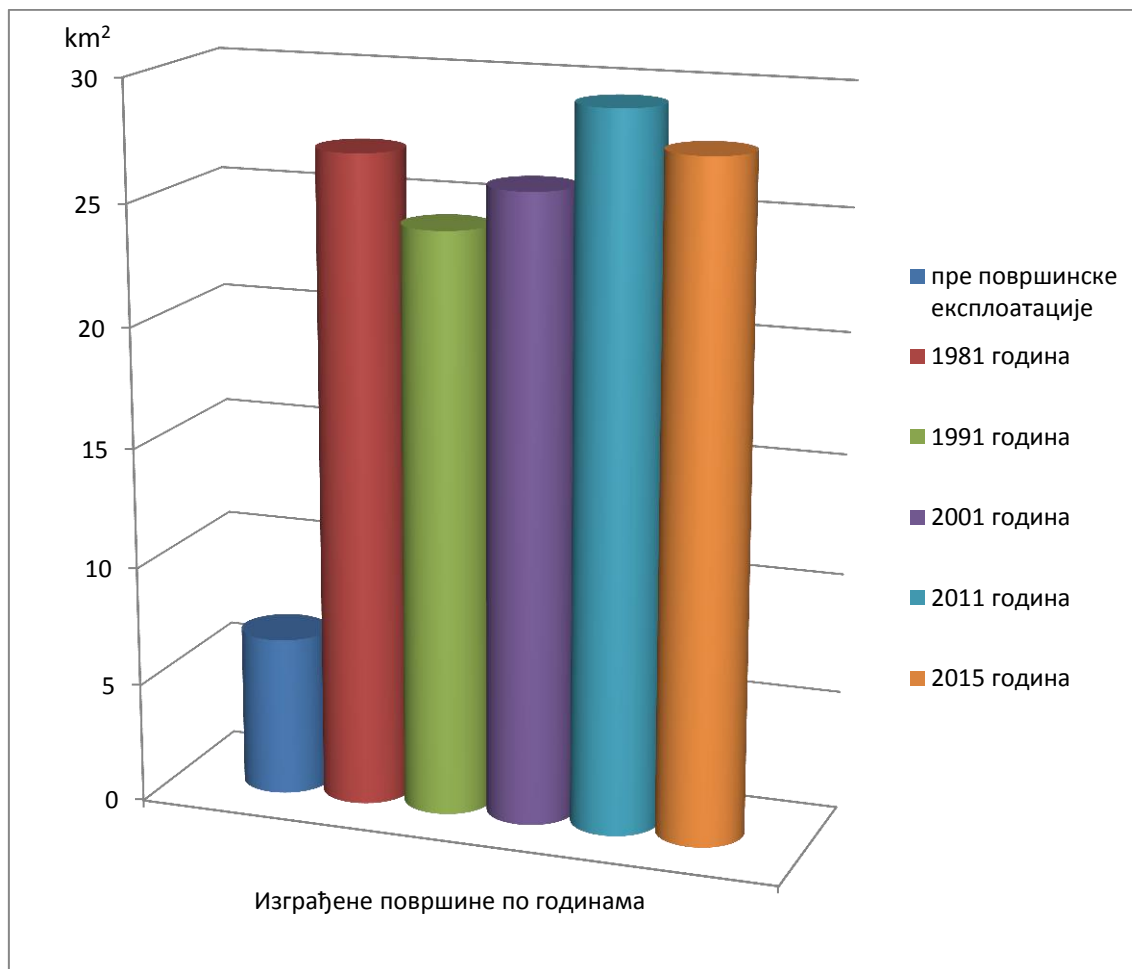
(детаљан приказ је у прилозима од 39 до 44)

Слика 51, приказује изграђене површине од пре површинске експлоатације до 2015. године, где је уочљива веза са развојем површинских копова, где се уочавају празнине на местима копова на обрађиваним сателитским снимцима.



Граф. 14. Приказ промене броја домаћинстава у насељима у зони утицаја РБ Колубара од 1971-2011 године (Извор података: Републички завод за статистику)

На графикону 14., приказане су промене броја домаћинстава у насељима у зони утицаја РБ Колубара од 1971.-2011. године. Највећи број од 1446 домаћинстава по попису из 2011. године забележен је у Великим Црљенима, док је најмањи број забележен у Малом Борку од 35.



Граф. 15. Приказ стања изграђених површина у km² од пре површинске експлоатације до 2015 године (Аутор: Томић М., 2015)

Табела 23. Приказ стања изграђених површина по годинама према укупној површини анализираног простора

Изграђене површине по годинама издвојене у ArcGIS-у		
период	Површине (km ²)	Процент (%) према укупној површини од 213,16 km ²
Пре површинске експлоатације	6,650	3,120%
1981.	27,060	12,695%
1991.	24,210	11,358%
2001.	25,980	12,188%
2011.	29,400	13,792%
2015.	27,780	13,032%

На графикону 15. и табели 23., приказано је стање изграђених површина у km² од пре површинске експлоатације до 2015. године. На обрађеном снимку из 1991. године, уочава се пад изграђених површина у односу на 1981. годину, да би на снимку из 2001. године био опет детектован пораст изграђених површина. На

обрађеном снимку из 2011. године изграђене површине достижу максимум, да би се на снимку из 2015. године опет забележило смањивање изграђених површина. Овакви трендови стања изграђених површина могу да се доведу у директну везу са процесом експропријације и ширења површинских копова.

У следећој табели дат је апсолутни миграциони салдо и апсолутни пораст становништва за 19 насеља која улазе у просторну целину РБ Колубара. Посматране су последње две пописне године (2002. и 2011.).

Табела 24. Апсолутни пораст становништва и апсолутни миграциони салдо 19 насеља РБ Колубара

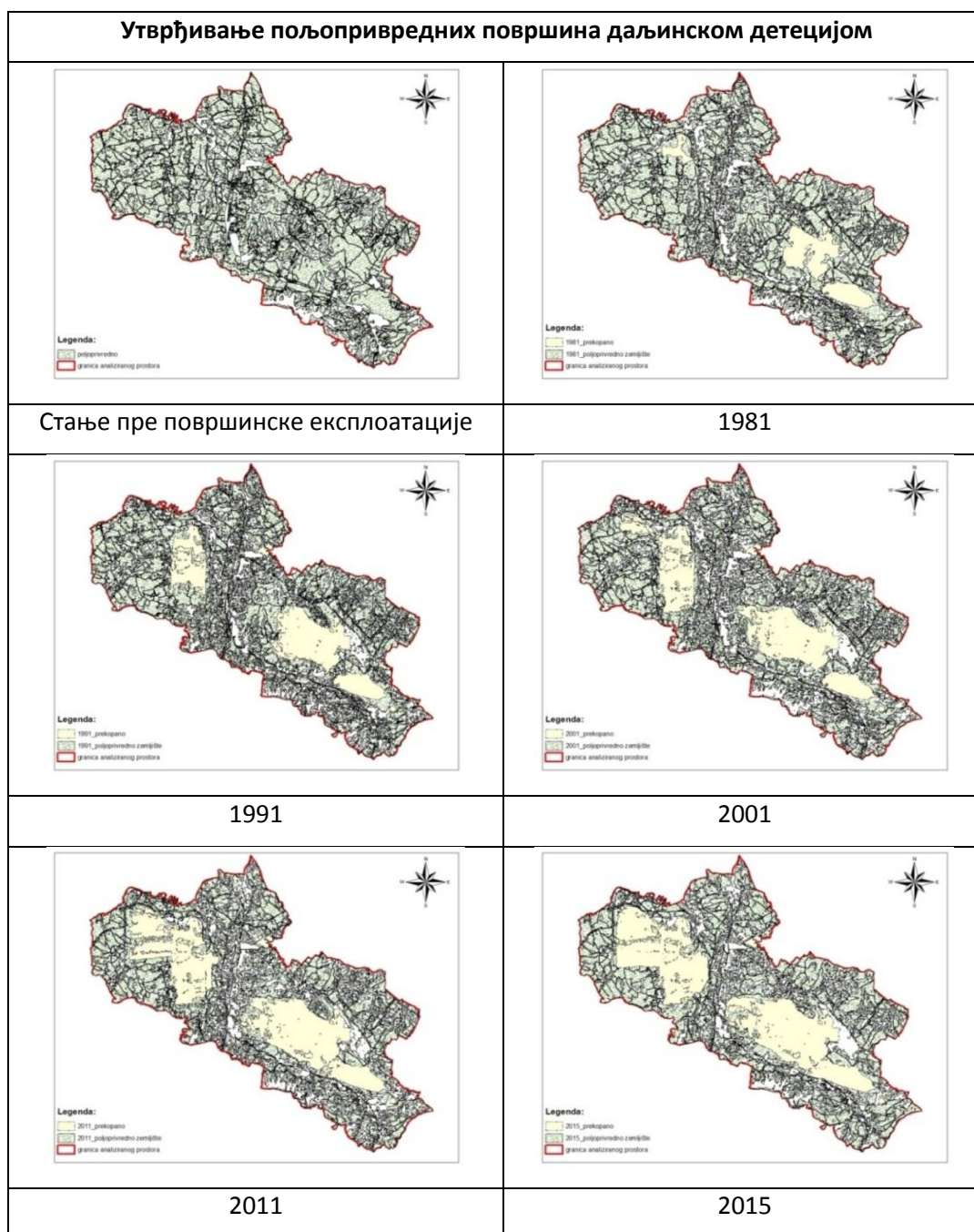
	Општина/Насеље	Апсолутни миграциони салдо (2002-2011)	Апсолутни пораст становништва (2002-2011)
	Лазаревац	1651	111
1	Араповац	-	-
2	Барошевац	-	-
3	Велики Црљени	-	-
4	Вреоци	-	-
5	Зеоке	-	-
6	Јунковац	-	-
7	Мали Црљени	-	-
8	Медошевац	-	-
9	Миросаљци	-	-
10	Пркосава	-	-
11	Рудовци	-	-
12	Сакуља	-	-
13	Степојевац	-	-
14	Стрмово	-	-
15	Цветовац	-	-
	УБ	-755	-3003
16	Каленић	-	-
17	Радљево	-	-
	Лајковац	-554	-1587
18	Мали Борак	-	-
19	Скобаљ	-	-

Извор: Завода за статистику Србије

3.3.2. Анализа пољопривредних површина даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. године

За анализу пољопривредних површина у зони Рударског басена Колубара, узети су у обзир параметри пољопривредно становништво и активно пољопривредно становништво.

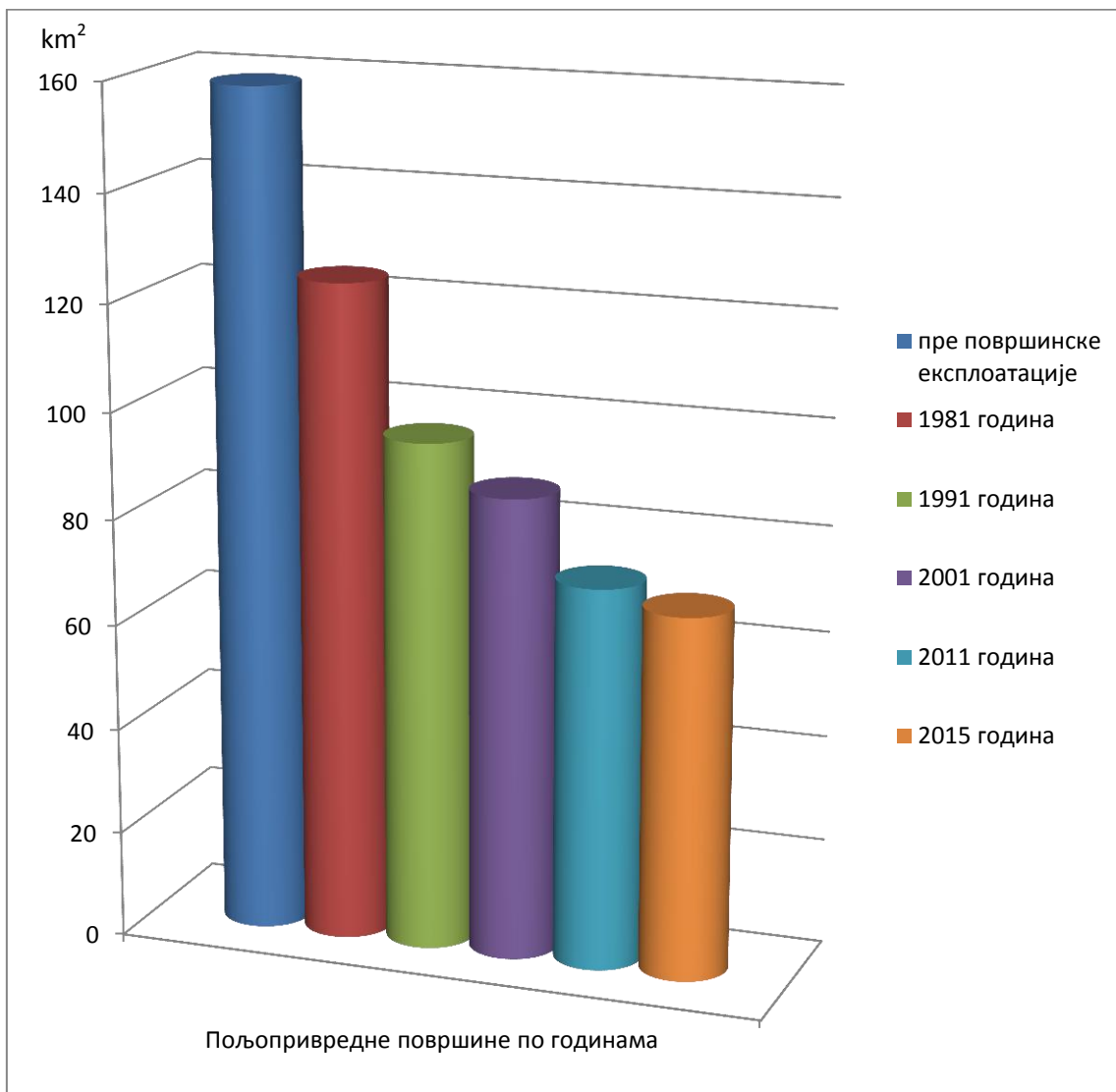
Карте пољопривредних површина у ArcGIS-у су детаљно дате у прилозима докторске дисертације (прилози од 45. до 50.).



Сл. 52. Приказ промена пољопривредних површина од пре површинске експлоатације до 2015 године (Аутор: Томић М., 2015)
(детаљан приказ је у прилозима од 45 до 50)

На слици 52., приказане су промена пољопривредних површина од пре површинске експлоатације до 2015. године, види се јасна динамика промена на

обрађиваним снимцима, и јасно приказује ширење површинских копова и шумских површина на свим обрађиваним снимцима од 1981. до 2015. године на уштрб пољопривредних површина.



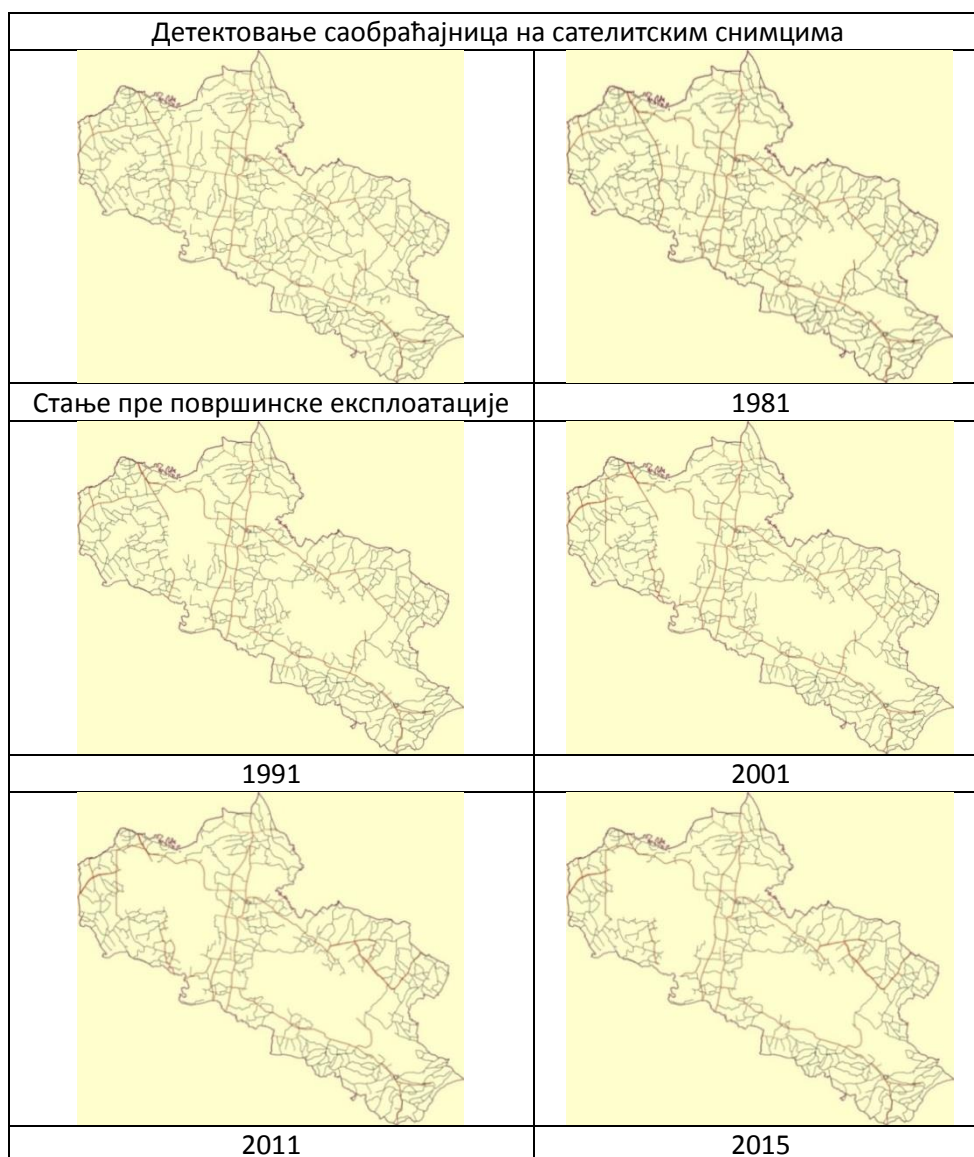
Граф. 16. Приказ стања пољопривредних површина у km² од пре површинске експлоатације до 2015 године (Аутор: Томић М., 2015)

Табела 25. Приказ стања пољопривредних површина по годинама према укупној површини анализираног простора

Пољопривредне површине по годинама издвојене у ArcGIS-у		
период	Површине (km ²)	Процент (%) према укупној површини од 213,16 km ²
Пре површинске експлоатације	158,610	74,409%
1981.	124,150	58,243%
1991.	96,060	45,065%
2001.	87,240	40,927%
2011.	72,140	33,843%
2015.	68,550	32,159%

На графикону 16. и табели 25., приказано је стање пољопривредних површина у km^2 од пре површинске експлоатације до 2015. године. Смањење пољопривредних површина је готово пропорционално повећању укупних прекопаних површина од стране површинских копова.

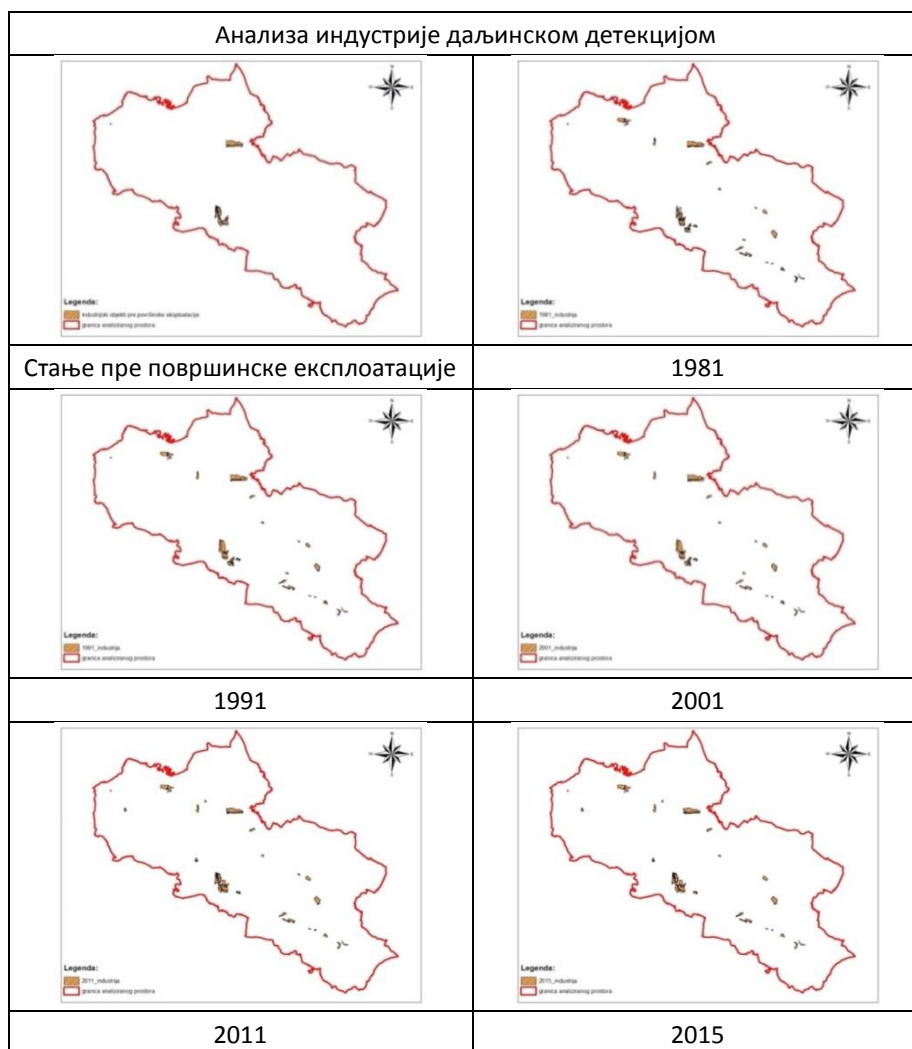
3.3.3. Анализа саобраћајне инфраструктуре даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. године



Сл. 53. Приказ промена саобраћајне мреже простора од пре површинске експлоатације до 2015 године (Аутор: Томић М., 2015)

Слика 53., приказује промене саобраћајне мреже простора од пре површинске експлоатације до 2015. године. Резултати су добијени анализом и обрадом топографских карата, сателитских и ортофото снимака. Анализа показује да су промене саобраћајне мреже у директној вези са ширењем површинских копова.

3.3.4. Анализа индустријских објеката даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. године

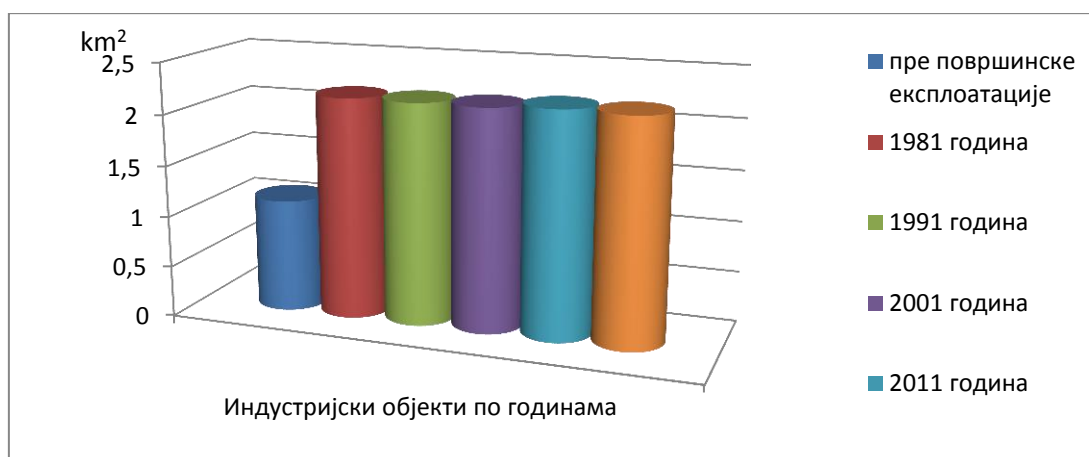


Сл. 54. Приказ распореда индустријских објеката од пре површинске експлоатације до 2015. године (Аутор: Томић М., 2015)

(детаљан приказ је у прилозима од 51 до 56)

Карте распореда индустријских објеката у ArcGIS-у су детаљно дате у прилозима докторске дисертације (прилози од 51. до 56.).

На слици 54., приказан је распоред индустријских објеката од пре површинске експлоатације до 2015. године. На обрађеним снимцима од 1981. до 2015. године уочава се готово непромењен положај и величина индустријских објеката. На обрађеном снимку из 2011. године се уочава индустријски објекат на западном ободу ПК „Тамнава Западно поље“ у Радљеву. А на снимку из 2015. године одсуство индустријског објекта „Северно крило“, урушеног клизиштем 2013. године.



Граф. 17. Приказ стања површина под индустријским објектима у km² од пре површинске експлоатације до 2015. године (Аутор: Томић М., 2015)

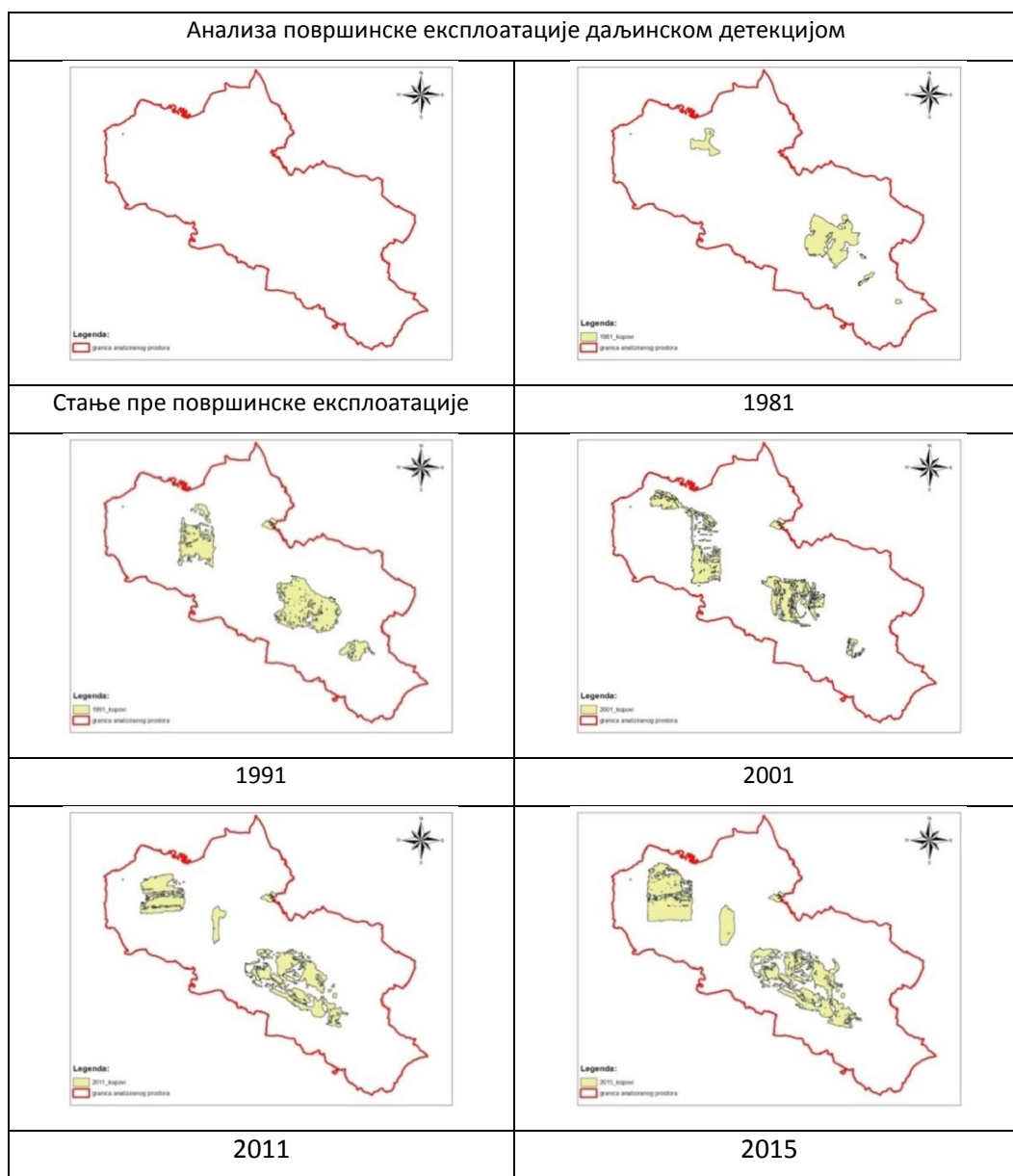
Табела 26. Приказ стања индустријских површина по годинама према укупној површини анализираниг простора

Површине под индустријским објектима по годинама издвојене у ArcGIS-у		
период	Површине (km ²)	Процент (%) према укупној површини од 213,16 km ²
Пре површинске експлоатације	1,110	0,521%
1981.	2,170	1,018%
1991.	2,170	1,018%
2001.	2,170	1,018%
2011.	2,200	1,032%
2015.	2,190	1,027%

На графикону 17. и табели 26., приказано је стање површина под индустријским објектима у km² од пре површинске експлоатације до 2015.

године, где се види да су површине под изграђеним индустријским објектима углавном стабилне.

3.3.5. Анализа површинске експлоатације угља даљинском детекцијом – упоредни приказ за период од пре површинске експлоатације до 2015. године

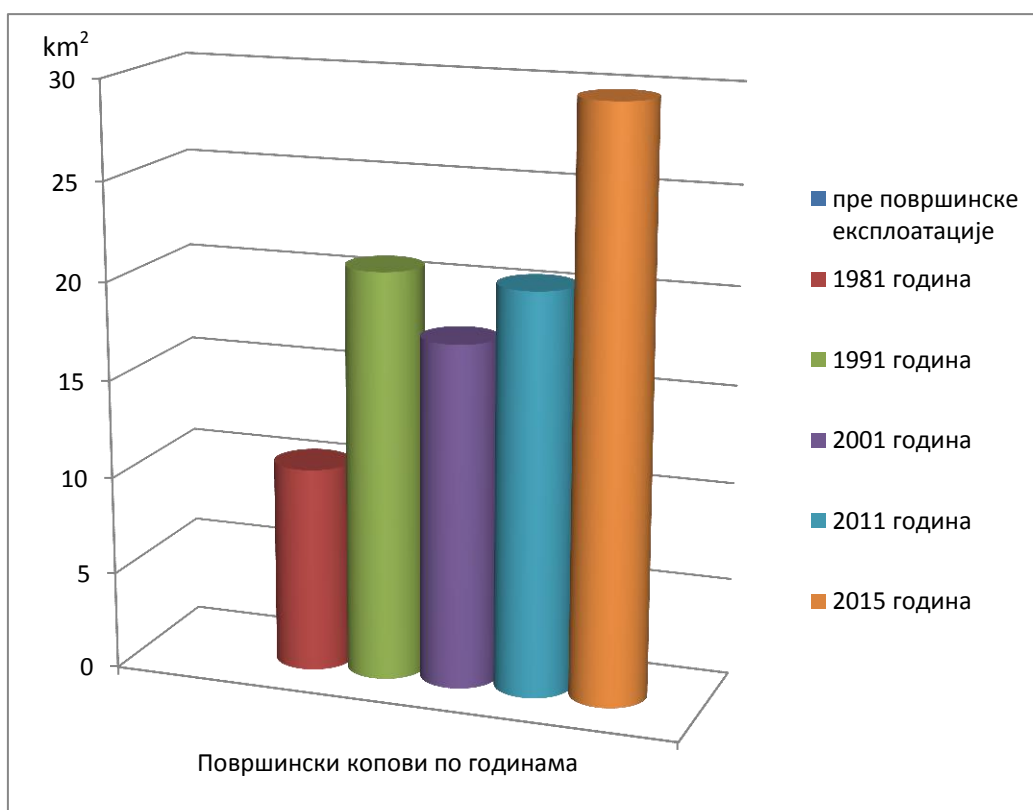


Сл. 55. Приказ површинских копова од 1981. до 2015. године (Аутор: Томић М., 2015)

(деталјан приказ је у прилозима од 57 до 61)

Карте површинских копова у ArcGIS-у су детаљно дате у прилозима докторске дисертације (прилози од 57. до 61.).

На слици 55., где су приказане промене развоја површинских копова од пре површинске експлоатације до 2015. године, види се јасна динамика промена, ширење површинских копова и њихово доминирање анализираним простором на свим обрађиваним снимцима од 1981. до 2015. године.

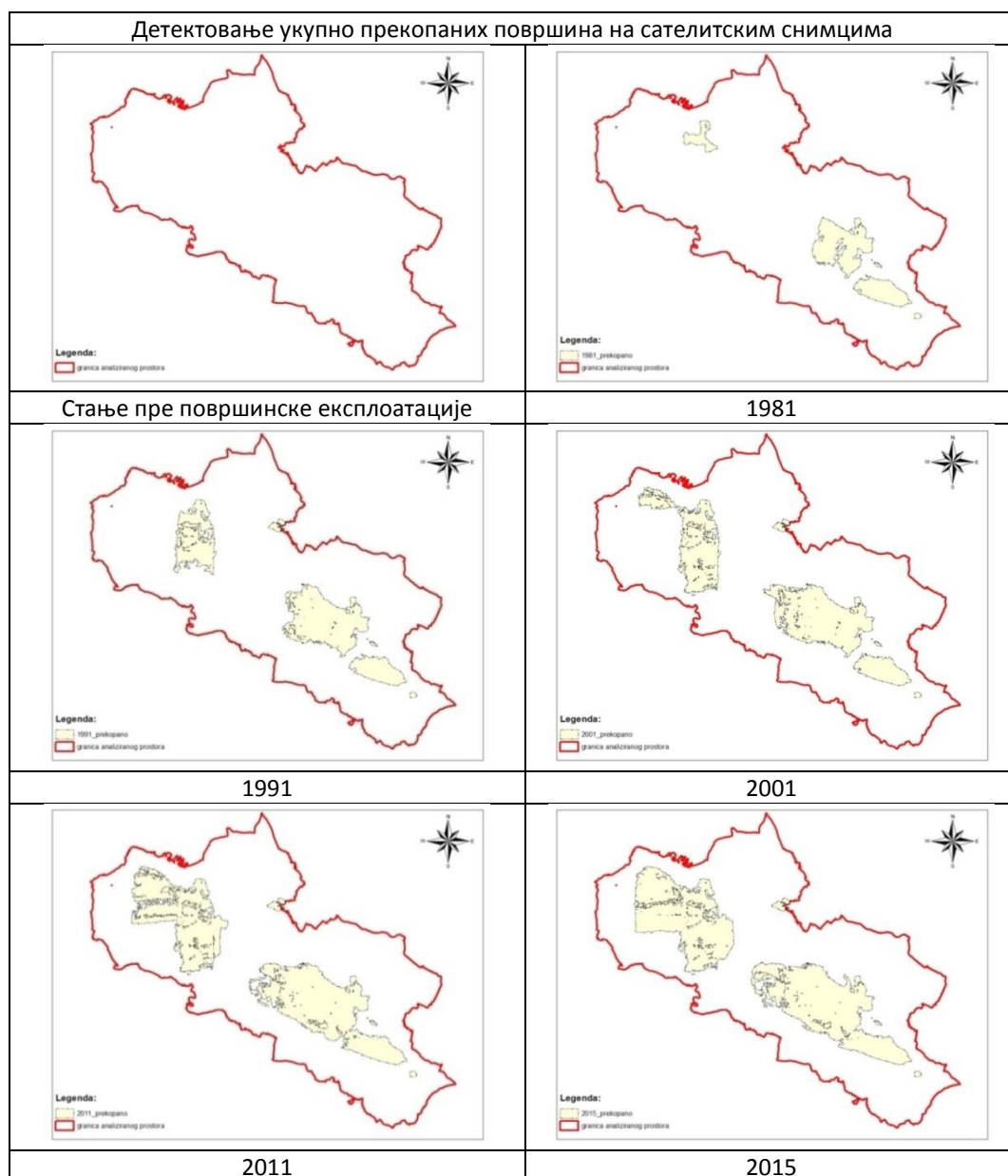


Граф. 18. Приказ стања површина под површинским коповима у km² од пре површинске експлоатације до 2015. године (Аутор: Томић М., 2015)

Табела 27. Приказ стања површина под коповима по годинама према укупној површини анализираниг простора

Површине под површинским коповима по годинама издвојене у ArcGIS-у		
период	Површине (km ²)	Процент (%) према укупној површини од 213,16 km ²
Пре површинске експлоатације	-	-%
1981.	10,520	4,935%
1991.	20,880	9,795%
2001.	17,600	8,257%
2011.	20,530	9,631%
2015.	29,780	13,971%

Слика 18. и табела 27., приказују стања површина под површинским коповима у km^2 од пре површинске експлоатације до 2015. године, где су на обрађеним сателитским снимцима издвојене огољене површине под активном експлоатацијом јаловине и угља.



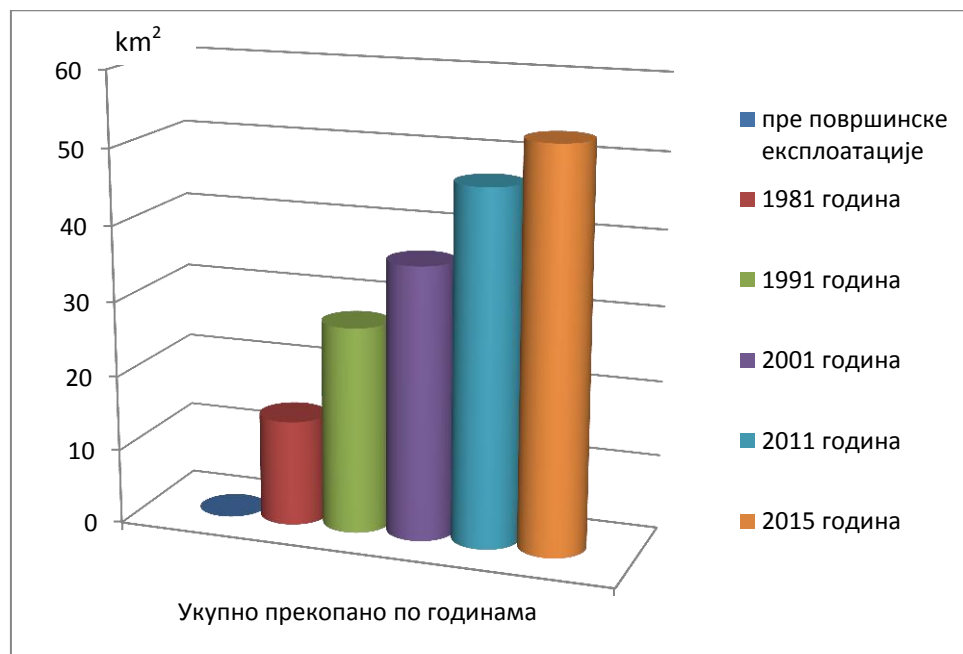
Сл. 56. Приказ укупно прекопаних површина од пре површинске експлоатације до 2015. године

(Аутор: Томић М., 2015)

(детаљан приказ је у прилозима од 62 до 66)

Карте укупно прекопаних површина у ArcGIS-у су детаљно дате у прилозима докторске дисертације (прилози од 62. до 66.).

На слици 56., приказане су укупно прекопане површине од пре површинске експлоатације до 2015. године. Ови снимци су настали преклапањем обрађених сателитских снимака од 1981. до 2015. године.



Граф. 19. Приказ стања укупно прекопаних површина површинским коповима у km² од пре површинске експлоатације до 2015. године (Аутор: Томић М., 2015)

Табела 28. Приказ стања укупно прекопаних површина по годинама према укупној површини анализираног простора

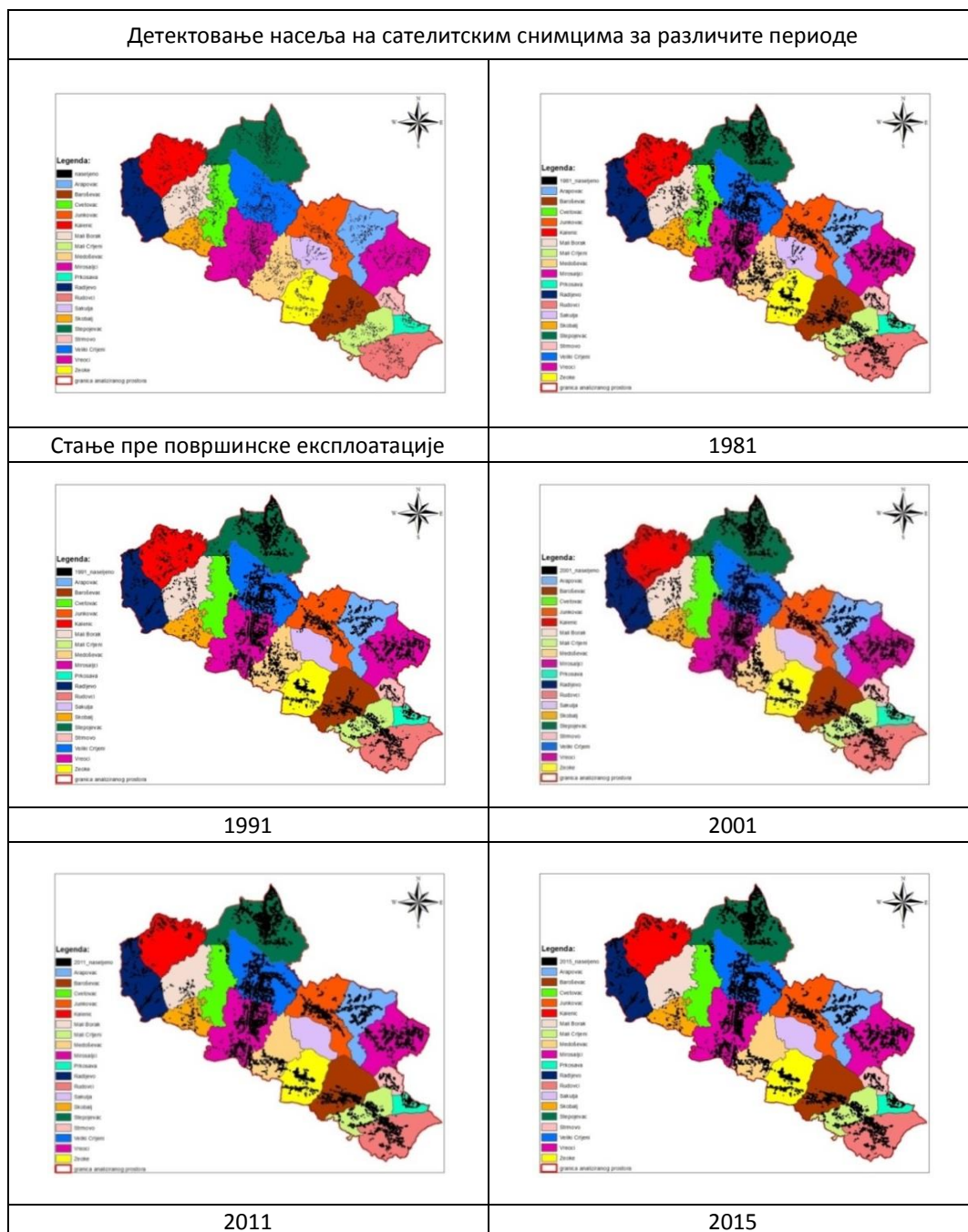
Укупно прекопане површине по годинама издвојене у ArcGIS-у		
период	Површине (km ²)	Процент (%) према укупној површини од 213,16 km ²
Пре површинске експлоатације	-	-%
1981.	14,120	6,624%
1991.	27,600	12,948%
2001.	36,420	17,086%
2011.	47,050	22,073%
2015.	53	24,864%

На графикону 19. и табели 28., приказано је стање укупно прекопаних површина површинским коповима у km² од пре површинске експлоатације до

2015. године, где се јасно види ширење површинских копова по годинама. Разлика у приказаним вредностима у односу на слику 55., која приказује стање површина под површинским коповима је у томе што ова слика приказује укупно прекопане површине, које су на касније обрађиваним снимцима, већ или пошумљене или обрасле самониклом шумом и ниском вегетацијом.

3.4. Анализа антропогених утицаја на природне ресурсе у зони Рударског басена Колубара даљинском детекцијом

Карте насељености простора у зони утицаја РБ Колубара у ArcGIS-у су детаљно дате у прилозима докторске дисертације (прилози од 67. до 72.).

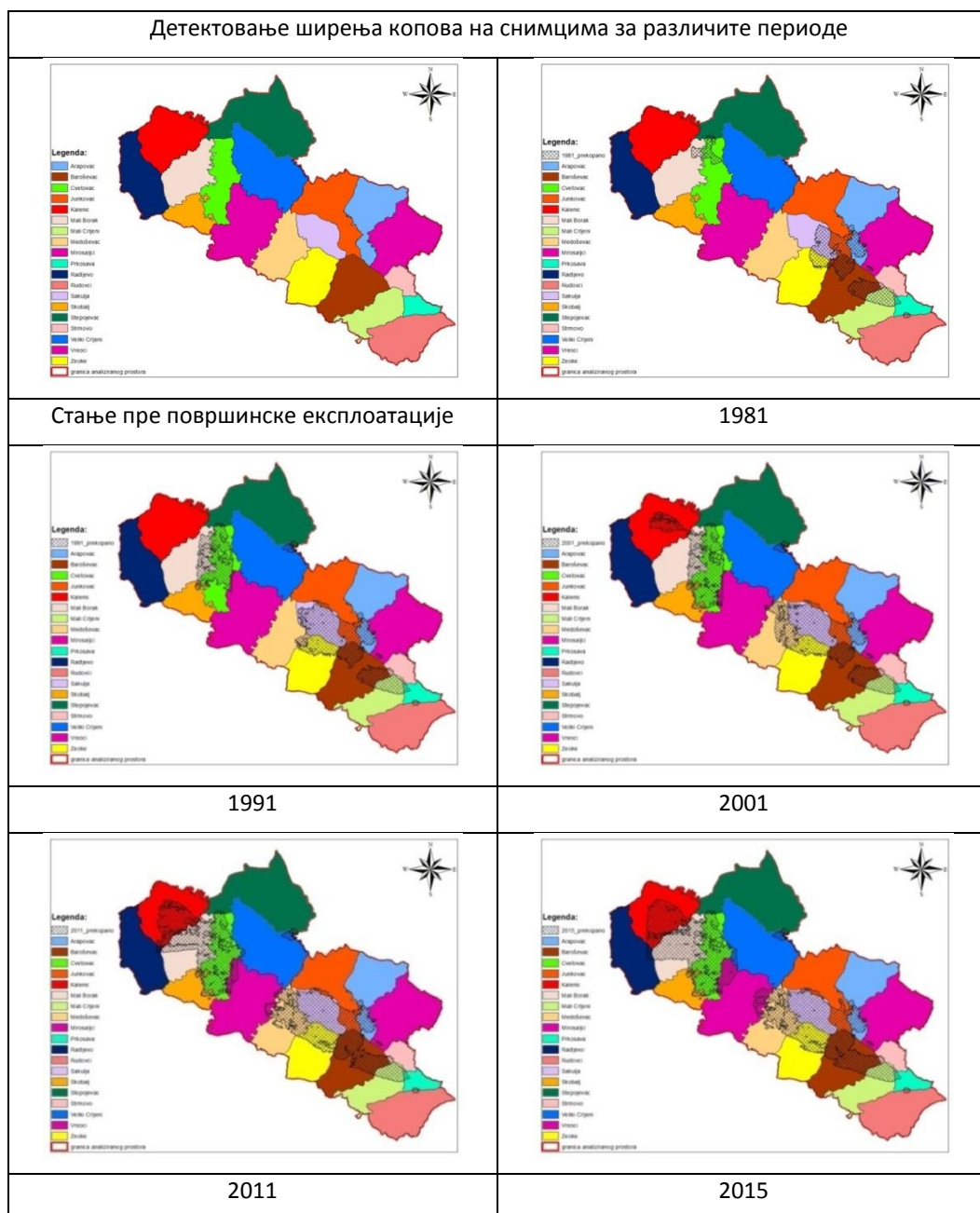


Сл. 57. Приказ насељености простора по насељима од пре површинске експлоатације до 2015.

године (Аутор: Томић М., 2015)

(детаљан приказ је у прилозима од 67 до 72)

Слика 57., приказује насељеност простора по насељима од пре површинске експлоатације до 2015. године.



Сл. 58. Приказ ширења копова по насељима од пре површинске експлоатације до 2015. године

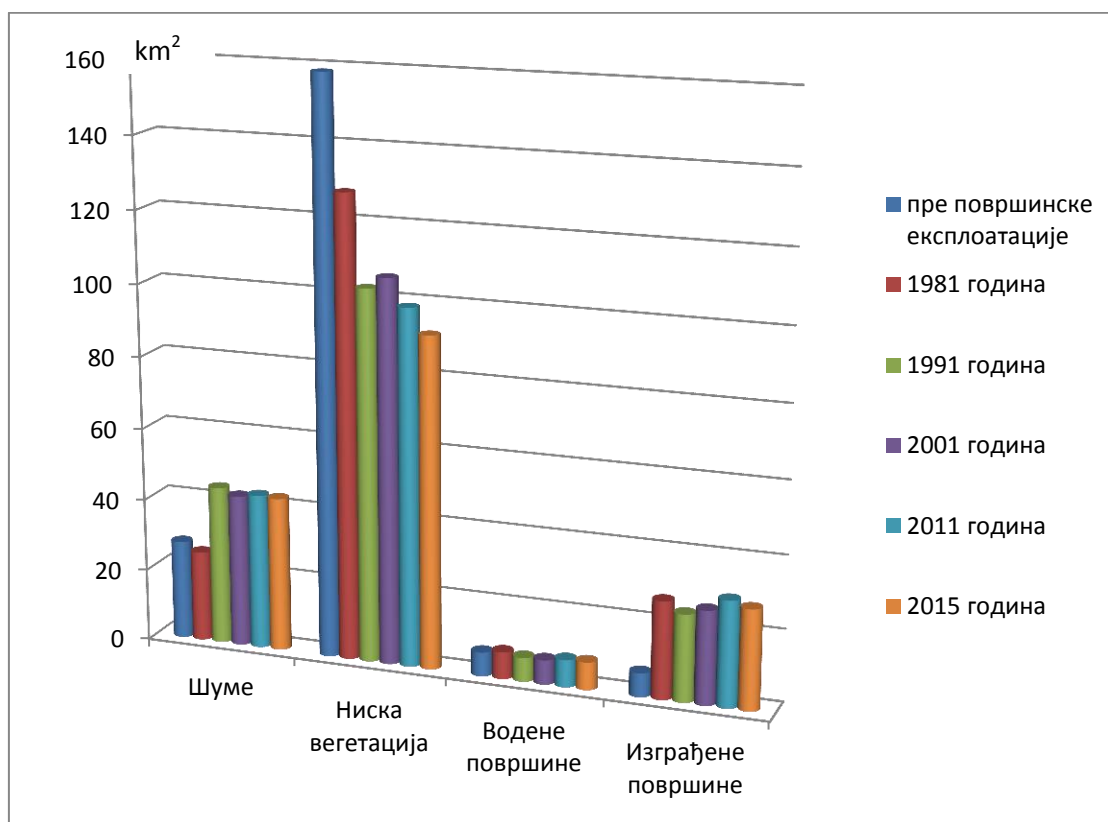
(Аутор: Томић М., 2015)

(деталјан приказ је у прилозима од 73 до 77)

Карте ширења копова у ArcGIS-у су детаљно дате у прилозима докторске дисертације (прилози од 73. до 77.).

Слика 58., приказује ширења копова по насељима од пре површинске експлоатације до 2015. године. До 2015. године катастарске парцеле свих насеља анализираног простора су потпуно или делимично захваћене рударским радовима површинске експлоатације.

3.4.1. Анализа утицаја насеља на природне ресурсе

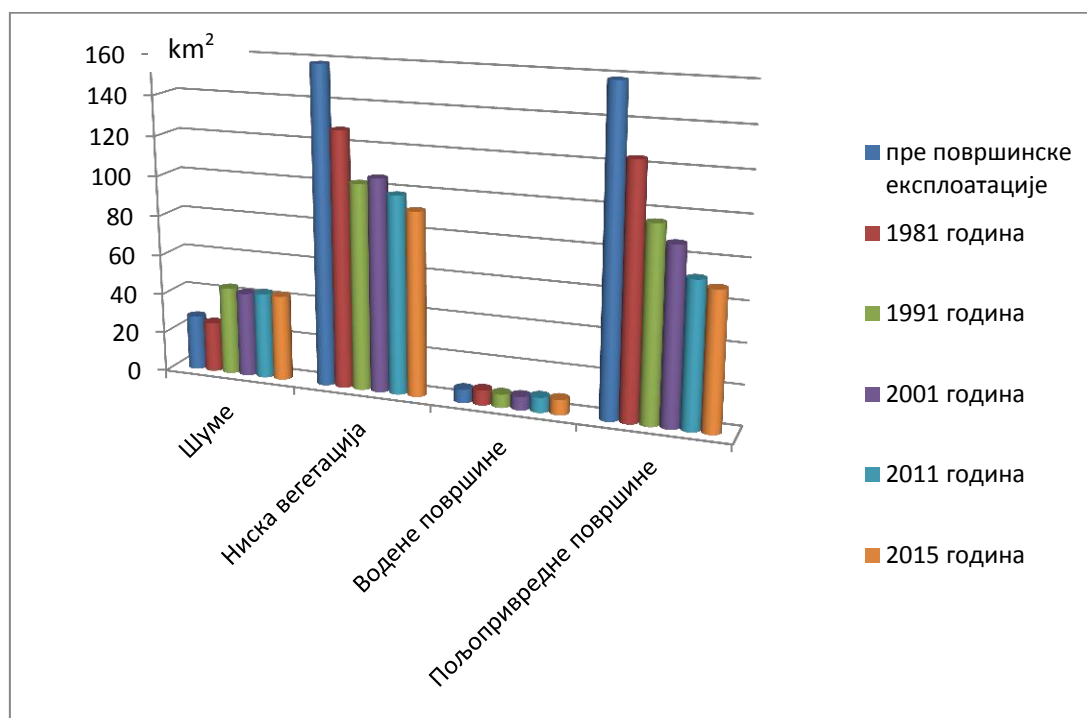


Граф. 20. Приказ односа изграђених површина и природних ресурса од пре површинске експлоатације до 2015. године (Аутор: Томић М., 2015)

Графикон 20., приказује однос изграђених површина према природним ресурсима од пре површинске експлоатације до 2015. године. Анализом свих обрађиваних сателитских снимака од 1981. до 2015. године запажа се одређен тренд насељености одређених површина анализираног простора, без већих одступања. Као и смањивања насељених површина на рачун ширења

површинских копова. Неоспоран је непосредан и/или посредан утицај насеља на природне ресурсе како у квантитативном, тако и квалитативном смислу на било ком месту на Земљи, али се на анализираном простору не може узети као доминантан фактор квантитативних утицаја на анализиране природне ресурсе.

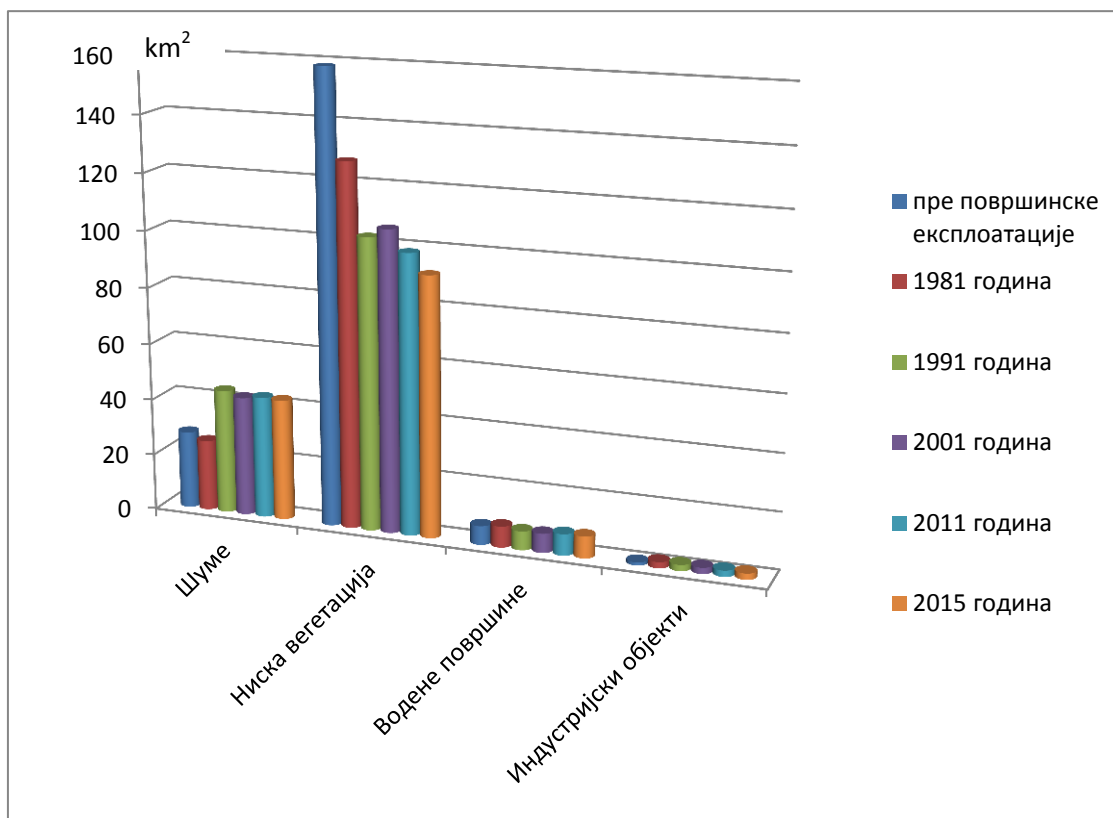
3.4.2. Анализа утицаја пољопривредних делатности на природне ресурсе



Графикон. 21. Приказ односа пољопривредних површина према природним ресурсима од пре површинске експлоатације до 2015. године (Аутор: Томић М., 2015)

Графикон 21., приказује однос пољопривредних површина према природним ресурсима од пре површинске експлоатације до 2015. године. Анализа обрађених сателитских снимака од 1981. до 2015. године показује смањивање пољопривредних површина на рачун ширења површинских копова, смањивање самоникле ниске вегетације и шума на површинама експлоатисаних поља површинских копова и пошумљаваних рекултивисаних површина.

3.4.3. Анализа утицаја индустријских објеката на природне ресурсе

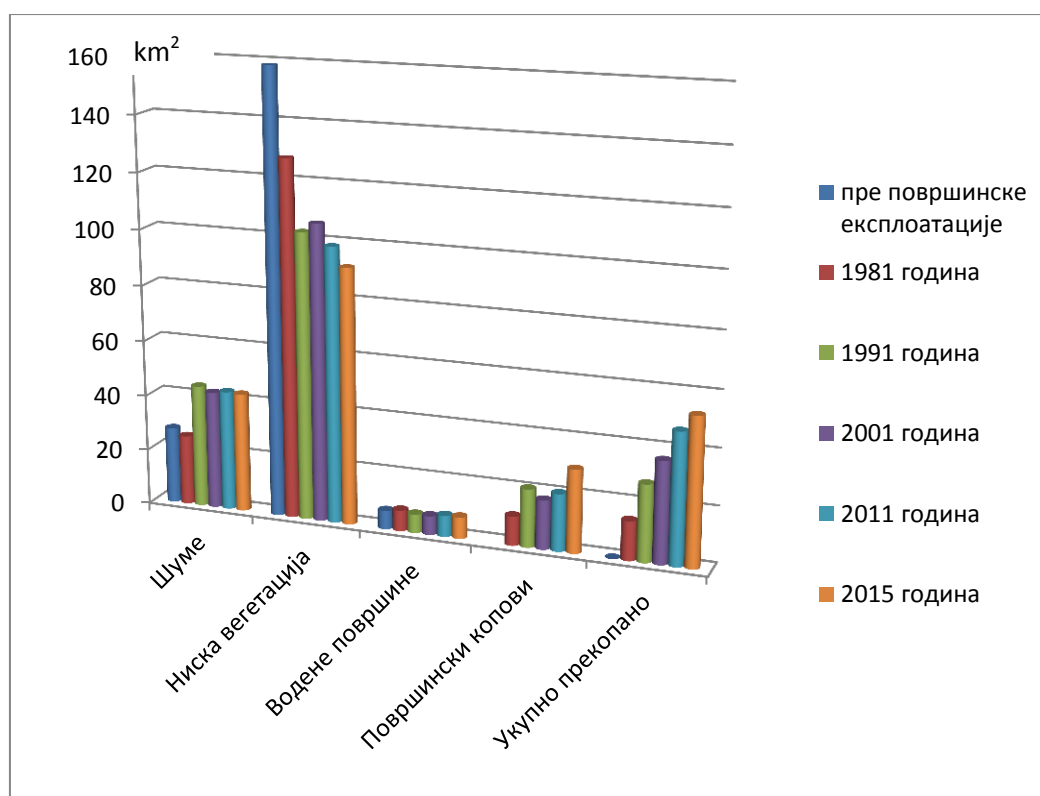


Граф. 22. Приказ односа индустријских површина према природним ресурсима од пре површинске експлоатације до 2015. године (Аутор: Томић М., 2015)

Графикон 22., приказује однос индустријских површина према природним ресурсима од пре површинске експлоатације до 2015. године. Већина индустријских објеката анализираних простора изграђивана је од 50-их година 20-ог века, упоредо са отварањем првих површинских копова. Термоелектрана „Колубара А“, у Великим Црљенима са пратећим објектима и погони за прераду и оплемењивање угља у Вреоцима су највећи индустријски објекти и највећи загађивачи животне средине анализираних простора. Током осамдесетих година су ови објекти дограђивани и изграђивани су мањи објекти индустријске инфраструктуре који су детектовани на свим обрађиваним снимцима

анализираног простора. Површине под индустријским објектима показују одређен континуитет са минималним повећањима површина у односу на анализирани простор.

3.4.4. Анализа утицаја површинске експлоатације угља на природне ресурсе



Граф. 23. Приказ односа површина под површинским коповима и укупно прекопаних површина према површинама природних ресурса од пре површинске експлоатације до 2015. године (Аутор: Томић М., 2015)

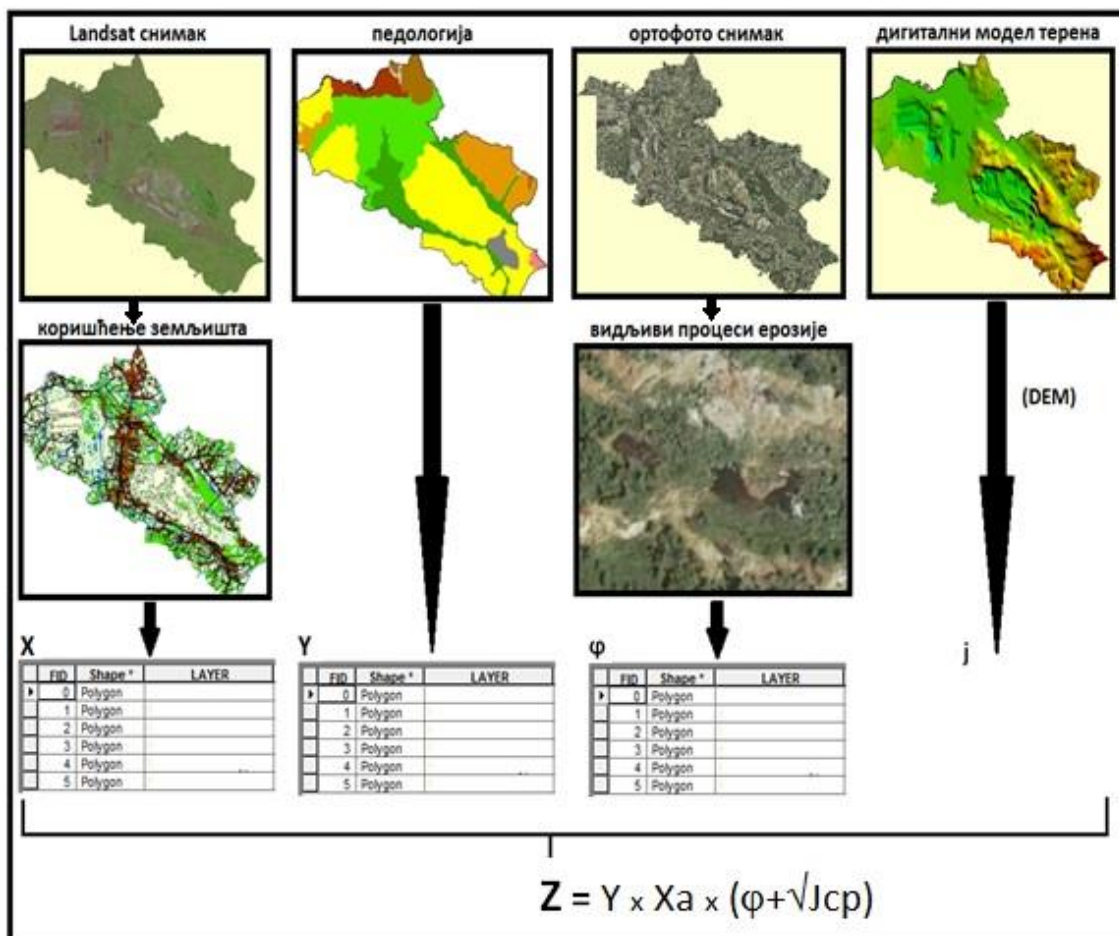
Графикон 23., приказује однос површина под површинским коповима и укупно прекопаних површина према површинама природних ресурса од пре површинске експлоатације до 2015. године. Динамика промена на свим обрађиваним снимцима од 1981. до 2015. године показује тренд ширења површинских копова и њихово доминирање анализираним простором. Узрочно последична веза прекопаних површина са површинама под шумом, се

манифестовала тако да је дошло до повећања шумских површина. Површине под ниском вегетацијом се смањују на свим анализираним снимцима. Детектоване промене хидрографске мреже су такође у директној вези са потребама ширења површинских копова.

3.5. Утврђивање ерозионог потенцијала истраживаног простора

Обрадом сателитских и ортофото снимака методама даљинске детекције и ГИС-а, утврђени су антропогени утицаји на природне ресурсе анализираниг простора. Евидентиране су промене коришћења земљишта за истраживани период од 1981. до 2015. године. Промене коришћења земљишта изазване интензивним рударским радовима површинске експлоатације угља, као и пољопривредне делатности, нарушавају стање шумских површина, педолошког покривача и хидрографских објеката. Такво стање може да доведе до интензивирања ерозионих процеса, и узрочно-последично да интензивира негативне антропогене утицаје на природне ресурсе. Развој интензивних ерозионих процеса и формирање брзог површинског отицаја (Ристић Р. и сар. 2015), као последица наведених активности које су довеле до потпуног уништавања површинског слоја земљишта, поремећаја његове природне стратификације и уклањања вегетације, додатно нарушавају постојеће стање.

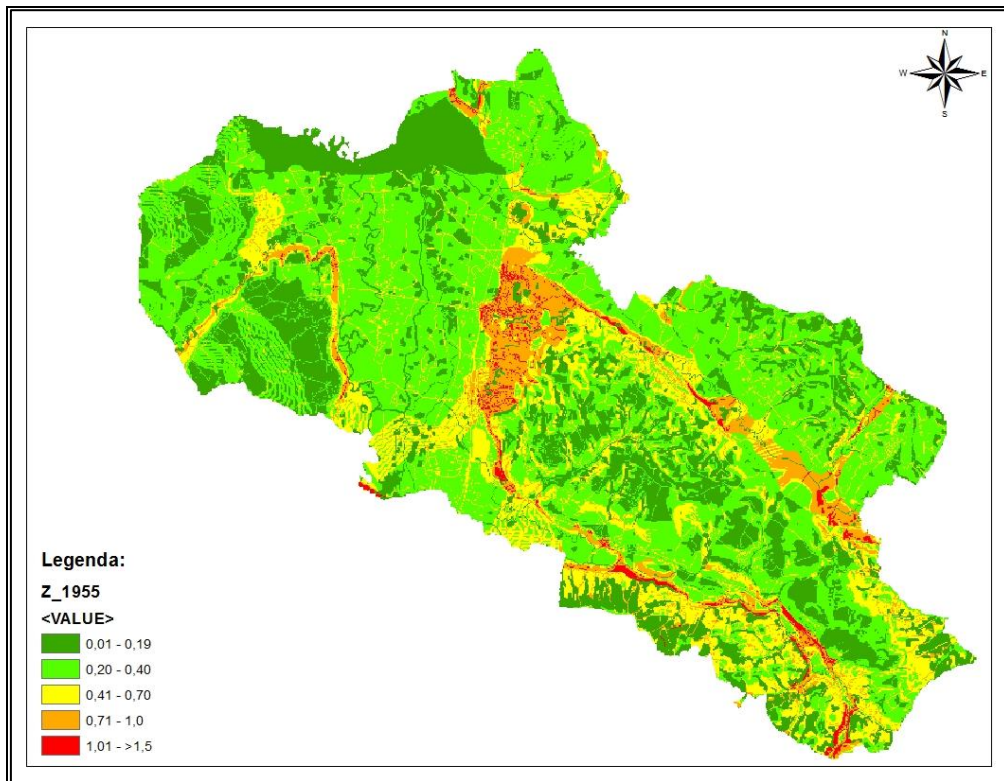
Данас постоји већи број метода за утврђивање интензитета водне ерозије, међутим у Србији је најчешће коришћен „метод потенцијала ерозије“, развијен на Институту за водопривреду „Јарослав Черни“ под руководством професора Гавриловића, који се показао као веома поуздан (Perović V., et al., 2013).



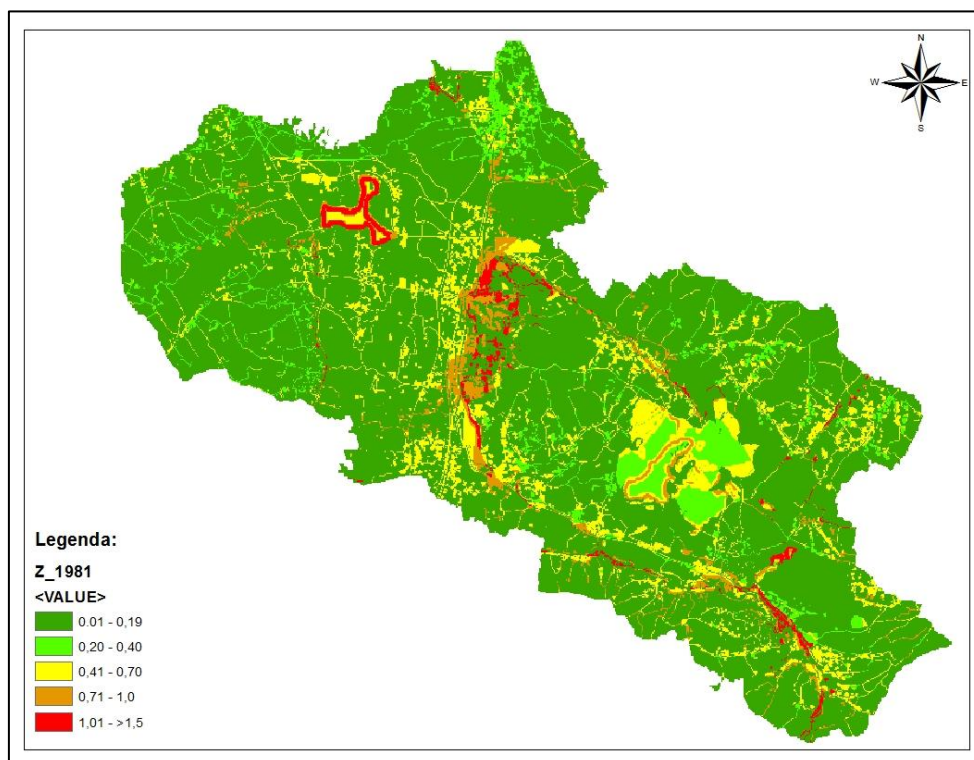
Сл. 59. Шематски приказ примене Метода потенцијала ерозије по Гавриловићу, на примеру анализираног простора (Аутор: Томић М., 2015)

Слика 59., представља шематски приказ примене Метода потенцијала ерозије по Гавриловићу, који је коришћен у дисертацији на примеру анализираног простора. Применом ове методе, дошло се до резултата који говоре да је посматрано подручје изложено ерозији, нарочито од 1981., када је отворен ПК Тамнава источно поље, а и када је проширен ПК поље Д, што је уочено на сателитском снимку. Овде је узет је у обзир период од пре експлоатације, са временским интервалом 1955. до 2015. године.

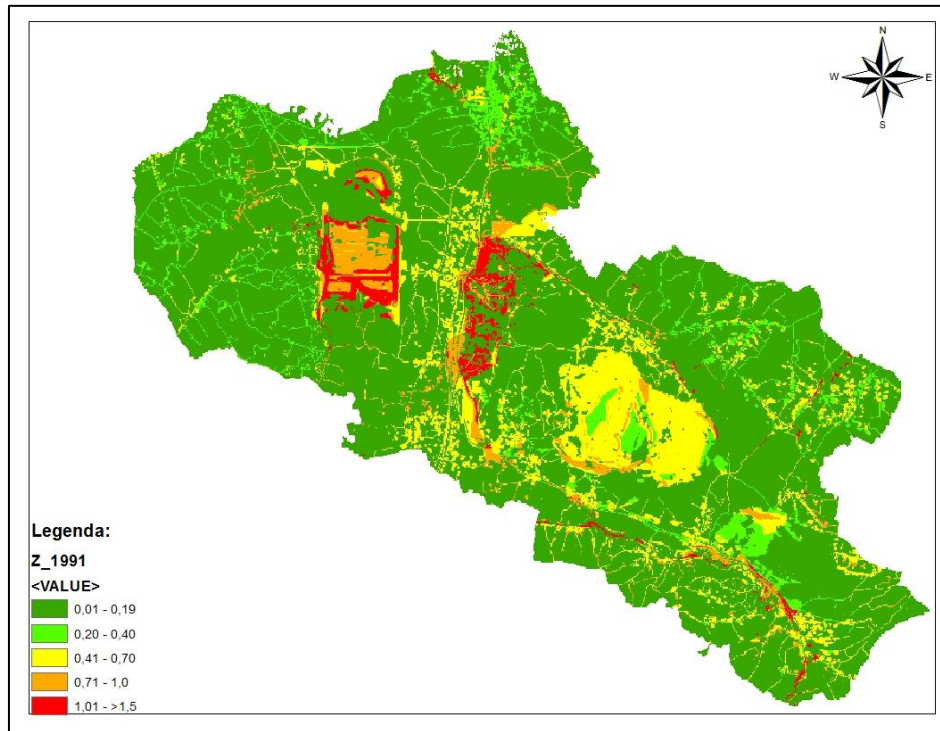
На сликама од 60. до 65., приказане су просторне целине РБ Колубара захваћене ерозијом, са израчунатим вредностима коефицијента ерозије за период од 1955. године до 2015. године.



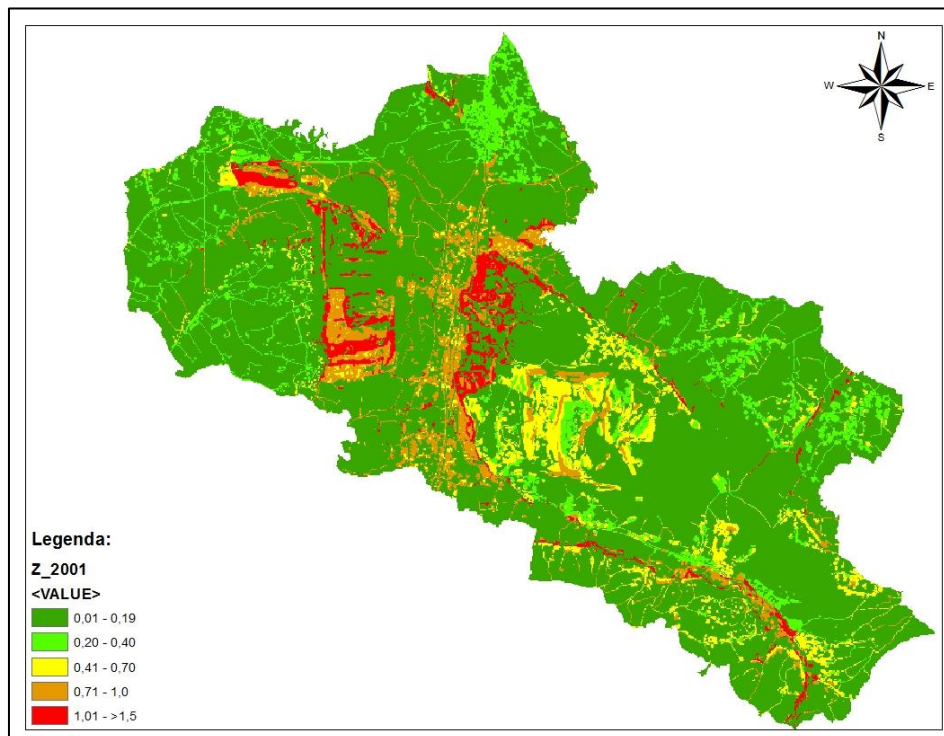
Сл. 60. Карта ерозије РБ Колубара - по методу Гавриловића, пре експлоатације (Аутор: М. Томић, 2015)



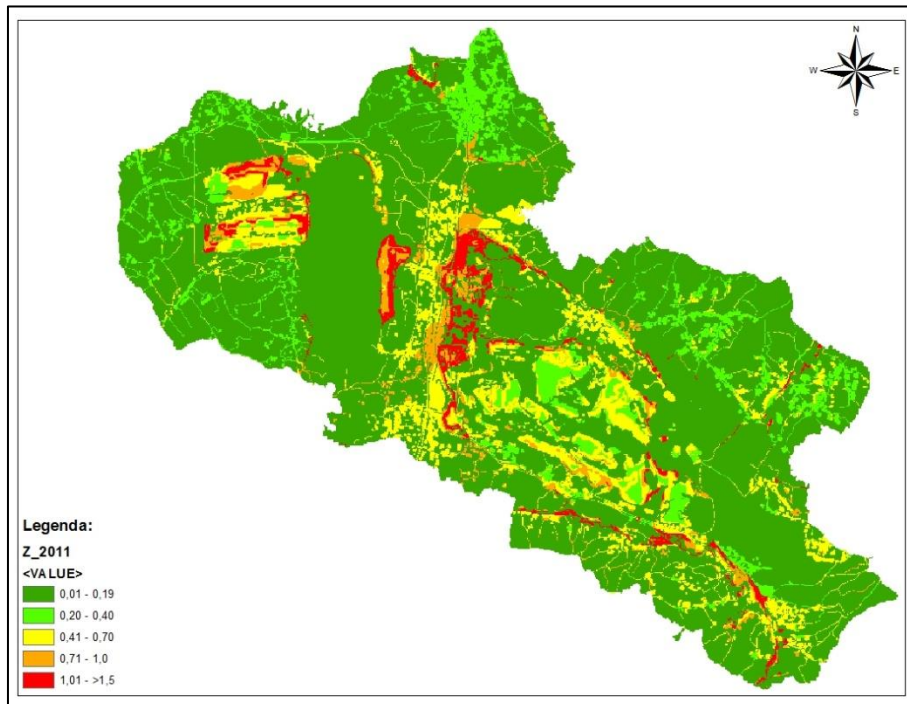
Сл. 61. Карта ерозије РБ Колубара - по методу Гавриловића, за 1981. годину (Аутор: М. Томић, 2015)



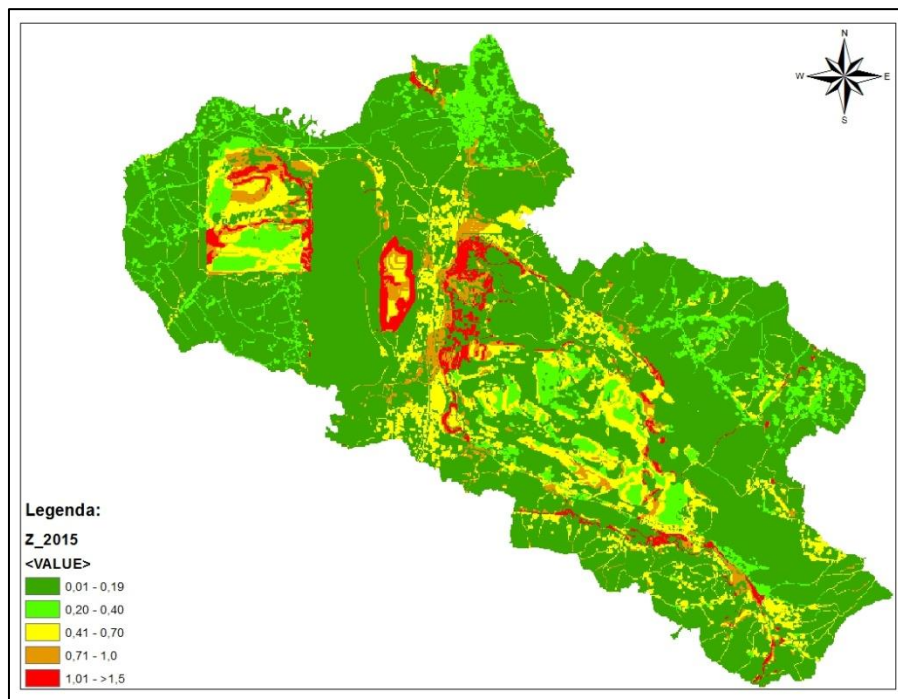
Сл. 62. Карта ерозије РБ Колубара - по методу Гавриловића, за 1991. годину (Аутор: М. Томић, 2015)



Сл. 63. Карта ерозије РБ Колубара - по методу Гавриловића, за 2001. годину (Аутор: М. Томић, 2015)



Сл. 64. Карта ерозије РБ Колубара - по методу Гавриловића, за 2011. годину (Аутор: М. Томић, 2015)



Сл. 65. Карта ерозије РБ Колубара - по методу Гавриловића, за 2015. годину (Аутор: М. Томић, 2015)

Просторне целине са вредностима коефицијента ерозије (**Z**) од 0,01 до 0,19 су ван непосредног обода површинских копова. Просторне целине са вредностима коефицијента ерозије од 0,20 до 0,40 су заступљене у источном делу басена у унутрашњости копова, а у Тамнавском делу, непосредно уз обод. Просторне целине са вредностима коефицијента ерозије од 0,41 до 0,70 су заступљене, како унутар копова, тако и у зонама насеља. Такође и просторне целине са вредностима коефицијента ерозије од 0,71 до 1,00 су заступљене, како унутар копова, тако и у зонама насеља. Последња издвојена просторна целина са вредностима коефицијента ерозије од 1,01 до преко 1,51 је специфична за саме копове. Површине под издвојеним вредностима коефицијента ерозије за РБ Колубара су дате у табелама од 29. до 34..

Табела 29. Просторне целине РБ Колубара са издвојеним вредностима коефицијента ерозије пре експлоатације

Коефицијент ерозије	Површина (km ²)	Процент (%)
0,01 до 0,19	28,52	13,38%
0,20 до 0,40	137,81	64,65 %
0,41 до 0,70	22,23	10,43
0,71 до 1,00	16,50	7,74
1,01 до > 1,51	8,10	3,80
УКУПНО	213,16	100

Аутор: М. Томић, 2015

Табела 30. Просторне целине РБ Колубара са издвојеним вредностима коефицијента ерозије, за 1981. годину

Коефицијент ерозије	Површина (km ²)	Процент (%)
0,01 до 0,19	153,773	72,14
0,20 до 0,40	15,41	7,23
0,41 до 0,70	24,31	11,40
0,71 до 1,00	10,91	5,12
1,01 до > 1,51	8,76	4,11
УКУПНО	213,16	100

Аутор: М. Томић, 2015

Табела 31. Просторне целине РБ Колубара са издвојеним вредностима коефицијента ерозије, за 1991. годину

Коефицијент ерозије	Површина (km ²)	Процент (%)
0,01 до 0,19	113,46	53,23
0,20 до 0,40	10,83	5,08
0,41 до 0,70	49,42	23,18
0,71 до 1,00	21,87	10,26
1,01 до > 1,51	17,58	8,25
УКУПНО	213,16	100

Аутор: М. Томић, 2015

Табела 32. Просторне целине РБ Колубара са издвојеним вредностима коефицијента ерозије, за 2001. годину

Коефицијент ерозије	Површина (km ²)	Процент (%)
0,01 до 0,19	122,61	57,52
0,20 до 0,40	16,12	7,56
0,41 до 0,70	25,41	11,92
0,71 до 1,00	25,64	12,03
1,01 до > 1,51	23,38	10,97
УКУПНО	213,16	100

Аутор: М. Томић, 2015

Табела 33. Просторне целине РБ Колубара са издвојеним вредностима коефицијента ерозије, за 2011. годину

Коефицијент ерозије	Површина (km ²)	Процент (%)
0,01 до 0,19	124,57	58,44
0,20 до 0,40	19,21	9,01
0,41 до 0,70	37,99	17,82
0,71 до 1,00	13,85	6,50
1,01 до > 1,51	17,54	8,23
УКУПНО	213,16	100

Аутор: М. Томић, 2015

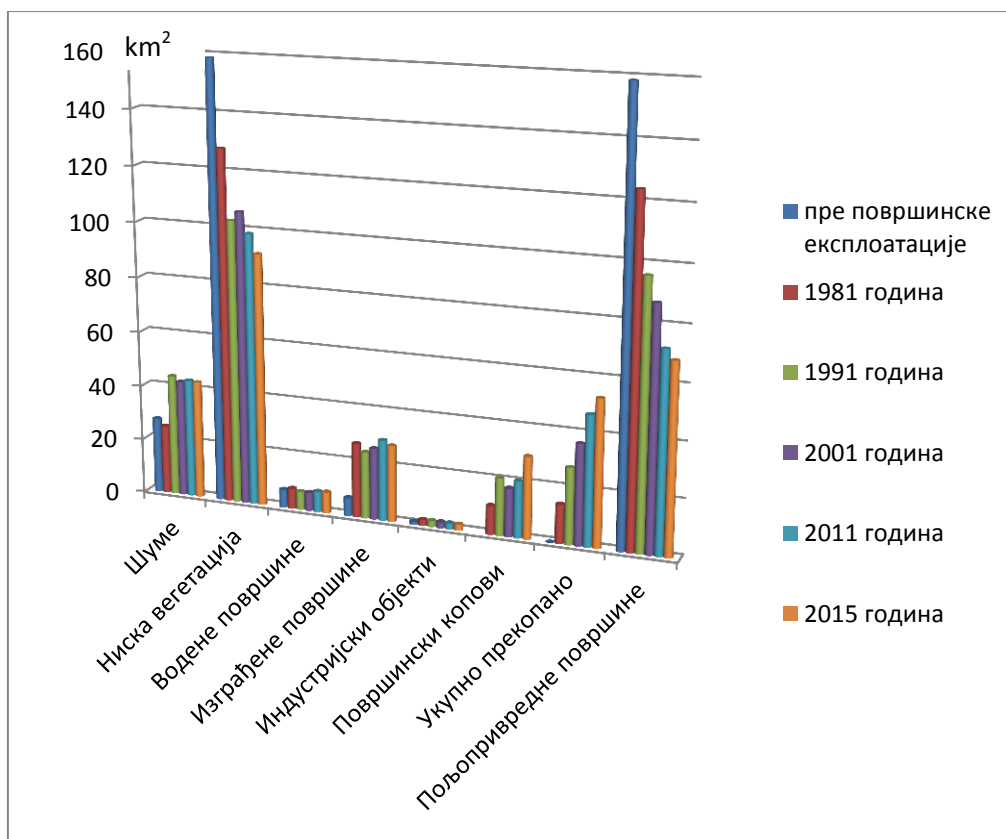
Табела 34. Просторне целине РБ Колубара са издвојеним вредностима коефицијента ерозије, за 2015- годину

Коефицијент ерозије	Површина (km ²)	Процент (%)
0,01 до 0,19	113,87	53,42
0,20 до 0,40	28,88	13,55
0,41 до 0,70	43,04	20,19
0,71 до 1,00	11,38	5,34
1,01 до > 1,51	15,99	7,50
УКУПНО	213,16	100

Аутор: М. Томић, 2015

3.6. Упоредни приказ стања природних ресурса у зони РБ Колубара даљинском детекцијом за период од пре површинске експлоатације до 2015. године

Графикон 24., приказује тренд промена коришћења анализираних простора од пре површинске експлоатације до 2015. године, где се јасно види утицај површинске експлоатације угља као доминантног фактора промена коришћења површина.



Граф. 24. Приказ тренда промена коришћења анализираних простора од пре површинске експлоатације до 2015. године у km^2 (Аутор: Томић М., 2015)

У табелама од 35. до 40., дат је приказ промена коришћења земљишта РБ Колубара од пре површинске експлоатације до 2015. године.

Табела 35. Приказ добијених резултата коришћења анализираног простора пре површинске експлоатације (Аутор: Томић М., 2015)

	Пре површинске експлоатације/ km ²	%
шума	27,51	12,906
копови	-	-
индустрија	1,11	0,521
насељено	6,65	3,120
вода	6,68	3,134
путеви	11,58	5,433
пруге	1,02	0,479
ниска вегетација	158,61	74,409
пољопривредно	158,61	74,409
укупно	213,16	100

Табела 36. Приказ добијених резултата тренда промене коришћења анализираног простора 1981. године (Аутор: Томић М., 2015)

	1981/ km ²	%
шума	25,11	11,780
копови	10,52	4,935
укупно прекопано	14,12	6,624
индустрија	2,17	1,018
насељено	27,06	12,695
вода	7,49	3,514
путеви	11,26	5,282
пруге	1,80	0,844
ниска вегетација	127,75	59,932
пољопривредно	124,15	58,243
укупно	213,16	100

Табела 37. Приказ добијених резултата тренда промене коришћења анализираног простора 1991. године (Аутор: Томић М., 2015)

	1991/ km ²	%
шума	44,13	20,703
копови	20,88	9,795
укупно прекопано	27,6	12,948
индустрија	2,17	1,018
насељено	24,21	11,358
вода	6,7	3,143
путеви	10,49	4,921
пруге	1,80	0,844
ниска вегетација	102,78	48,217
пољопривредно	96,06	45,065
укупно	213,16	100

Табела 38. Приказ добијених резултата тренда промене коришћења анализираног простора 2001. године (Аутор: Томић М., 2015)

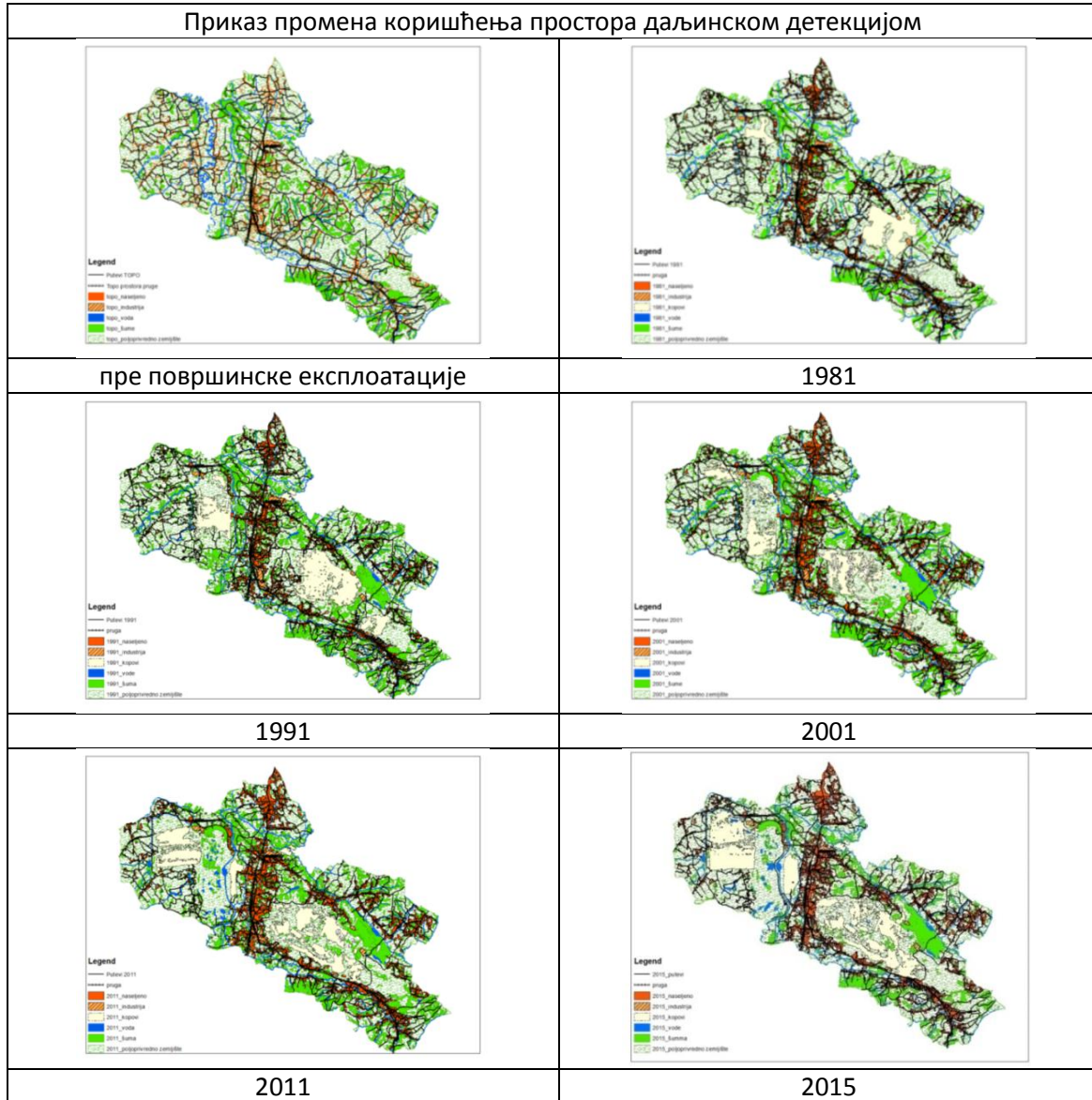
	2001/ km ²	%
шума	42,35	19,868
копови	17,6	8,257
укупно прекопано	36,42	17,086
индустрија	2,17	1,018
насељено	25,98	12,188
вода	6,8	3,190
путеви	10,40	4,879
пруге	1,80	0,844
ниска вегетација	106,06	49,756
пољопривредно	87,24	40,927
укупно	213,16	100

Табела 39. Приказ добијених резултата тренда промене коришћења анализираног простора 2011. године (Аутор: Томић М., 2015)

	2011/ km ²	%
шума	43,19	20,262
копови	20,53	9,631
укупно прекопано	47,05	22,073
индустрија	2,20	1,032
насељено	29,4	13,792
вода	7,6	3,565
путеви	9,78	4,588
пруге	1,80	0,844
ниска вегетација	98,66	46,284
пољопривредно	72,14	33,843
укупно	213,16	100

Табела 40. Приказ добијених резултата тренда промене коришћења анализираног простора 2015. године (Аутор: Томић М., 2015)

	2015/ km ²	%
шума	42,9	20,126
копови	29,78	13,971
укупно прекопано	53	24,864
индустрија	2,19	1,027
насељено	27,78	13,032
вода	7,72	3,622
путеви	9,22	4,325
пруге	1,80	0,844
ниска вегетација	91,77	43,052
пољопривредно	68,55	32,159
укупно	213,16	100



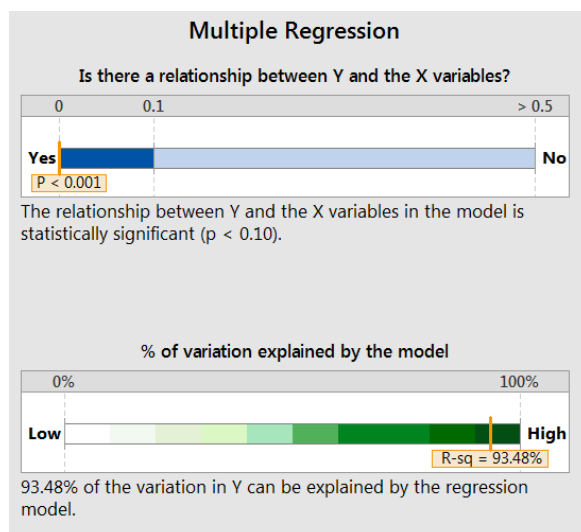
Сл. 66. Приказ промена коришћења простора од пре површинске експлоатације до 2015. године у софтверу ArcGIS (Аутор: Томић М., 2015)
(деталјан приказ је у прилозима од 78 до 83)

Карте промена коришћења простора у ArcGIS-у су детаљно дате у прилозима докторске дисертације (прилози од 78. до 83.).

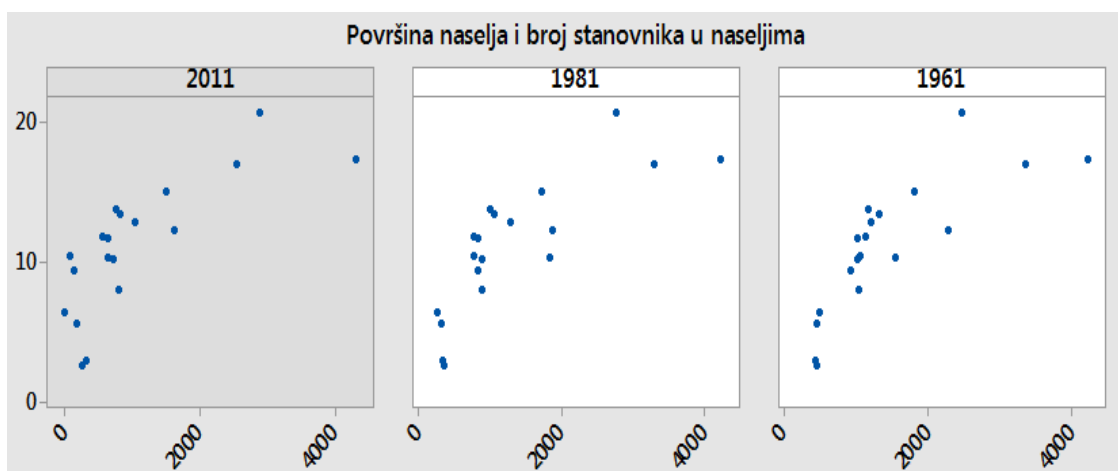
Слика 66., представља ГИС приказ промена коришћења простора од пре површинске експлоатације до 2015. године. Оваква обрада, приказ и визуелизација добијених података су веома практични за даљу анализу и истраживање простора.

3.7 Резултати вишеструке (multiple), линеарне регресије

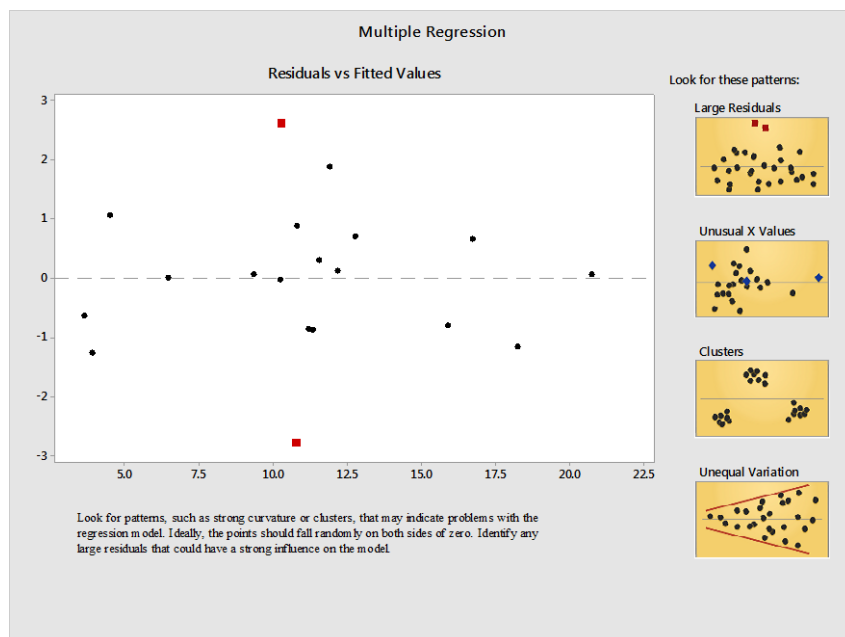
Вредности вишеструке (multipli), линеарне регресије између површине насељених места и броја становника у насељима у пресецима 1961., 1981., и 2011. године износи 93,48 % и приказане су на графиконима од 25., до 28. Вредност сигнификантности је веома значајан и износи 0,001 на основу чега се може закључити да су вредности резултата и учесталост дистрибуција на задовољавајућем нивоу.



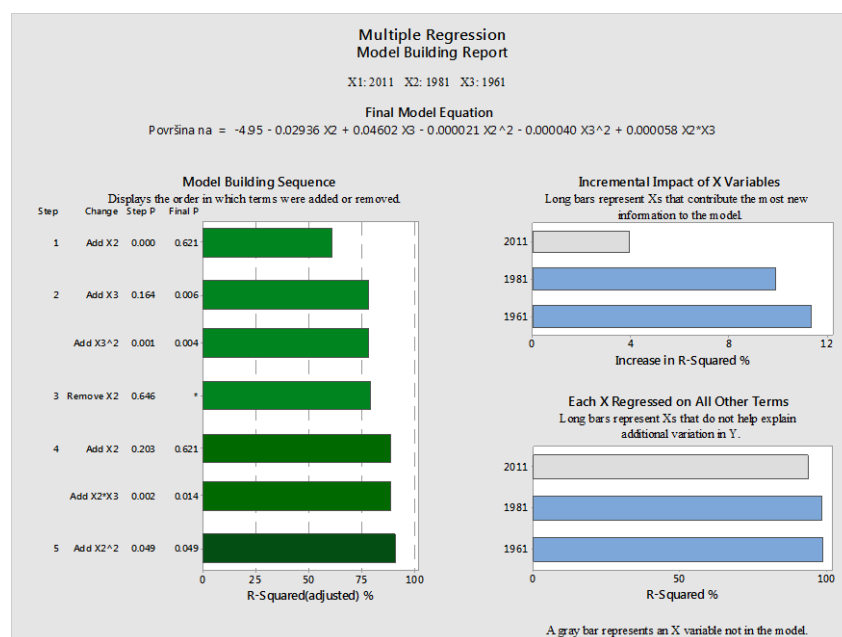
Граф. 25. Резултати X и Y варијабли



Граф. 26. Површина насеља и број становника у насељима



Граф. 27. Приказ задатих вредности



Граф. 28. Коначни резултат вишеструке, линеарне регресије

Вишеструка (multipli), линеарна регресије је урађена и за површине под површинским коповима, и површине укупно прекопаног земљишта површинским коповима (први корак).

Затим су додати и предиктори: површине под индустријским објектима, изграђене површине (насељено), површине под путевима, површине под пољопривредним земљиштем, број становника и број домаћинстава (други корак).

R^2 указује на то за колико варијабилности у исходу су одговорни одређени предиктори. У првом моделу (где су као предиктори узете само површине под површинским коповима и површине укупно прекопаног земљишта површинским коповима), $R^2 = .948$, за први модел, што значи да утицај ова два предиктора износи 94.8% варијабилности у исходу.

Табела 41. Резултати утицаја индустрије на површине под шумама према ANOVA

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	234.713	2	117.356	9.067	.229 ^b
	Residual	12.943	1	12.943		
	Total	247.656	3			
2	Regression	247.656	3	82.552		.000 ^c
	Residual	.000	0			
	Total	247.656	3			

a. Dependent Variable: suma
 b. Predictors: (Constant), ukupno_prekopano, kopovi
 c. Predictors: (Constant), ukupno_prekopano, kopovi, industrija

У другом моделу, једини предиктор који остаје као онај који доприноси исходу је индустрија. У другом моделу $R^2 = 1.00$, што значи, да када се дода и површина под индустријским објектима као предиктор, 100% варијабилности у исходу је на неки начин узроковано предикторима. То указује да када се дода и површина под индустријским објектима као предиктор, вредност је повећана и овај други модел са површином под индустријским објектима као предиктором, има већи утицај на исход. ANOVA (табела. 41.) указује на то, да и ако изгледа да површина под индустријским објектима повећава утицај на исход, да овај утицај није значајан ($F = 9.607$, $p = .229$).

Када се погледају корелације, види се да су површине под коповима у значајној позитивној корелацији са површинама под шумама. Пирсонов тест (таб. 42.) за корелацију потврђује следеће, са вредностима: $r = .971$, $p = .015$.

Табела 42. Корелација посматраних елемената геопростора

Correlations										
		suma	kopovi	ukupno_prekopano	industrija	naseljeno	putevi	poljoprivredno_zemljiste	broj_stanovnika	broj_domacinstava
Pearson Correlation	suma	1.000	.971	.797	.330	-.151	-.845	-.875	-.695	-.332
	kopovi	.971	1.000	.774	.437	-.091	-.862	-.857	-.729	-.475
	ukupno_prekopano	.797	.774	1.000	.753	.461	-.980	-.989	-.967	-.686
	industrija	.330	.437	.753	1.000	.841	-.772	-.694	-.891	-.982
	naseljeno	-.151	-.091	.461	.841	1.000	-.399	-.339	-.603	-.766
	putevi	-.845	-.862	-.980	-.772	-.399	1.000	.989	.972	.741
	poljoprivredno_zemljiste	-.875	-.857	-.989	-.694	-.339	.989	1.000	.945	.645
	broj_stanovnika	-.695	-.729	-.967	-.891	-.603	.972	.945	1.000	.848
	broj_domacinstava	-.332	-.475	-.686	-.982	-.766	.741	.645	.848	1.000
	Sig. (1-tailed)	suma	.	.015	.102	.335	.425	.077	.063	.152	.334
kopovi		.015	.	.113	.282	.455	.069	.072	.136	.263
ukupno_prekopano		.102	.113	.	.123	.269	.010	.005	.016	.157
industrija		.335	.282	.123	.	.080	.114	.153	.054	.009
naseljeno		.425	.455	.269	.080	.	.301	.330	.198	.117
putevi		.077	.069	.010	.114	.301	.	.005	.014	.129
poljoprivredno_zemljiste		.063	.072	.005	.153	.330	.005	.	.028	.178
broj_stanovnika		.152	.136	.016	.054	.198	.014	.028	.	.076
broj_domacinstava		.334	.263	.157	.009	.117	.129	.178	.076	.
N		suma	4	4	4	4	4	4	4	4
	kopovi	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	ukupno_prekopano	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	industrija	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	naseljeno	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	putevi	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	poljoprivredno_zemljiste	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	broj_stanovnika	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	broj_domacinstava	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Површине под путевима ($r = -.845$, $p = .077$), и површине под пољопривредним земљиштем ($r = -.875$, $p = .063$), показују негативну корелацију која Пирсоновим тестом није потврђена као значајна.

Табела 43. Искључене варијабле

Excluded Variables ^a								
Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics		
						Tolerance	VIF	Minimum Tolerance
1	industrija	-.371 ^b	.	.	-1.000	.379	2.639	.187
	naseljeno	-.427 ^b	.	.	-1.000	.286	3.492	.116
	putevi	1.974 ^b	.	.	1.000	.013	74.559	.013
	poljoprivredno_zemljiste	-7.839 ^b	.	.	-1.000	.001	1175.658	.001
	broj_stanovnika	.907 ^b	.	.	1.000	.064	15.729	.054
	broj_domacinstava	.317 ^b	.	.	1.000	.522	1.917	.270
2	naseljeno	.	.	.	.	.000	.	.000
	putevi	.	.	.	.	.000	.	.000
	poljoprivredno_zemljiste	.	.	.	.	.000	.	.000
	broj_stanovnika	.	.	.	.	.000	.	.000
	broj_domacinstava	.	.	.	.	.000	.	.000

Искључене варијабле су дате на табели 43.

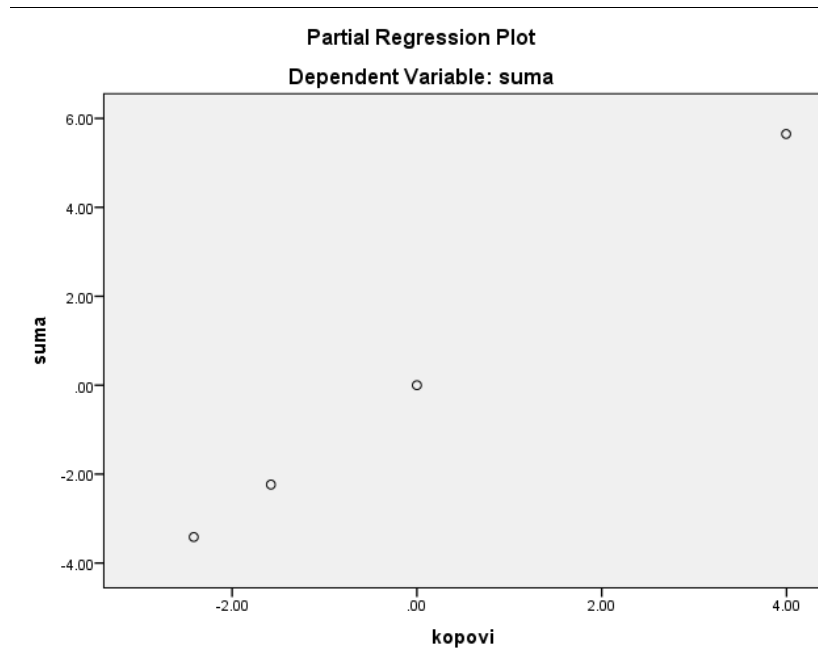
На табели 44., су приказани коефицијенти вишеструке, линеарне регресије и то за копове и укупно прекопано и за копове, укупно прекопано и индустрију.

Табела 44. Добијени коефицијенти вишеструке, линеарне регресије

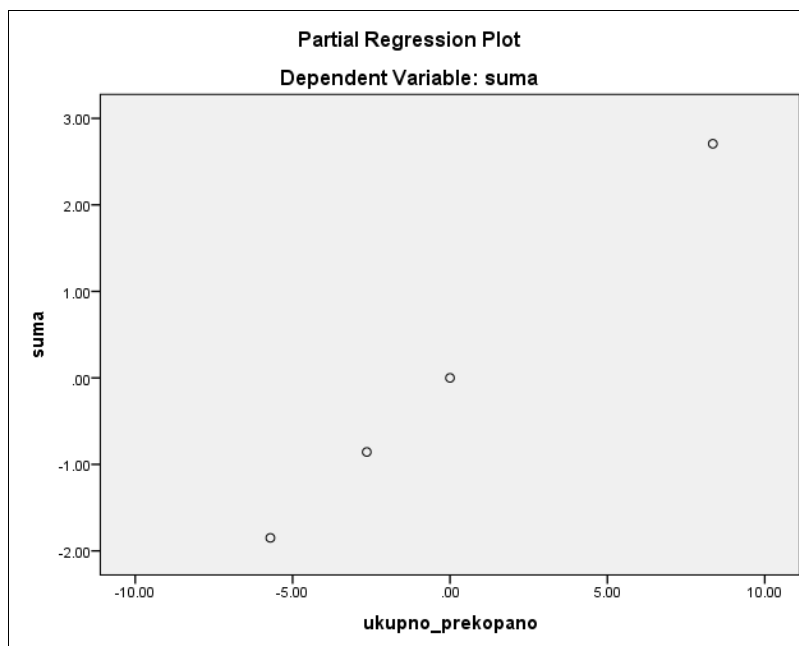
Model		Coefficients ^a																				
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics										
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF									
1	(Constant)	7.353	7.938		.926	.524																
	kopovi	1.671	.683	.884	2.447	.247	-7.008	10.351	.971	.926	.559	.400	2.498									
	ukupno_prekopano	.073	.235	.112	.311	.808	-2.919	3.065	.797	.297	.071	.400	2.498									
2	(Constant)	493.820	.000		.	.	493.820	493.820														
	kopovi	1.414	.000	.748	.	.	1.414	1.414	.971	1.000	.443	.351	2.852									
	ukupno_prekopano	.324	.000	.497	.	.	.324	.324	.797	1.000	.215	.187	5.335									
	industrija	-224.960	.000	-.371	.	.	-224.960	-224.960	.330	-1.000	-.229	.379	2.639									

a. Dependent Variable: suma

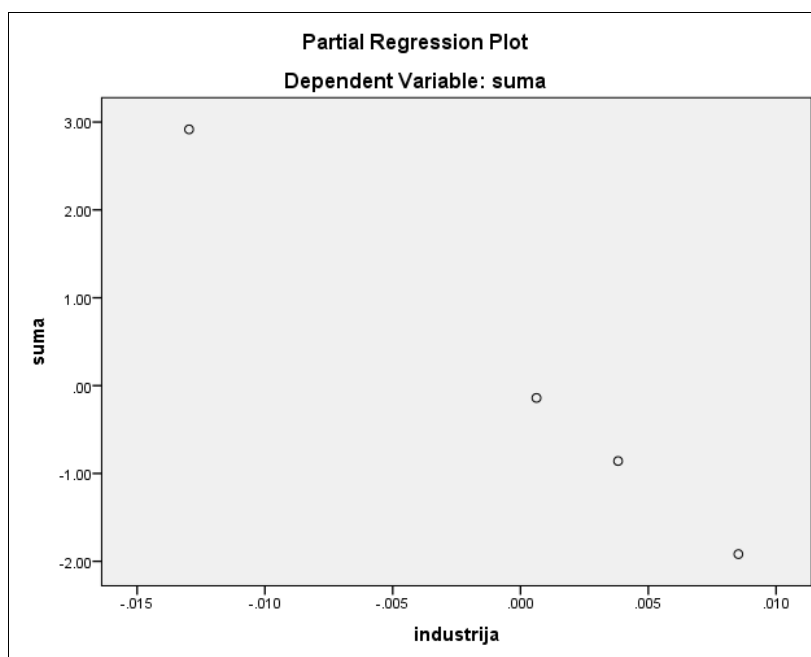
Даље, од графикана 29., до графикана 31., приказани су резултати вишеструке регресије за копове, укупно прекопано и индустрију.



Граф. 29. Однос *шуме – копови*



Граф. 30. Однос *шуме* – *укупно прекопано*



Граф. 31. Однос *шуме* – *индустрија*

Из овога се може закључити да највећи и значајан утицај на исход, имају површине под површинским коповима и површине укупно прекопаног земљишта површинским коповима.

4. ДИСКУСИЈА

Земљишни ресурс у рударским басенима се заузима, модификује и на тај начин настају антропогени комплекси; запажено је деградирање, висок је степен загађености вода, ваздуха, земљишта, вегетација се систематски уништава, нарушава се пејзаж и сл. Зато је важно уочити предности које доноси даљинска детекција у области заштите простора, као што су комбиновање и спајање снимака са појединачних канала одређеног дела спектра, коришћење лажног колора, детектовање природних и антропогених катастрофа и сл. (Zeiler M., 1999). Резултати анализе снимака су подаци о квалитету и квантитету објеката, појава и процеса на површини Земље.

Предмет истраживања су природни и антропогени елементи геопростора РБ Колубара, а у контексту истраживања, прилагођен је циљу, односно утврђивању антропопресије геопростора Колубарског басена у зони утицаја РБ Колубара путем даљинске детекције. Тежиште истраживања стављено је на природне и антропогене карактеристике посматраног подручја у зони утицаја поменутог басена.

Пред докторску дисертацију су били постављени циљеви и задаци које карактерише каузалност и прожимање, а дефинисани су теоријско-методолошком концептом, изложени анализи и синтези, научно провереним методологијама, тако да је остварен рационалан приступ истраживању елемената геопростора РБ Колубара. Нагласак је стављен на детаљну анализу спектралних карактеристика даљинских снимака. Резултати су указивали да постоји правило (Shrestha P. D., 1994), по коме се јављају одређене нијансе боја за неизмењено стање елемената геопростора РБ Колубара, као и правило јављања спектралних

варијетета код загађених природних елемената геопростора РБ Колубара. Из наведеног произашли су најважнији циљеви рада, као што су утврђивање измењеног стања елемената геопростора РБ Колубара. Остали циљеви који су били у функцији главног циља, односили су се на јасно утврђивање спектралне скале за сваки елемент простора посебно, како за реално стање тако и за измењено стање геопростора РБ Колубара.

Задаци истраживања, постављени пред истраживача су били у директној вези са предметом истраживања. Обрађени задаци су се односили на стварање што боље методологије која ће обезбедити тачне, сигурне и проверљиве резултате, анализу свих елемената и фактора геопростора РБ Колубара даљинском детекцијом, утврђивање измењености фактора и елемената средине, утврђивање степена антропопресије на природне елементе басена. Задаци су били и дигитално картирање елемената геопростора РБ Колубара и повезивање добијених резултата у ГИС и њихова презентација. Задаци истраживања су базирани на анализи сателитских и аерофото снимака (различити временски периоди - 1981. и 2011. година), и теренској провери добијених резултата. Провера на терену, подразумевала је да се методом случајног узорка са даљинских снимака за посматрано подручје узима више тачака, које се уносе у GPS уређај, након чега се на лицу места проверава да ли су резултати рада добијени даљинском детекцијом и картирани ГИС софтверима исти, као и на конкретној локацији у зони утицаја РБ „Колубара“ (Burrough P. A., 1986). На бази мултиспектралних карактеристика добијене су устаљене вредности за сваки елемент геопростора (Jensen, J. R., 2007), Колубарског басена у зони утицаја РБ Колубара. У том смислу, велика пажња је посвећена повезивању различитих нијанси спектралних карактеристика на снимку са деловима елемената геопростора (Lillesand T. M., Kiefer R. W., 2002). Оваквим поступком, створена је могућност да се утврде активности људи и сва њихова штетна деловања на анализирани геопростор.

Примењене методе у овом истраживању су биле методе даљинске детекције, (надгледана и ненадгледана класификација, оптимални количник

вегетационог индекса-NDVI и др.), методе анализе и синтезе резултата истраживања, математичко-статистичке методе (квантитативна истраживања масовних појава (почиње етапом сакупљања статистичких информација, следи статистичко посматрање, етапа разврставања, груписања, и на крају статистичка обрада), метод потенцијала ерозије (МПЕ) (Гавриловић С.), и на крају, картографске методе и ГИС (метод картограма код картирања антропогених целина, метод шрафа код картирања вегетације и деградираних површина, картирање ерозије по методу проф. Гавриловића и др.).

Истраживања су имала почетну фазу, фазу разраде дисертације, и финалну фазу. Почетна или припремна фаза обухватала је теренска истраживања, прикупљање података неопходних за рад, систематизацију литературе, статистичку обраду података и систематизацију прикупљене грађе. Обрада дисертације заснована је на научним истраживањима, а финална фаза обухватала је техничко уређивање дисертације (рачунарску обраду). Структура рада се састоји из неколико поглавља и то из уводног поглавља, материјала и метода, резултата рада, дискусије и поглавља где је закључак.

Обликовање концепције и садржаја овог рада, било је условљено анализом досадашњих истраживања. Истраживање је резултирало стварањем поступака за даљу примену у управљању геопростором на локалном нивоу. Геопросторна разноликост РБ Колубара са географско-еколошког становишта, сложеност система и изражени конфликтни односи у животној средини, захтевали су комплексан и мултидисциплинаран приступ у обради докторске дисертације. Обрађени су бројни радови из области даљинске детекције, управљања животном средином, а нарочито из домена антропогених утицаја на геопростор.

У уводном поглављу, као посебно издвојеном, назначени су појмови даљинске детекције, појмови антропопресије, полазни принципи и хипотезе, приказан је преглед досадашњих истраживања, објашњен предмет истраживања, презентовани циљеви и задаци истраживања.

Друго поглавље представља материјале и методе примењене у раду, где су приказане методе истраживања животне средине, методе даљинске детекције, картографске методе и ГИС.

Треће поглавље приказује резултате до којих се дошло у истраживању на простору РБ Колубара. Анализирани су антропогени утицаји на природне ресурсе у зони Рударског басена Колубара даљинском детекцијом, где је извршена анализа структуре становништва, механичко и природно кретање у зони утицаја, анализа насеобинских целина у зони РБ Колубара и дат је упоредни приказ од 1981. до 2015. године. Урађена је анализа пољопривредних површина у зони утицаја за поменути период. Потом је урађена анализа рударских делатности и ширења копова (1981-2015), анализа укупне антропопресије геопростора Колубарског басена у зони утицаја РБ Колубара (1981-2015), утврђен је ерозиони потенцијал истраживаног простора и дат је упоредни приказ стања природних ресурса у зони РБ Колубара за период 1981 – 2015. година.

Четврто поглавље се односило на дискусију, где су утврђени доминантни антропогени утицаји на природне ресурсе у зони РБ Колубара и дати су предлози за превазилажење проблема на геопростору РБ Колубара. Предлози су се односили на примену техничких мера рекултивације у зони утицаја РБ Колубара, примену биолошких мера рекултивације у зони утицаја и предлоге за примену ГИС-а у управљању природним ресурсима зоне РБ Колубара.

У раду се сагледавају и примењују наведени теоријски концепти и дају се нови погледи у изучавању животне средине и прецизније се одређују поступци за контролу елемената животне средине путем даљинске детекције. Ова докторска дисертација не може да пружи дефинитивне одговоре у области заштите животне средине површинских копова, али може да прикаже нове начине за контролу њених елемената, као и да предочи нови концепт заштите од антропопресије природних елемената и загађивања животне средине. Такође, може дати смернице за управљање једним комплексним и динамичним системом какав је систем РБ Колубара.

4.1. Дефинисање доминантних антропогенних утицаја на природне ресурсе у зони РБ Колубара

Методe даљинске детекције примењене у овој дисертацији омогућиле су детектовање настанка и просторног размештаја антропогенних објеката, појава и процеса унутар истраживаног простора кроз анализирани временски период (NASA, 1988). Антропогени утицаји на природне ресурсе су анализирани преко препознавања насеља, пољопривредних површина, индустријских објеката, саобраћајне инфраструктуре и површинске експлоатације угља, на снимцима (Campbell B., 1996). Препознавањем насеља на сателитским снимцима за период од 1981. до 2015. године, приметан је пад површина под изграђеним објектима од 1981. до 1991. године, да би од 1991. до 2001. поново дошло до пораста површина под изграђеним објектима, али мање него што је то био случај 1981. године. Тек 2011. године изграђене површине премашују изграђене површине из 1981. године, и у 2015-ој години долази поново до смањења изграђених површина и приближавању вредности из 1981. године. Тренд смањивања и повећавања површина под изграђеним објектима је у директној вези са отварањем и ширењем површинских копова. Анализа детектованих пољопривредних површина показује стално смањење од 1981. до 2015. године, и готово је пропорционална ширењу површинских копова. Анализирани детектовани индустријски објекти се јављају на свим обрађиваним сателитским снимцима од 1981. до 2015. године и углавном су то веома мало промењене површине. То се јавља пре свега, зато што је већина индустријских објеката и изграђивана до 1981. године. Детектована саобраћајна инфраструктура (путна и железничка мрежа), од 1981. до 2015. године показује промене прилагођене контурама ширења површинских копова са тенденцијом смањивања површина под путном мрежом.

Анализа антропогених утицаја на природне ресурсе у зони рударског басена „Колубара“ даљинском детекцијом, показује доминанту улогу настајања и ширења површинских копова за анализирани период уз константно заузимање нових површина.

4.2. Предлози за примену мера рекултивације у зони утицаја РБ „Колубара“

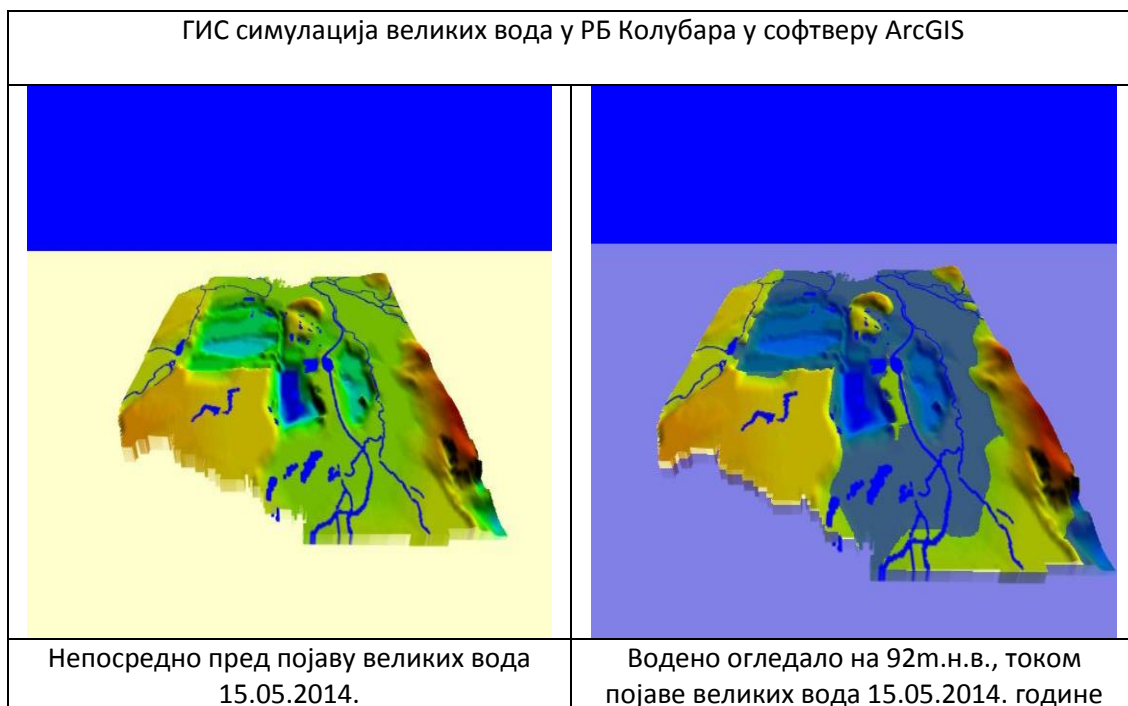
Анализа антропогених утицаја на земљиште, воде и вегетацију у зони РБ „Колубара“ даљинском детекцијом, потврђује да је доминантан утицај површинске експлоатације угља на природне ресурсе. Истраживање је показало да су се прекопане површине у периоду од 1981. године када су чиниле 14,2 km², константно повећавале и 2015. године достигле површину од 53 km² од укупно 213,16 km² анализираног простора. То упућује на неопходност примене различитих мера рекултивације у циљу обнављања, заштите и унапређења угрожених природних ресурса. Термин рекултивација, када је у питању површинска експлоатација угља у Републици Србији, подразумева углавном техничке, и биолошке мере рекултивације. Рекултивација као поступак враћања у претходно стање, или враћање првобитних природних функција и производних способности уништеном земљишту на примеру РБ Колубара је тешко изводљиво због размера промена простора. Површинска експлоатација у периоду од преко 60 година, где је раскопано и на спољна и унутрашња одлагалишта одложено око 3,5 милијарди m³ јаловине представљене измешаном педолошко-геолошком масом, и експлоатисано, прерађено и одвежено преко милијарду тона лигнита, довела је до промене пејзажа анализираног простора где доминирају дубоке депресије. Постоје различити термини и дефиниције за рекултивацију (Bradshaw A.D. 1996), али је крајњи циљ обнављање, заштита и очување природних ресурса.

Очување природних ресурса унутар зоне утицаја РБ Колубара би требало да подразумева и заштиту од бујичних поплава, која се између осталог заснива и у

начину коришћења земљишта у циљу задржавања воде у земљиштима на нагибима како би се смањио удео поплавног отицаја и минимизирао интензитет ерозионих процеса (Ristić R., et al., 2011).

4.3. Предлог за примену ГИС-а у управљању природним ресурсима зоне РБ „Колубара“

Практична примена даљинске детекције и ГИС-а за простор рударског басена, огледа се у могућности лоцирања и праћења објеката, појава и процеса анализираних простора, што ствара подлогу за примену конкретних мера за санацију, унапређење и заштиту читавог окружења (Томић М., 2014).



Сл. 67. 3Д приказ великих вода у РБ Колубара у софтверу ArcGIS – ГИС симулација (Аутор: Томић М., 2015)

Интеграцијом даљинске детекције и ГИС-а, могу да се раде анализе, моделирања (Neteler M. et al., 2012), и предвиђања одређених појава у анализираном простору, као и тематске карте са захтеваним садржајем предметних локација.

На слици 67., је дата ГИС симулација великих вода у зони утицаја РБ Колубара, као један од практичних ГИС алата за симулацију различитих појава и процеса анализираног простора у циљу заштите природних ресурса, као и животне средине уопште¹⁴.

Процес имплементације даљинске детекције и ГИС-а у РБ „Колубара“ омогућава:

- Контролу природних ресурса унутар зоне утицаја (што се огледа кроз разне упите, ажурирање базе података, симулације, и др.);

¹⁴ Детаљну симулацију у ГИС алатима дали су М. Kennedy (2002) и К.С. Clarke (2001).

- Препознавање и вредновање објеката, појава и процеса геопростора РБ Колубара;
- Дигитални приказ терена;
- Израду нових карата;
- Повезивање израђених карата са снимцима новијег датума;
- Непрестано допуњавање базе података природних ресурса РБ Колубара и др.

5. ЗАКЉУЧАК

- Доминантан антропогени фактор квантитативних утицаја на анализиране природне ресурсе (земљиште, вода, вегетација), је површинска експлоатација колубарског лигнита.
- Научни изазов ове дисертације јесте у утврђивању везе или односа између социо-демографских процеса и рударских активности у зони утицаја РБ „Колубара“, која се огледа у гашењу појединих насеља, и расељавању становништва услед отварања и ширења површинских копова и развоја рударско-индустријске инфраструктуре. Тема ове дисертације је веома актуелна, а обухватила је истраживања природних и антропогених елемената геопростора Колубарског басена у зони утицаја РБ „Колубара“, Лазаревац. Специфични процеси унутар самих елемената геопростора утврђени су даљинском детекцијом, што даје допринос и „посебан печат“ у прецизности и тачности прикупљених података. Вредности које су добијене применом ове методе представљаће основу за контролу антропогених утицаја на природне елементе геопростора у зони утицаја РБ „Колубара“.
- Добро дефинисаним теоријско–методолошким поставкама за постизање најважнијих циљева, издвајањем полазних претпоставки и хипотеза, креирањем хијерархије проучавања елемената и дефинисањем смерница за даљу заштиту, на крају дисертације се долази до једне валидне структуре и успешно обављеног задатка. Реализација циљева и задатака, базирана је на најрационалнијем приступу заштите геопростора, како

дефинисањем квалитетног методолошког концепта, тако и на примени анализе елемената животне средине.

- Површине под водом се смањују у периоду од 1981. године, када захватају $7,491 \text{ km}^2$, или 3,514 % укупно анализираних простора, до 1991. године ($6,700 \text{ km}^2$, или 3,143 %), затим показују пораст 2001. године ($6,800 \text{ km}^2$, или 3,190 %), да би површине под водом 2011. године ($7,600 \text{ km}^2$, или 3,565 %), превазишле површине под водом из 1981. године, и 2015. године ($7,720 \text{ km}^2$, или 3,622 %), достигле максимум. Повећан је број језера и бара од 1991. године, а нарочито на снимцима од 2001. до 2015. године. Овакви резултати су последица ширења површинских копова од 1981. године до 2001. године, када је уништен већи део десних притока реке Пештан, а до пораста водених површина 2011. године и 2015. године долази због стварања акумулације на измештену делу тока реке Колубаре (такође као последица ширења површинских копова), као и усред стварања већег броја језера и бара унутар депресија активних и експлоатисаних површинских копова као и спољних и унутрашњих одлагалишта јаловине.
- Од девет рецентних типова земљишта која се јављају на анализираним простору (алувијални нанос глиновити, алувијални нанос иловасти, делувијум, гајњача, гајњача у лесивирању, параподзол, смеђе кисело земљиште на граниту, смоница алувијална-ливадско земљиште, смоница у лесивирању), од почетка површинске експлоатације лигнита, јавља се и десети тип земљишта, представљен јаловиштима чије је просторно ширење детектовано на свим обрађиваним снимцима од 1981. године, када су површине захватале $14,120 \text{ km}^2$, 1991. године $27,600 \text{ km}^2$, 2001. године $36,420 \text{ km}^2$, 2011. године $47,050 \text{ km}^2$, да би 2015. године површине достигле максимум од $53,000 \text{ km}^2$.

- Детектован је пад површина под шумама од пре површинске експлоатације (27,510 km², или 12,906 % од укупно анализираниг простора), до 1981. године (25,110 km², или 11,780 %), да би се 1991. године, површине под шумама готово удвостручиле (44,130 km², или 20,703 %). 2001. године (42,350 km², или 19,868 %), долази до минималног смањења површина под шумама у односу на претходно анализирану годину, да би 2011. године (43,190 km², или 20,262 %), поново дошло до минималног пораста површина под шумама. 2015. године (42,900 km², или 20,126 %), поново долази до минималног смањења површина под шумама. Година 1991., 2001., 2011. и 2015. установљен је релативно исти износ површина под шумама са мањим осцилацијама. Пад површина под шумама за период од пре површинске експлоатације до 1981. године се везује за ширење површинских копова у источном делу басена, и за отварање површинског копа Тамнава Источно поље. Повећање површина под шумама, од 1991. Године, је последица шумљавања спољних одлагалишта ПК „Поља Д“ и ПК „Тамнаве-Источно поље“. Пад површина под шумама 2015. године последица је уништавања површина самониклих шума у зони плављених делова ПК „Тамнаве-Источно поље“, за време санације поплаве из 2014. године.
- Смањивање површина под ниском вегетацијом од пре површинске експлоатације (158,610 km², или 74,409 % анализираниг простора), до 2015. године (91,770 km², или 43,052 %), јавља се као последица ширења површинских копова лигнита и пораста шумских површина.
- Изграђене површине 1991. године (24,210 km², или 11,358 % анализираниг простора), се смањују у односу на 1981. годину (27,060 km², или 12,695 %), да би 2001. године (25,980 km², или 12,188 %), био опет детектован пораст изграђених површина. Изграђене површине достижу максимум 2011. године (29,400 km², или 13,792 %), да би се 2015. године (27,780 km², или

13,032 %), опет забележило смањивање изграђених површина. Овакви трендови стања изграђених површина могу да се доведу у директну везу са процесом експропријације и ширења површинских копова.

- Пољопривредне површине су пре површинске експлоатације лигнита захватале 158,610 km², или 74,409 % анализираног простора; 1981. године 124,150 km², или 58,243 %; 1991. године 96,060 km², или 45,065 %; 2001. године 87,240 km², или 40,927 %; 2011. године 72,140 km², или 33,843 %. Да би 2015. године пољопривредне површине захватале 68,550 km², или 32,159 % од укупно површина анализираног простора. Пољопривредне површине се смањују готово пропорционално повећању укупних прекопаних површина од стране површинских копова.
- Површине под индустријским објектима до 2001. године захватају 2,170 km², или 1,018 % укупно анализираног простора. Године 2011. захватају 2,200 km², или 1,032 %, а 2015. године захватају 2,190 km², или 1,027 %. Површине под индустријским објектима су углавном изграђене од средине 50-их година 20-ог века, и директно и индиректно су условљене развојем површинских копова лигнита.
- Површине под површинским коповима лигнита захватале су 1981. године 10,520 km², или 4,935 % анализираног простора; 1991. године 20,880 km², или 9,795 %; 2001. године 17,600 km², или 8,257 %; 2011. године 20,530 km², или 9,631 %. Од 2015. године површине под површинским коповима лигнита захватале 29,780 km², или 13,971 % од укупне површине анализираног простора.
- Укупно прекопане површине површинским коповима лигнита захватале су 1981. године 14,120 km², или 6,624 % анализираног простора; 1991. године 27,600 km², или 12,948 %; 2001. године 36,420 km², или 17,086 %; 2011.

године 47,050 km², или 22,073 %. Од 2015. године укупно прекопане површине површинским коповима лигнита захватале 53 km², или 24,864 % од укупне површине анализираног простора.

- Утицаји изграђених површина, пољопривредних површина, и површина под индустријским објектима, као антропогенних фактора, се не могу узети као доминантан фактор квантитативних утицаја на анализирани природне ресурсе (земљиште, вода, вегетација). Од 1981. године до 2015. године се запажа устаљен начин коришћења земљишта у зони утицаја РБ Колубара (насеља, пољопривредне површине и површине под индустријским објектима). До смањивања наведених антропогенних површина долази на рачун ширења површинских копова.
- Интензивирање ерозионих процеса, од 1981. године до 2015. године, утврђено Методом потенцијала ерозије, јавља се као последица промена коришћења земљишта, услед интензивних рударских радова на површинској експлоатацији угља, индустријализације, изградње простора, као и пољопривредних делатности. Као доминантан антропогени утицај, на стање шумских површина, педолошког покривача и хидролошких објеката, је површинска експлоатација колубарског лигнита.
- Вишеструком регресијом (Multiple Regression), анализирани су подаци везани за површине под шумама и предикторних варијабли (површине под површинским коповима, површине укупно прекопаног земљишта површинским коповима, површине под индустријским објектима, изграђене површине (насељено), површине под путевима, површине под пољопривредним земљиштем, број становника и број домаћинстава), на пресеку четири временска периода (1981., 1991., 2001., и 2011. године). Резултати указују да су површине под коповима, као и укупно прекопано земљиште у значајној позитивној корелацији са површинама под шумама,

али не и са површинама под индустријским објектима. Површине под путевима и површине под пољопривредним земљиштем, показују негативну корелацију (није потврђена као значајна). Ово указује да највећи и најзначајнији утицај имају површине под површинским коповима и површине укупно прекопаног земљишта.

- Приказани резултати указују на узрочно – последичне односе елемената геопростора РБ Колубара. Крајњи резултат рада је предлог за израду система контроле и управљања геопростором РБ Колубара, што је била и једна од хипотеза рада. Као што је на почетку рада поменуто оваква врста истраживања може представљати почетак новог проучавања геопростора рударских басена у Србији. Даљинска детекција може бити ефикасно средство за праћење елемената геопростора РБ Колубара, као и средство за анализу и осматрање антропопресије на природне елементе површинских копова, и сл.
- Резултати до којих се дошло доказују хипотезу да се на аерофото и сателитским снимцима из различитих временских периода, тачно могу утврдити антропогени утицаји на природне ресурсе у зони утицаја РБ Колубара кроз рударску делатност. Односно, подаци за површине под шумама, пољопривредне површине, као и читава насеља, која постоје у актуелном катастру намене земљишта, нису видљиви на даљинским снимцима. Такве структуре уопште не постоје, али се и даље воде у земљишним књигама. Уједно, ова хипотеза је била од изузетне помоћи за предлоге који ће се у блиској будућности реализовати у РБ Колубара, тј. предлоге за пренамену коришћења земљишта.
- Резултати потврђују хипотезу да рударска делатност директно утиче на измену намене коришћења земљишта и расељавања локалног становништва. Нарочито је уочљиво код компаративне анализе

сателитских снимака из 1981. и 2015. године. Анализом поменутих снимака из различитих временских периода, утврђено је да се нагло смањило пољопривредно земљиште на рачун ширења површинских копова.

- На крају, даљинска детекција се показала као најпогоднија метода за утврђивање антропогених утицаја на природне ресурсе у зони утицаја РБ Колубара из разлога што су подаци видљиви и транспарентни, а све несугласице са званичном статистиком се директно отклањају. На бази добијених резултата за површине под шумама, пољопривредне површине, изграђене површине, водене површине и др., могуће је урадити нови, односно, реални катастар геопросторних целина РБ Колубара.
- Реализовано истраживање представља нов начин за контролу природних елемената у рударским басенима, даје нови концепт заштите земљишних и водних ресурса и приказује смернице за управљање комплексним системом животне средине.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Академия наук СССР (1978): „Геологическое изучение Земли из космоса”, Издательство «Наука», Москва.
2. Аковецкий И. В. (1983): „Дешифрирование снимков”, Издательство «Недра», Москва.
3. Antunes F. (2000): „Thematic resolution merging LANDSAT and SPOT 10m”, International archives of photogrammetry and remote sensing, Kyoto, Japan.
4. Брюханов А. В., Господинов Г. В., Книжников Ю. Ф. (1982): „АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ”, Издательство Московского университета, Москва.
5. Bakx P. (1995): „Digital Image Processing of Remotely Sensed Data ”, ITC, Enschede, Holland.
6. Barret E., Michell J. (1991): „Satellite Remote Sensing of Natural Hazard and disasters in Mediterranean Region”, 50–67, Remote Sensing for Hazard Monitoring and Disaster Assessment 2, Gordon & Breach Sci. Publ., Paris.
7. Biberman L. (2000): „Electro-Optical Imaging: *System Performance and Modelling*”, SPIE Press, Bellingham, Washington, USA.
8. Bradshaw, A.D. (1996): „Underlying principles of restoration”; Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Sci. 53 (Suppl. 1): 3–9
9. Burrough P. A. (1986): „Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment”, Oxford, Clarendon Press.
10. Виноградов В. Б. (1981): „Преобразованная земля”, Издательство ”Мысль”, Москва.
11. Gulch E. (1991): „Extraction of Geometric Features from Digital Imagery”, Digital Photogrammetric Systems, Wichmann.
12. Guo J. L., Haigh D. J. (1991): „A 3-Dimensional Feature Space Iterative Clustering Method for Multispectral Image Classification”, Imperial College, London.
13. Димитријевић М. (1958): „Фотогеологија”, Завод за геолошка, геофизичка и рударска истраживања, Београд.

14. Документација и материјали РБ „Колубара“, Лазаревац.
15. Donassy V., Oluić M., Tomašegović Z. (1983): „Daljinska istraživanja u geoznanostima”, Jugoslovenska akademija znanosti i umjetnosti, savjet za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju, Zagreb.
16. Donker N., Mathuis B. (1994): „Exercises Digital Image Processing”, ITC, Enschede, Holland.
17. Donker N., Soeters R. (1994): „Digital Image Processing Subjects for Earth Sciences”, ITC, Enschede, Holland.
18. Drury S. (2001): „Image Interpretation in Geology”, The Open University of Milton Keynes, UK.
19. Eastman R. J. (2001): „IDRISI 32 Release 2 – *Tutorial*”, Clark Labs, Clark University, Worcester, MA, USA.
20. Zeiler M. (1999): “Modeling our World”, ESRI, New York.
21. Zlatic M., Vukelic G., (2002): „*Economic and social revival of a degraded region in Serbia*”, MOUNTAIN RESEARCH AND DEVELOPMENT, vol. 22 br. 1, str. 26-28.
22. Jacobsen K. (2002): „Comparison of High Resolution Mapping From Space”, INCA, Ahmedabad, India.
23. Jensen J. R. (2007): „Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective”, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 608 pp.
24. Jensen R. (1996): „Introduction to Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective” Practice Hall, New Jersey.
25. Јовановић В., Ђурђевић Б., Срдић З., Станковић У. (2012): „Географски информациони системи”, Универзитет у Новом Саду, Природно математички факултет, Нови Сад.
26. Југин М. (1997): „Космос открива тајне”, Војна књига, Београд.
27. Kariuki C., Van der Meer F., Siderius W. (2003): „*Classification of soils based on engineering indices and spectral data*”, 2567-2574, vol 24, International Journal of Remote Sensing.
28. Kennedy M. (2002): „The Global Positioning System and GIS”, Sleeping Bear Press, New York.

29. Konecny G. (2003): „*Geoinformation – Remote Sensing Photogrametry and Geographic Information Systems*”, University of Hannover, Hannover, Germany.
30. Костадинов С. (1996): Бујични токови и ерозија, Шумарски факултет, Универзитет у Београду, Београд.
31. Кравцова Б. И. (2000): „Генерализација аэрокосмическог изображения – континуалне и дискретне снимки”, Издательство Московского Университета, Москва.
32. Kravtsova I. (1998): „*Space Methods in Geoecology (Atlas of satellite images and maps)*”, Geographic faculty, University MGU Lomonosov, Moscow, Moscow.
33. Кукрика М. (2000): Географски информациони системи, Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд.
34. Lillesand T. M., Kiefer R. W. (2002): „*Remote Sensing and Image Interpretation*”, John Wiley & Sons, Inc., New York.
35. Љешевић М. (2002): „Теорија и методологија истраживања животне средине”, Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд.
36. Lješević M., Milanović M. (2004): „*Application of Remote Sensing in the Environmental Managing*”, 253-258, First Mediterranean Conference on Earth Observation-Remote Sensing (MeCEO), Faculty of Mining and Geology, Remote Sensing Centar, Belgrade University, Belgrade.
37. Mather P. (1999): „*Computer Processing of Remotely-Sensed Images*”, University of Nottingham, Nottingham.
38. Милановић М., (2008): Теледетекциона мултиспектрална анализа у истраживањима елемената животне средине, Докторска дисертација, Географски факултет, Универзитет у Београду, Београд.
39. Милановић М., Љешевић М. (2009): „Теледетекционе методе истраживања животне средине”, Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд.
40. Милановић М., Поттић И. (2014): Могућности ненадгледане класификације сателитских снимака у намени земљишта Пирота – компаративни приказ за 1986. годину и 2013. годину, Зборник са научно-стручног скупа са међународним учешћем, Управљање земљиштем – Златибор, Асоцијација

- просторних планера Србије, Универзитет у Београду, Географски факултет, Републичка агенција за просторн планирање, Београд, стр. 493-499.
41. NASA (1988): „Radar Imaging from Space”, SAR – Earth Observing System, Washington, USA.
42. Neteler M., Bowman M. H., Landa M., Metz M. (2012): “GRASS GIS: A multi-purpose open source GIS”; *Environmental Modelling & Software* 31 (2012) 124-130.
43. Olujić M. (2001): „Snimanje i istraživanje Zemlje iz svemira”, Hrvatska Akademija znanosti i umjetnosti i Geosat, Zagreb.
44. Павловић Р., Чупковић Т., Марковић М. (2004): „Даљинска детекција”, Универзитет у Београду, Рударско–геолошки факултет, Београд.
45. Perović V., Kostadinov S., Jarmaz D., Kadović R. (2013): „Overview of the most important models for the soil loss assessment due to water erosion”; *Geonauka*, Vol. 1, No. 3, p. 6-11.
46. Ристић Р., Радић Б., Милчановић В., Малушевић И., Половина С. (2015): „ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈЕ КАО ПРЕДУСЛОВ РАЗВОЈА СКИЈАЛИШТА НА СТАРОЈ ПЛАНИНИ”, *Пиротски зборник*, бр. 40, 1-27
47. Ristić R., Radić B., Vasiljević N., Nikić Z. (2011): „Land use change for flood protection - a prospective study for the restoration of the river Jelašnica watershed”; *Bulletin of the Faculty of Forestry* 103: 115-130.
48. Richards J. (1986): „Remote Sensing Digital Image Analysis”, Springer – Verlag, Berlin, Germany.
49. Sabins F. (1986): „Remote Sensing”, 2nd edition, Freeman, San Francisco, USA.
50. Shrestha P. D. (1994): „Remote Sensing Techniques and Digital Image Processing”, ITC, Enschede, Holland.
51. Shugart H., Bourgeau-Chavez L. (2000): „Determination of stand properties in boreal and temperate forests using high-resolution imagery”, *Forest science*, The Society of American Forestres, Washington, USA.
52. Томић М., Томић М., Радановић С. (2011): „Утицај производње Огранка „Прерада“, Вреоци на воде реке Колубаре, и могућности решавања

- проблема“, Integrисани међународни симпозијум TIORIR '11, Zlatibor. str. 292-299.
53. Tomić M. (2013): „Primena metoda daljinske detekcije i GIS aplikacije u praćenju kvaliteta vazduha na primeru rudarskog basena „Kolubara“, Lazarevac“, Integrисани симпозијум са међународним учеšћем, 41. Savetovanje „Zaštita vazduha 2013“, 16-18 septembar, Subotica. str. 258-268
54. Tomić M. (2014): „The use of methods of remote sensing and GIS applications in monitoring water quality of the mining basin „Kolubara“, Lazarevac“ Geonauka. Vol. 2, No. 1 pp. 1-8.
55. Tomić M., Đurović M., Momčilović M. (2010): „Jedan od modela kontrole upravljanja industrijskim otpadom na primeru Ogranka „Prerada“, Vreoci“, „Šesta међународна Konferencija o sistemu upravljanja zaštitom životne sredine u Elektroprivredi, ELECTRA VI“, Zlatibor. str. 322-327
56. Tomić M., Jeličić M., Tomić M. (2011): „Uticaj postojeće infrastructure na životnu sredinu i upravljanje otpadom na primeru Ogranka „Prerada“ u Vreocima“, TREĆA REGIONALNA NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O UPRAVLJANJU INDUSTRIJSKIM OTPADOM U SFERI ODRŽIVOG RAZVOJA, IWM3, Kopaonik. str. 137-141
57. Tomić M., Radosavljević A. (2015): „Kontrola generisanja komunalnog otpada u industrijskoj zoni površinskih kopova, na primeru RB „Kolubara“ Lazarevac, metodama daljinske detekcije i GIS-a“, 1. savetovanje sa међународним учеšћем, OPASAN INDUSTRIJSKI OTPAD I TRETMAN INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA, Sremski Karlovci, 15.-17.april 2015.godine. str. 169-176.
58. Tomić M., Tomić M., Češljarov B., Đurović M. (2012): „Ocena rizika i nesigurnosti u zaštiti životne sredine na primeru RB „Kolubara“, Ogranka „Prerada“ Vreoci“, Simpozijum sa међународним учеšћем „RUDARSTVO 2012“- STANJE I PERSPEKTIVE U RUDARSTVU I ODRŽIVI RAZVOJ-, Zlatibor. str. 141-150
59. Tomić M., Tomić M., Đurović M., Ristić L., Tadić V. (2011): „O upravljanju životnom sredinom u velikim industrijskim sistemima u Srbiji“, Simpozijum sa међународним учеšћем „RUDARSTVO 2011“ –STANJE I PERSPEKTIVE U RUDARSTVU I ODRŽIVI RAZVOJ-, Vrnjačka Banja. str. 464-471
60. Tomić M. (2012): „Application of remote sensing in environmental on the example

- of RB "Kolubara", INTERNATIONAL CONFERENCE ON LAND CONSERVATION – LANDCON 1209 SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT AND CLIMATE CHANGES September 17-21, 2012 Danube Region/Serbia/Donji Milanovac. pp. 161
61. Tomppo E. (1992): „Satellite image aided forest site fertility estimation for forest income taxation – *Acta forestalia fennica*”, The Society of forestry in Finland.
62. Farina A. (1998): „Principles and Methods in Landscape Ecology”, Chapman & Hall, London.
63. Finelli M., Gelli G., Poggi G. (1996): „Multispectral-image coding by spectral classification”, In Proc. IEEE Int. Conf. Image Processing II, pages 605-608, Lausanne, Switzerland.
64. Florinsky V. (1998): „*Combined analyse of the digital terrain models and remotely sensed data in landscape investigation*”, Progress in Physical Geography”, London.
65. Fraser H. R., Olthof I., Kokelj V. S., Lantz C. T., Denis Lacelle, Brooker A., Wolfe S., Schwarz S. (2014): „Detecting Landscape Changes in High Latitude Environments Using Landsat Trend Analysis: 1. Visualization”; Remote Sens. 2014, 6, 11533-11557; doi: 10.3390/rs61111533 (remote sensing ISSN 2072-4292 www.mdpi.com/journal/remotesensing)
66. Haghizadeh A., Teang L., Godarzi E. (2009): “Forecasting Sediment with Erosion Potential Method with Emphasis on Land Use Changes at Basin”; EJGE, Vol. 14
67. Campbell B. (1996): „Introduction to Remote Sensing”, Taylor & Francis, London.
68. Carlotto J. (1996): „A new method for extracting topographic information from a single multispectral image”, Proceedings International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Lincoln NE.
69. Clarke K.C. (2001): „Getting Started with Geographic Information System”, Third Edition, University of California, Santa Barbara, Prentice Hall Series in Geographic Information Science, New Jersey.
70. Chabrillat S., Goetz H., Krosley, L., Olsen W. (2002): „Use of hyperspectral images in the identification and mapping of expansive clay soils and the role of spatial resolution”, Remote Sensing of Environment 82, pp. 431-445.

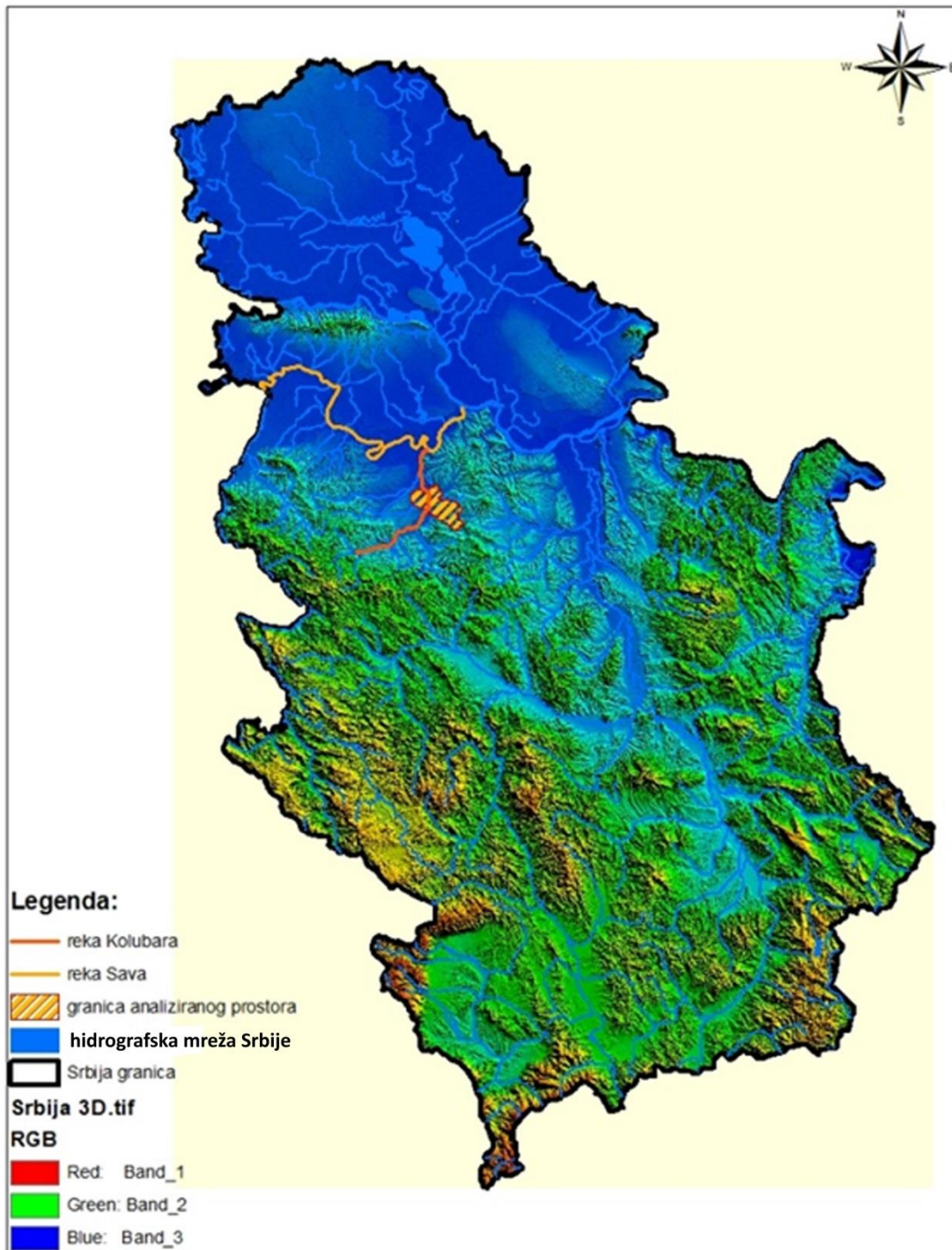
71. Quackenbush R. (1960): „Fotointerpretacija”, Američko društvo za fotogrametriju, Vašington, Stručni urednik prevoda Prof. dr Tomašegović Z., Savremena administracija, Beograd.
72. Wilkie D., Finn J. (1996): „Remote Sensing Imagery for Natural Resources Monitoring – a guide for first-time users”, Columbia University Press, New York, USA.

ИЗВОРИ:

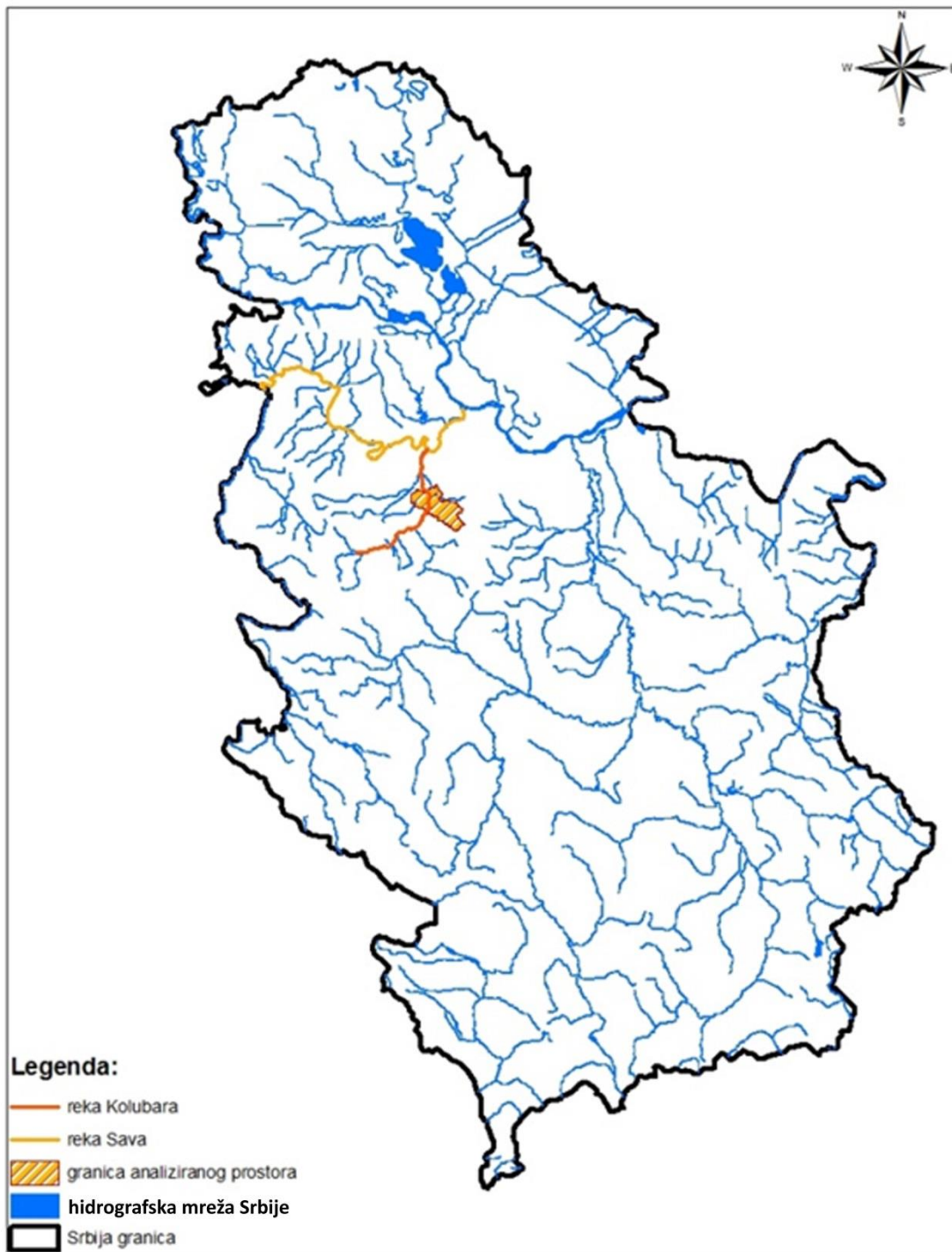
1. Аерофото снимци, Архив РБ „Колубара“, Лазаревац.
2. Архива лабораторије за животну средину, Универзитет у Београду, Географски факултет.
3. База података Института за земљиште Београд
4. Републички завод за статистику (2014): Попис становништва Србије, Београд.
5. <http://euroveg.org>
6. <http://landsatlook.usgs.gov>

ПРИЛОЗИ

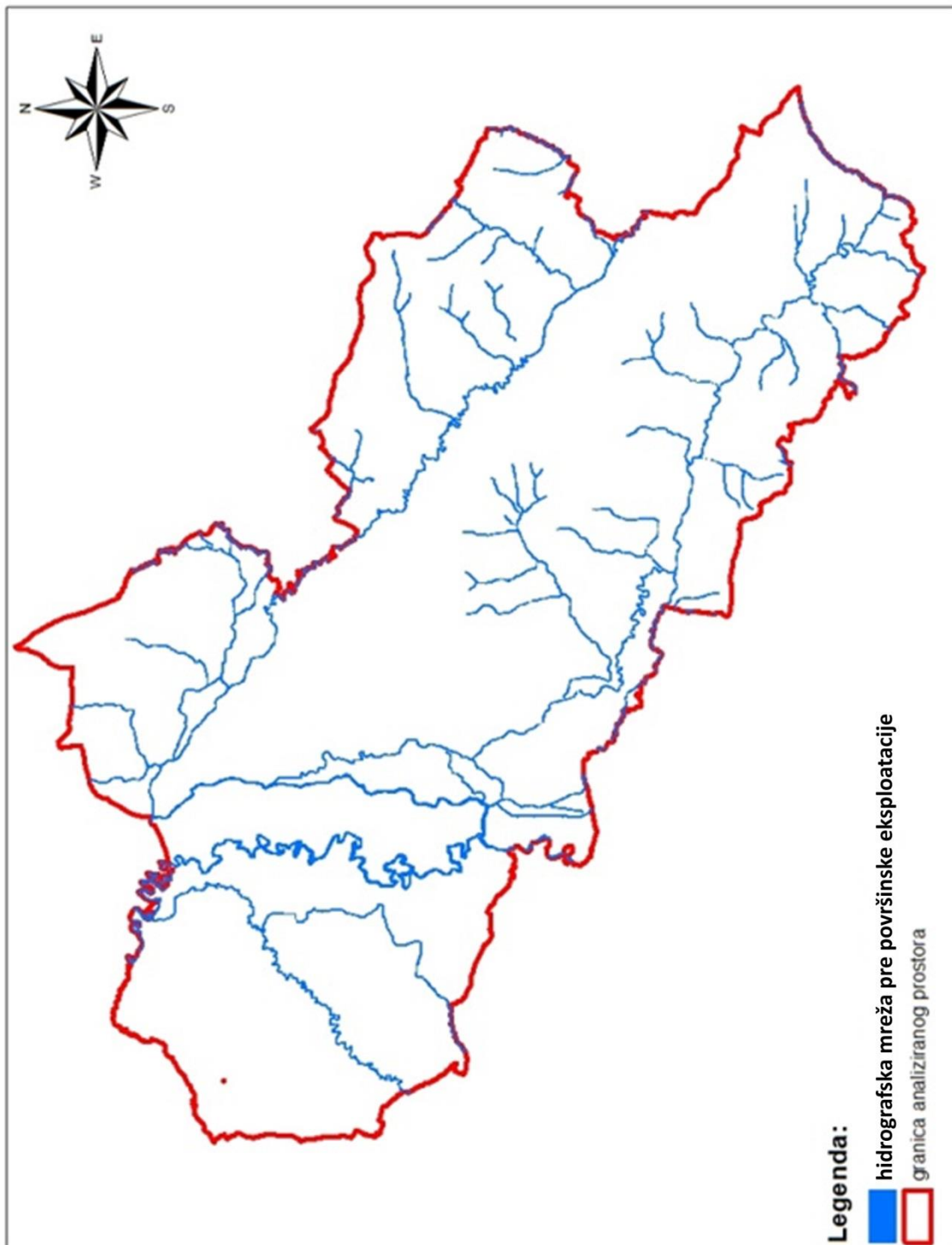
Прилог 1. ЗД приказ положаја анализираниг простора према хидрографској мрежи Србије



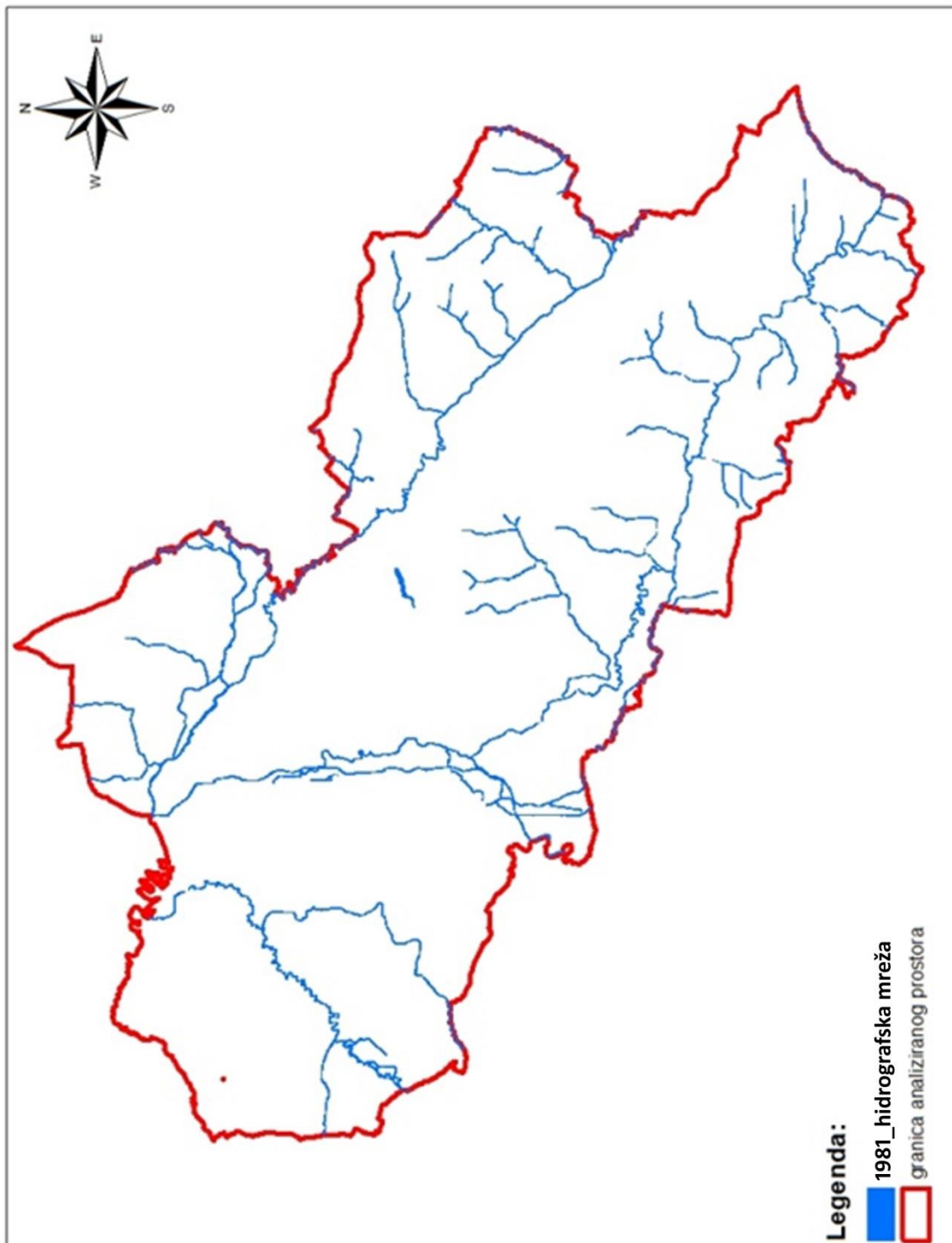
Прилог 2. Анализирани простор према хидрографској мрежи Србије



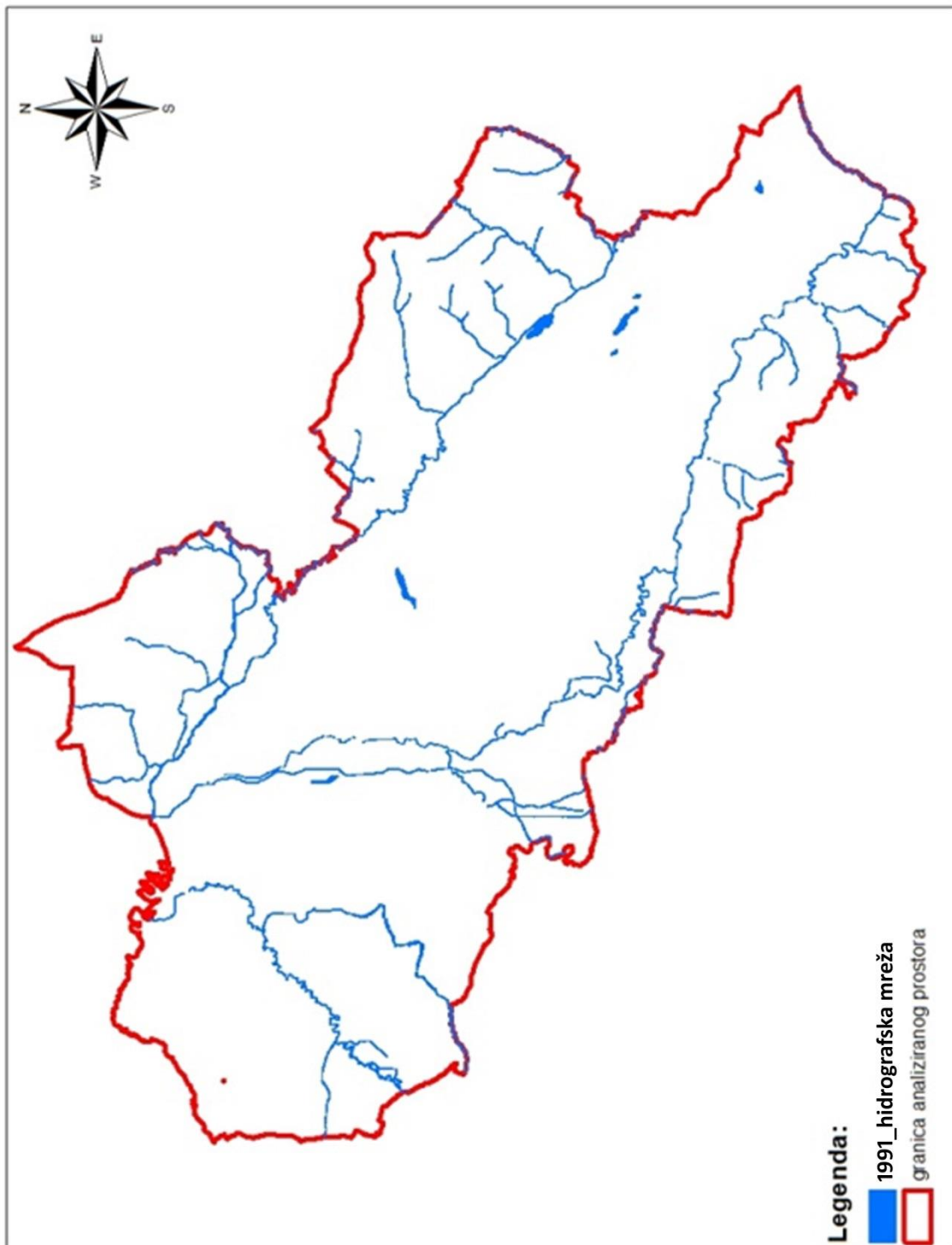
Прилог 3. Хидрографска мрежа пре површинске експлоатације



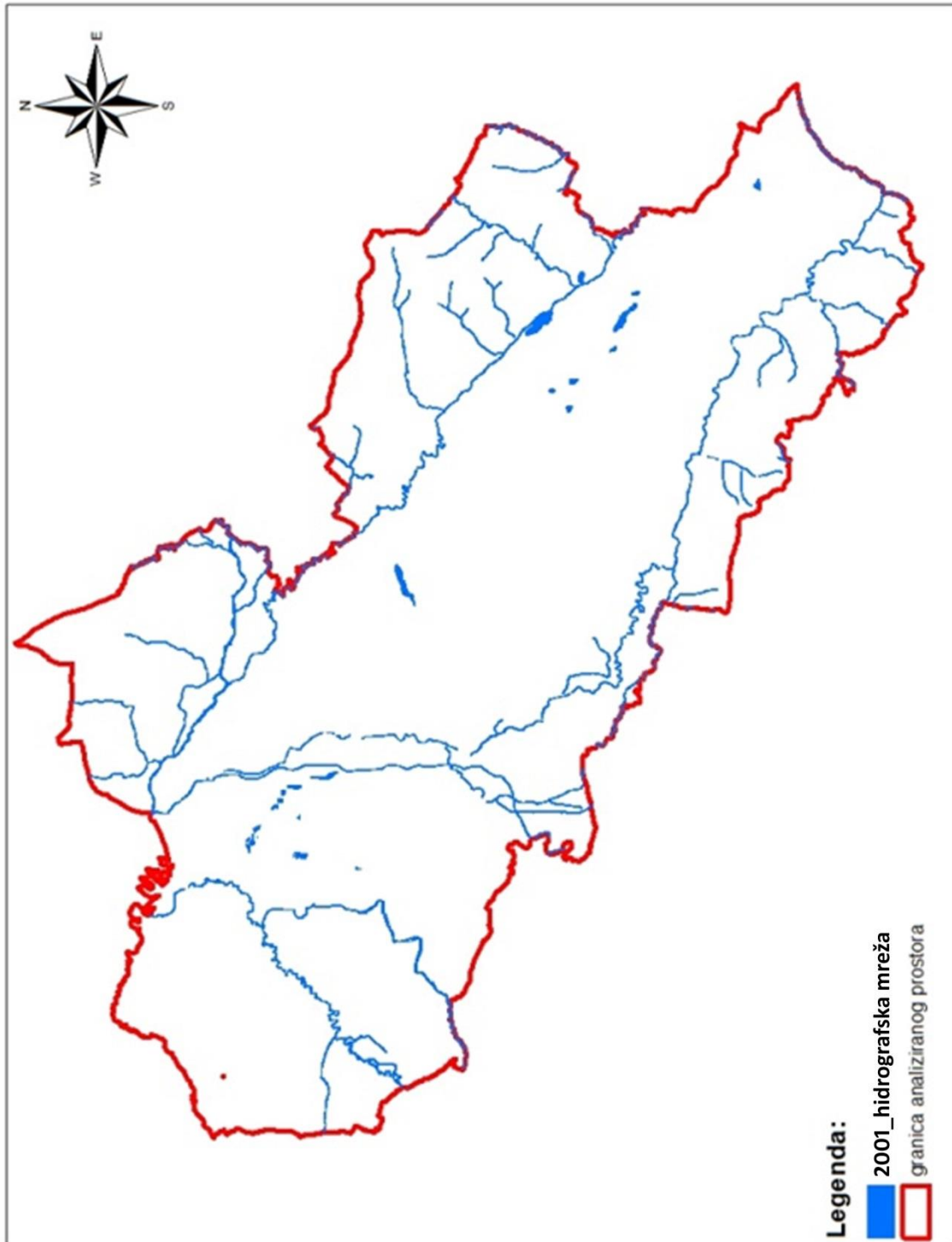
Прилог 4. Хидрографска мрежа 1981. године



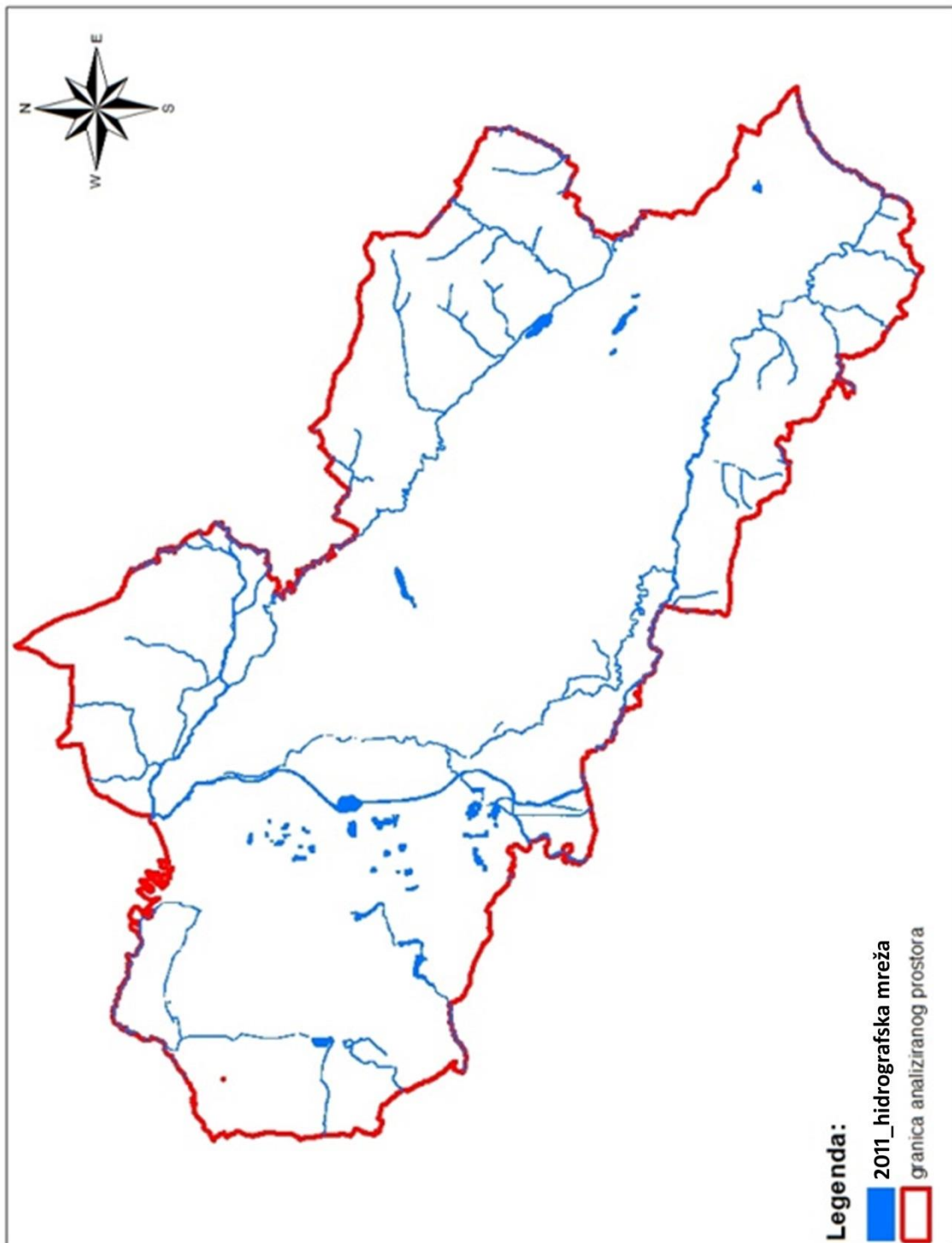
Прилог 5. Хидрографска мрежа 1991. године



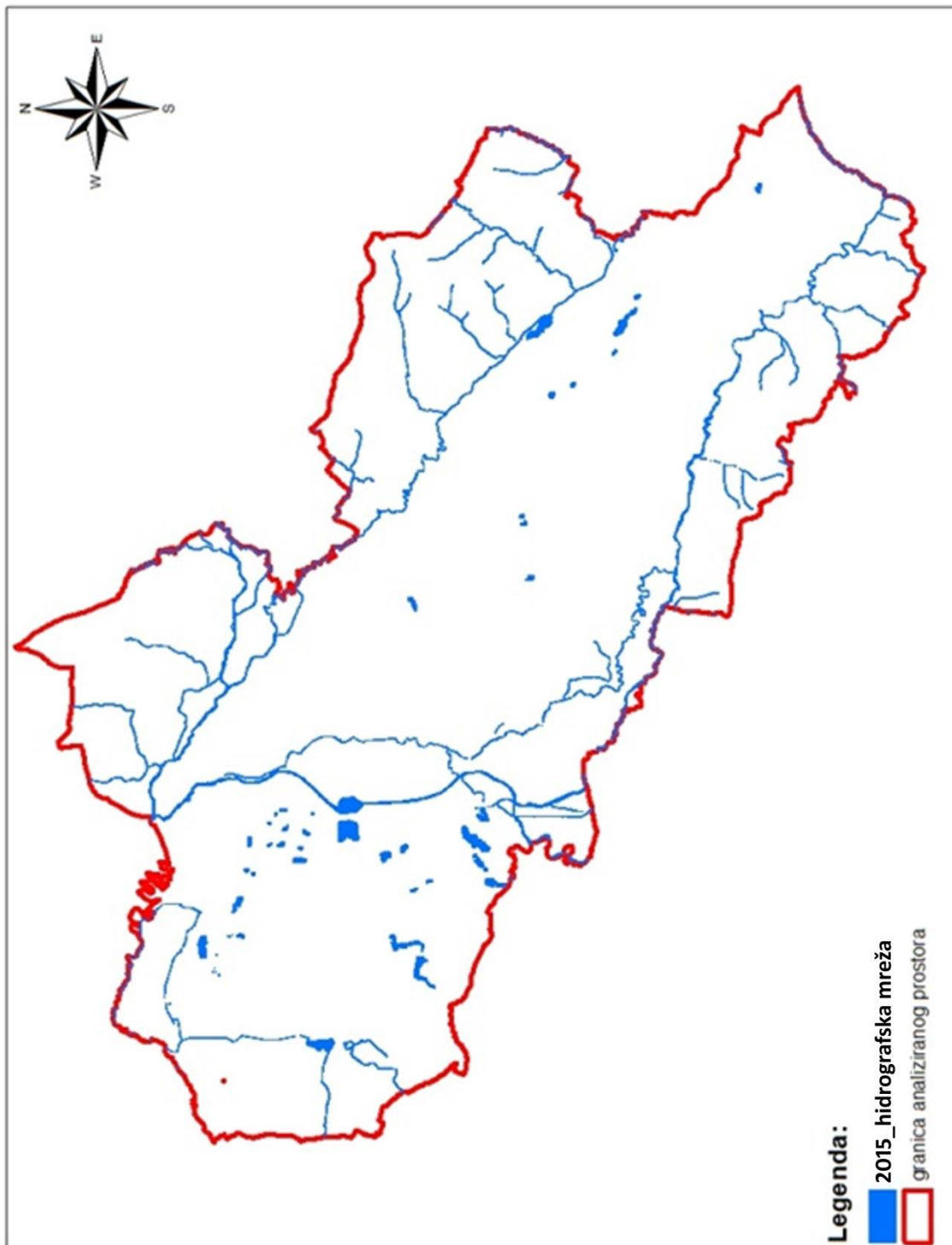
Прилог 6. Хидрографска мрежа 2001. године



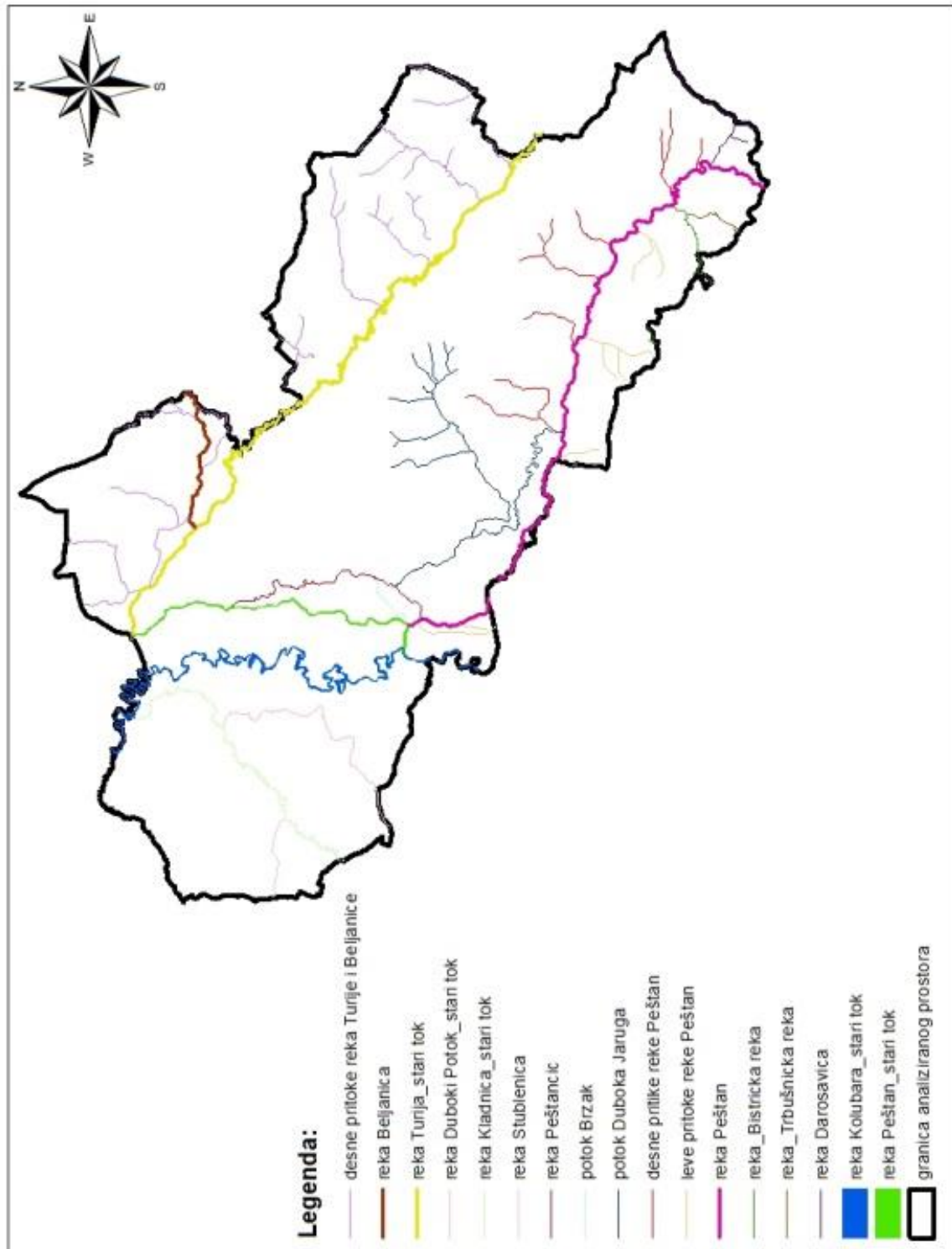
Прилог 7. Хидрографска мрежа 2011. године



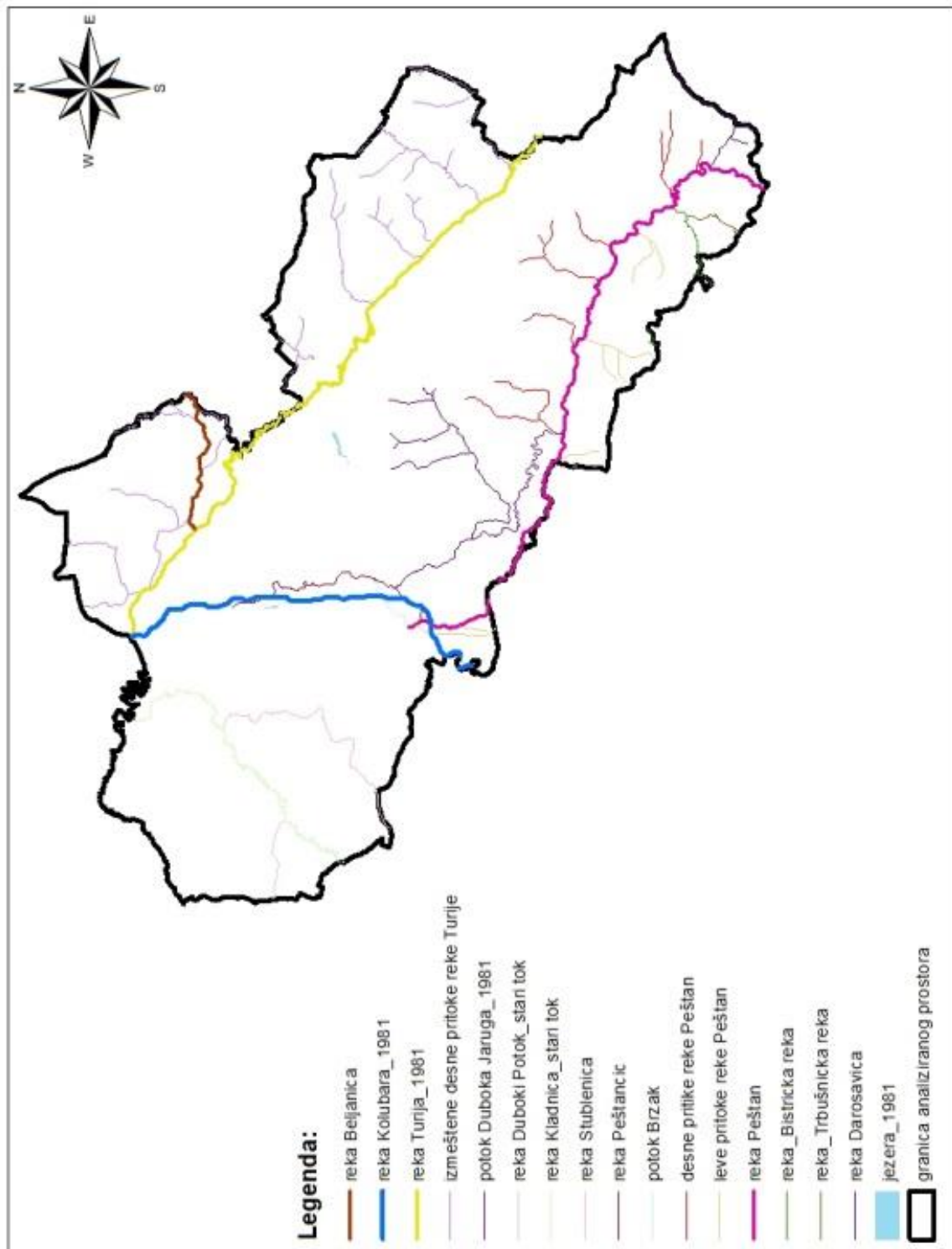
Прилог 8. Хидрографска мрежа 2015. године



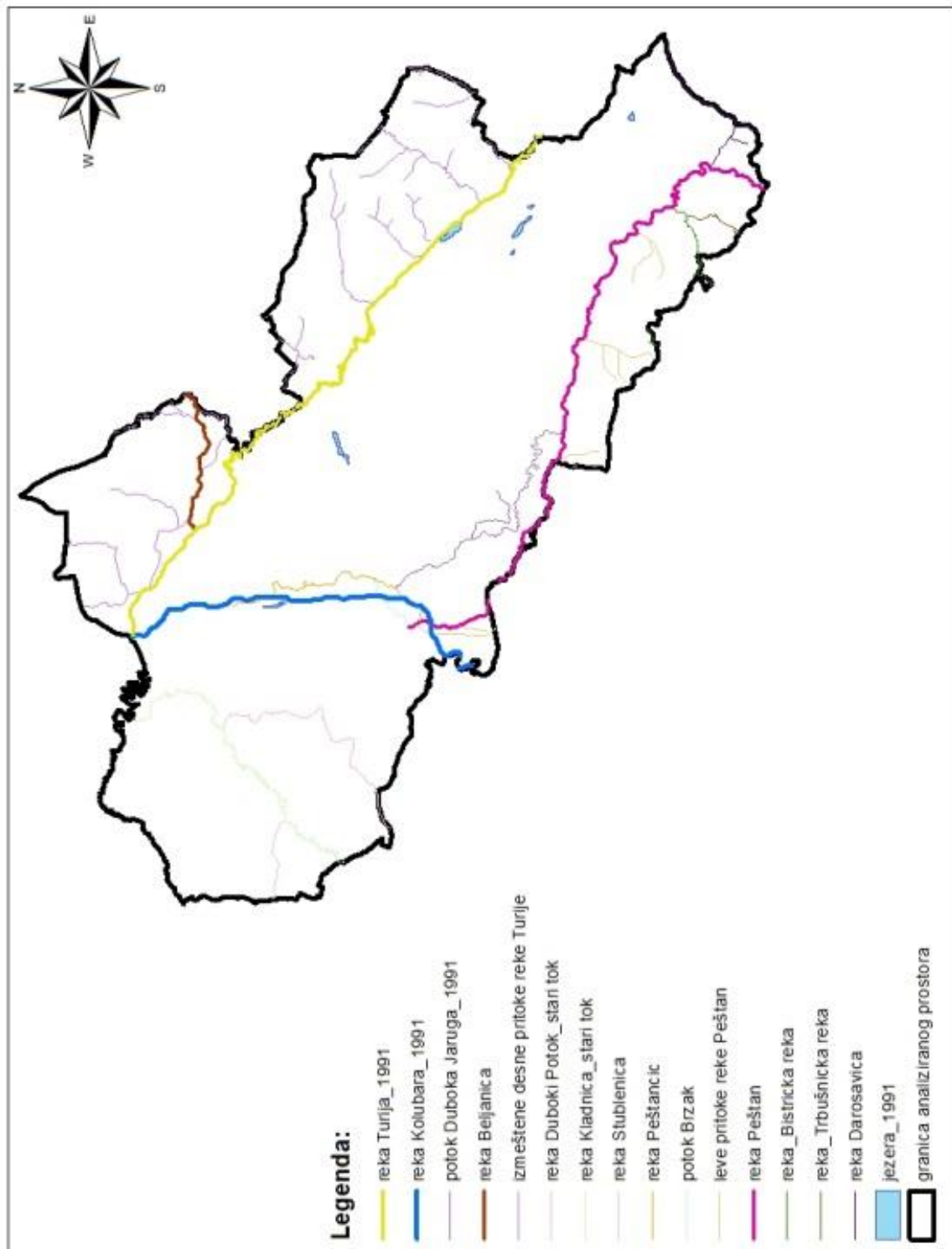
Прилог 9. Приказ хидрографске мреже у ArcGIS-у пре површинске експлоатације лигнита



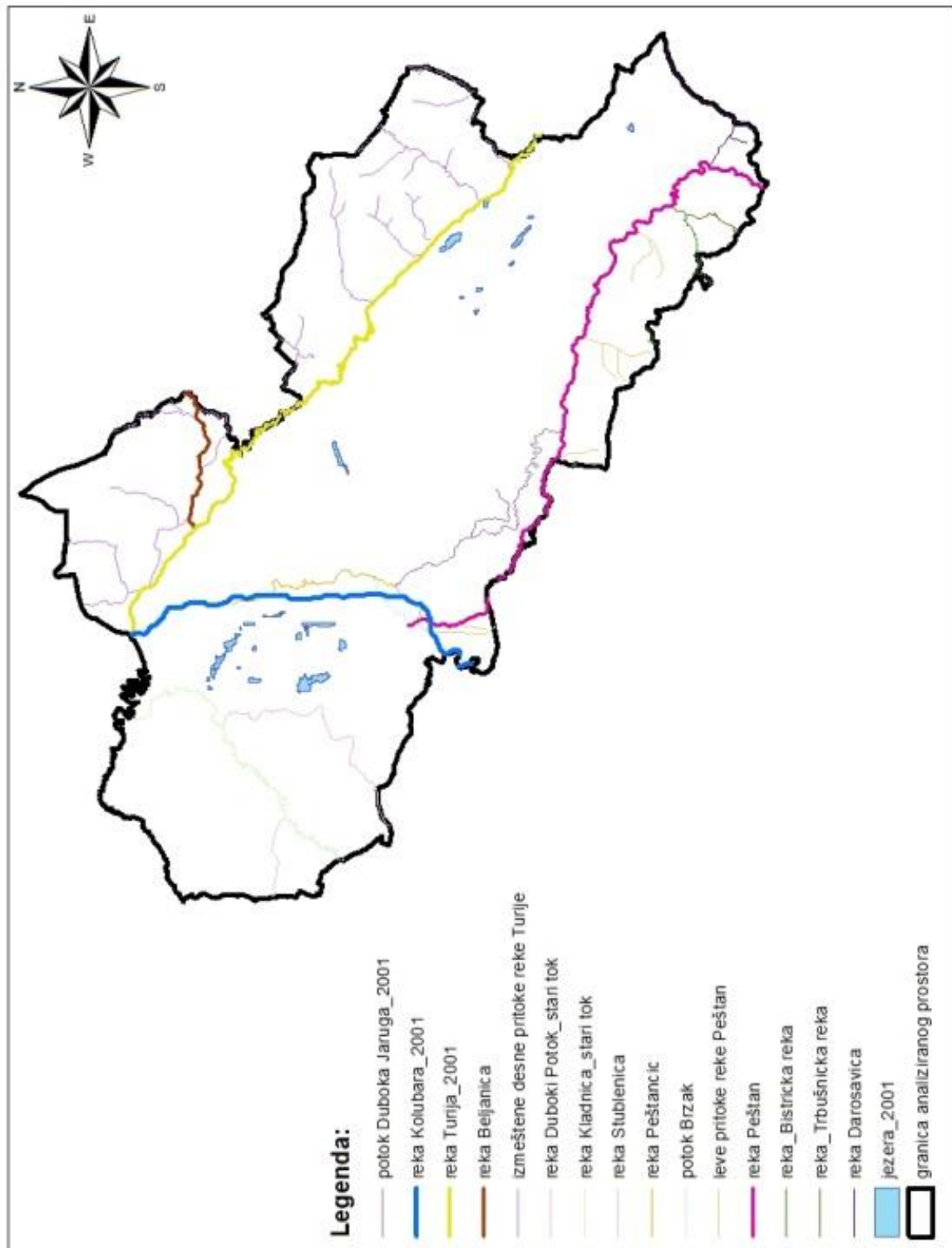
Прилог 10. Приказ хидрографске мреже у ArcGIS-у 1981. година



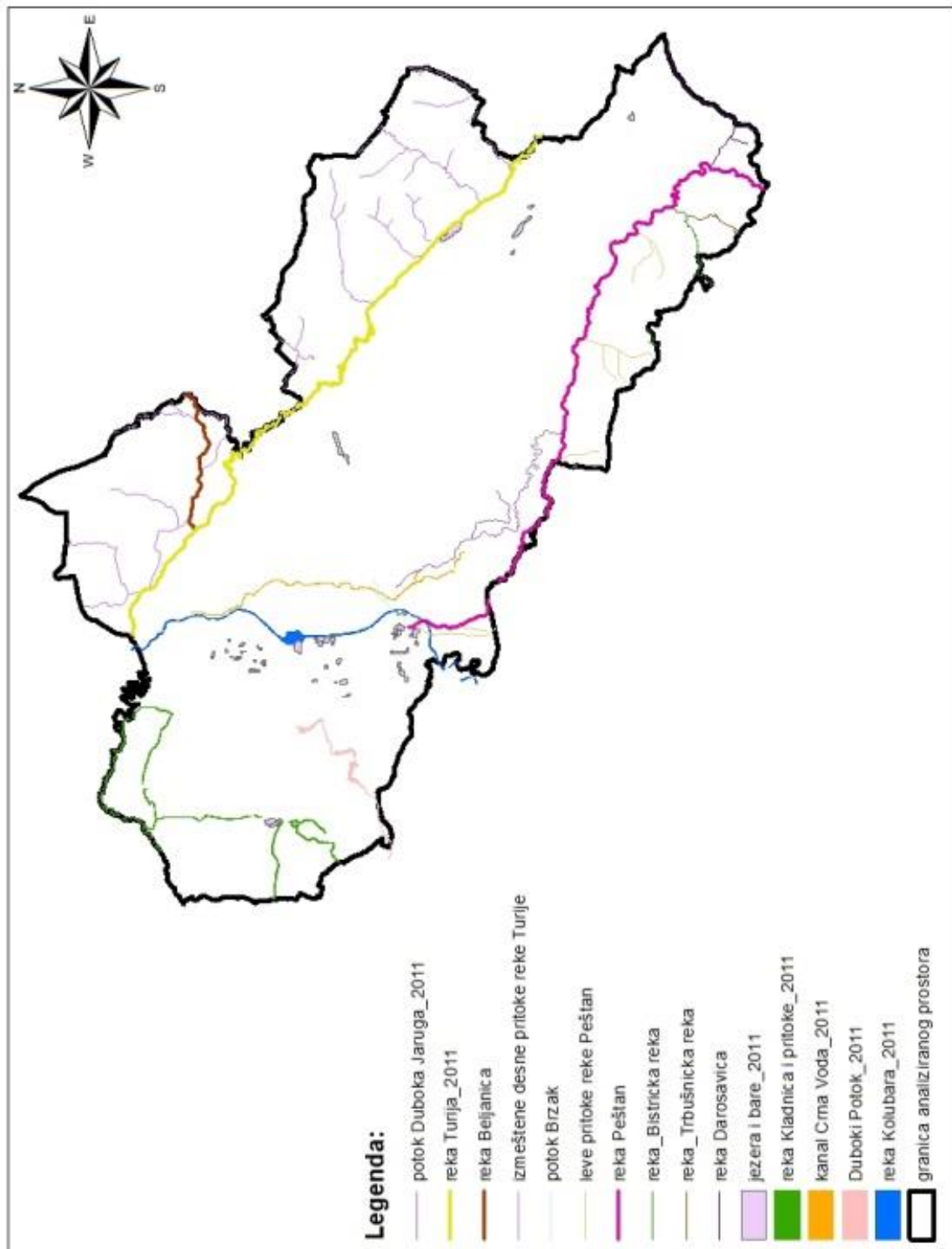
Прилог 11. Приказ хидрографске мреже у ArcGIS-у 1991. година



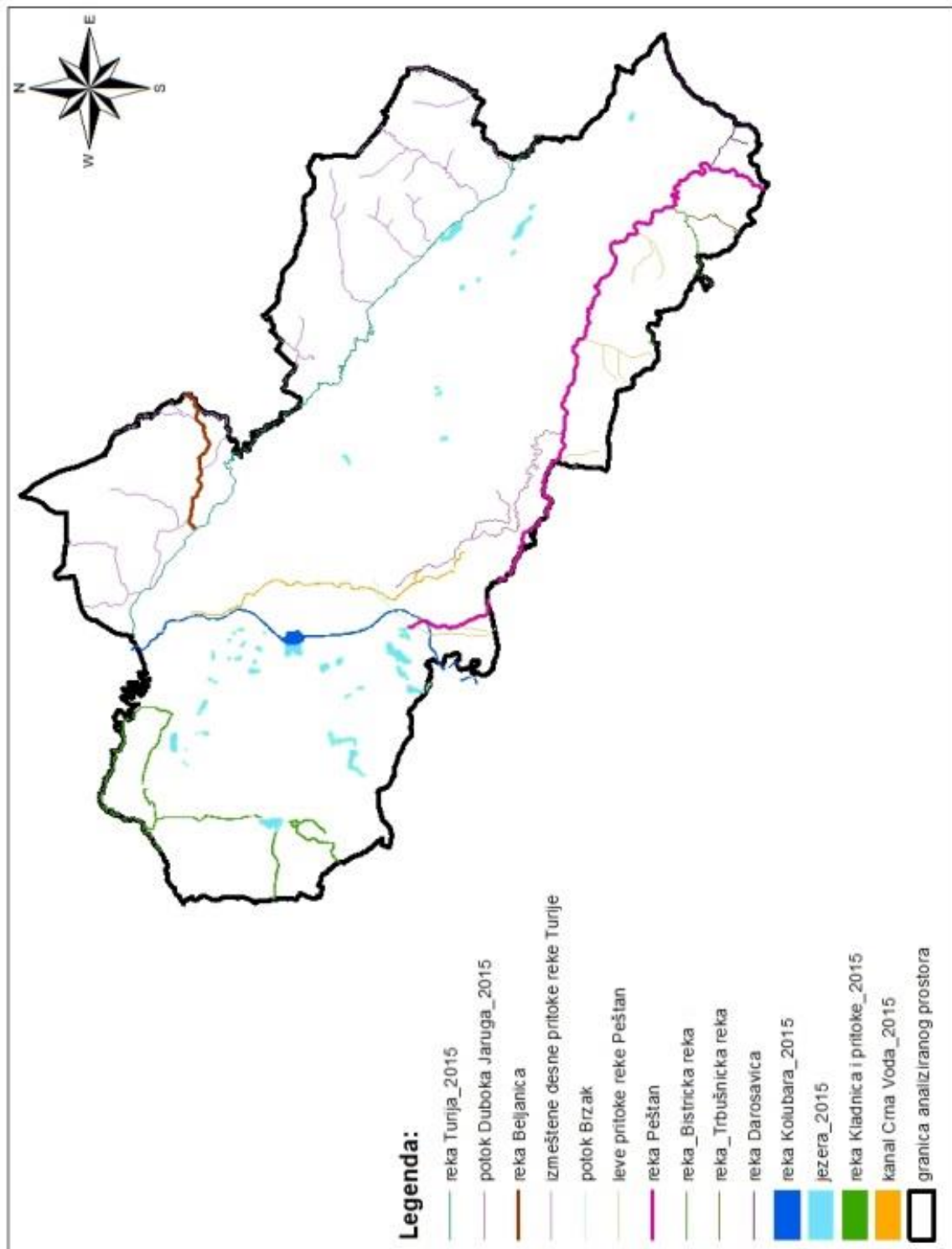
Прилог 12. Приказ хидрографске мреже у ArcGIS-у 2001. година



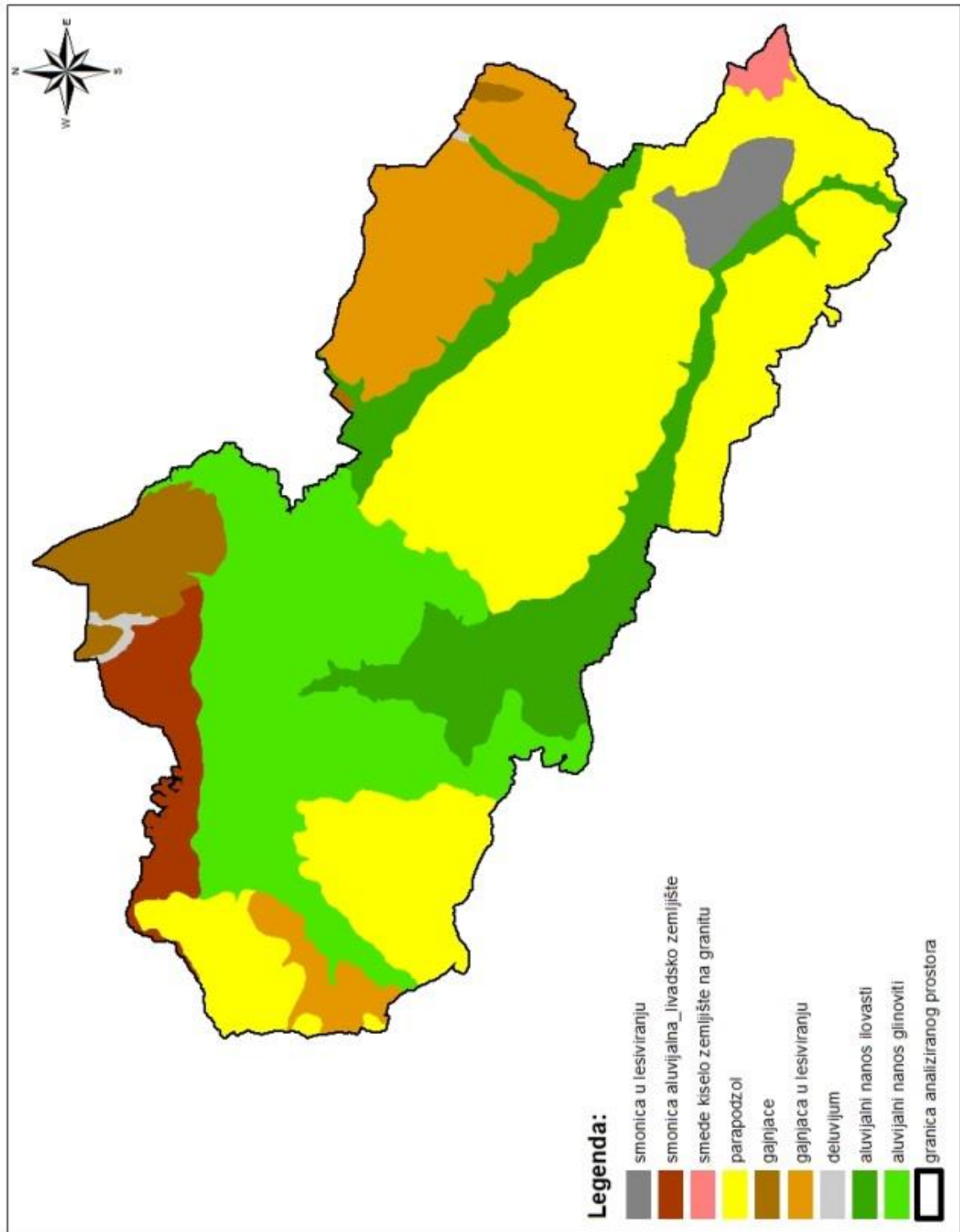
Прилог 13. Приказ хидрографске мреже у ArcGIS-у 2011. година



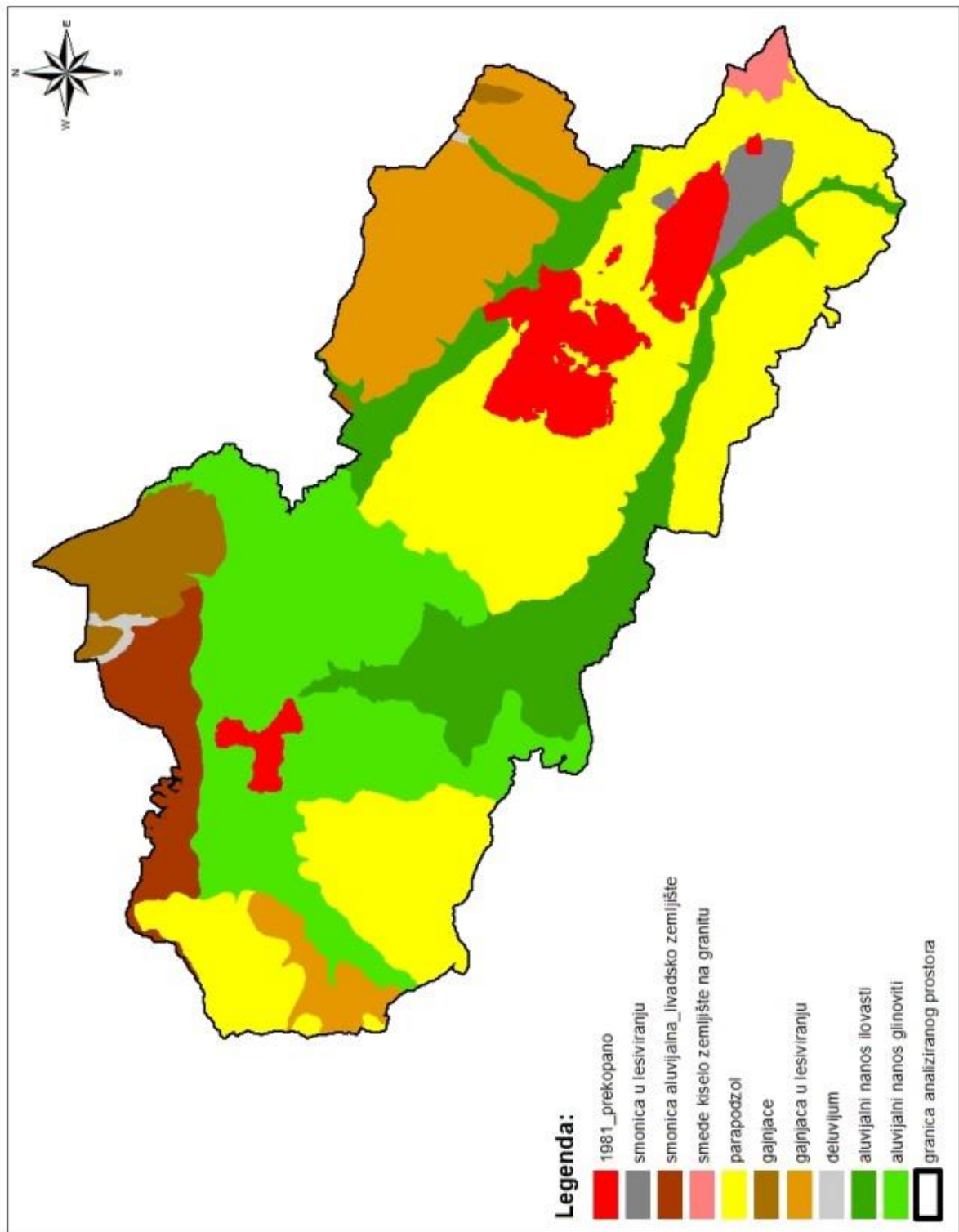
Прилог 14. Приказ хидрографске мреже у ArcGIS-у 2015. година



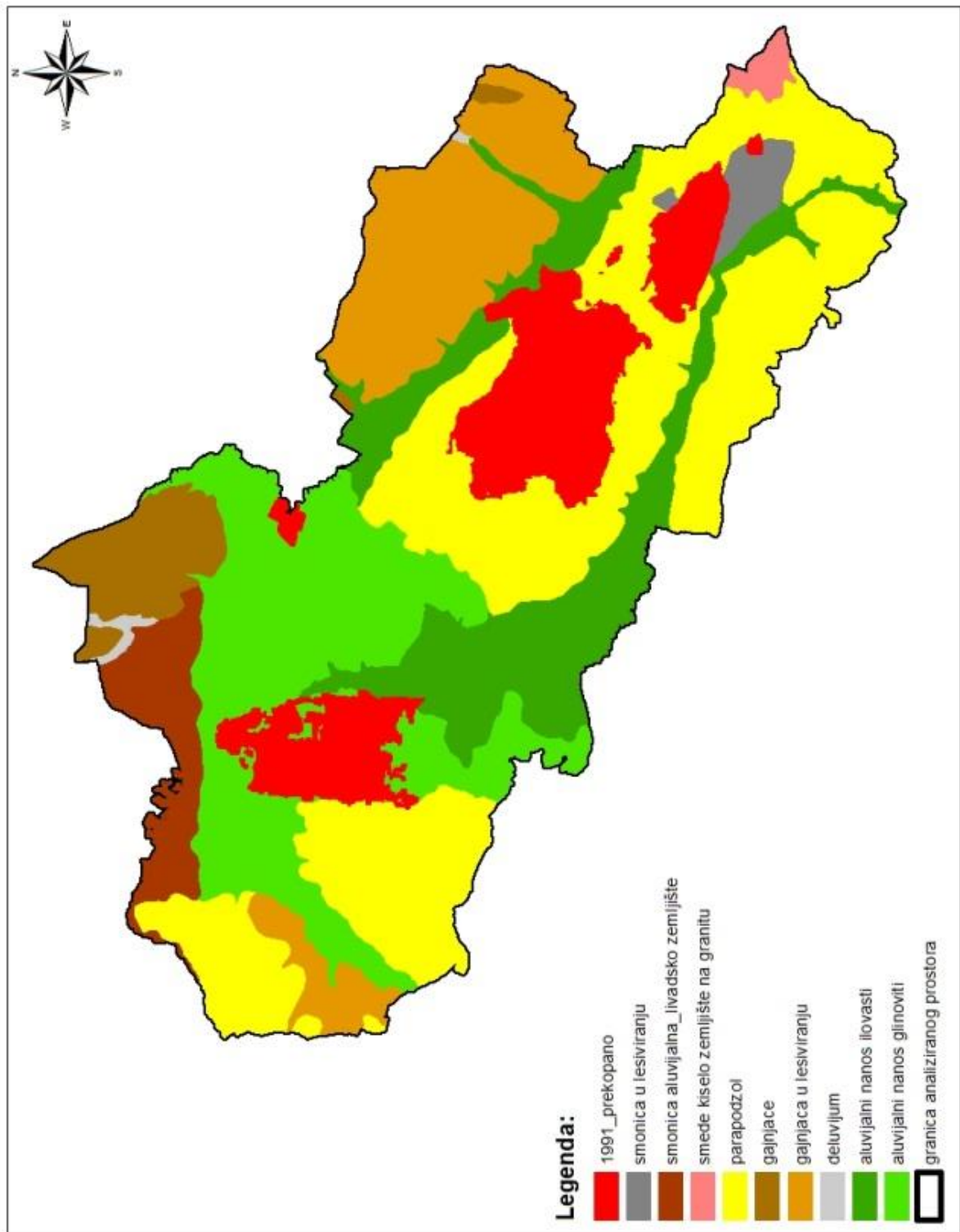
Прилог 15. Приказ стања педолошког покривача пре површинске експлоатације лигнита



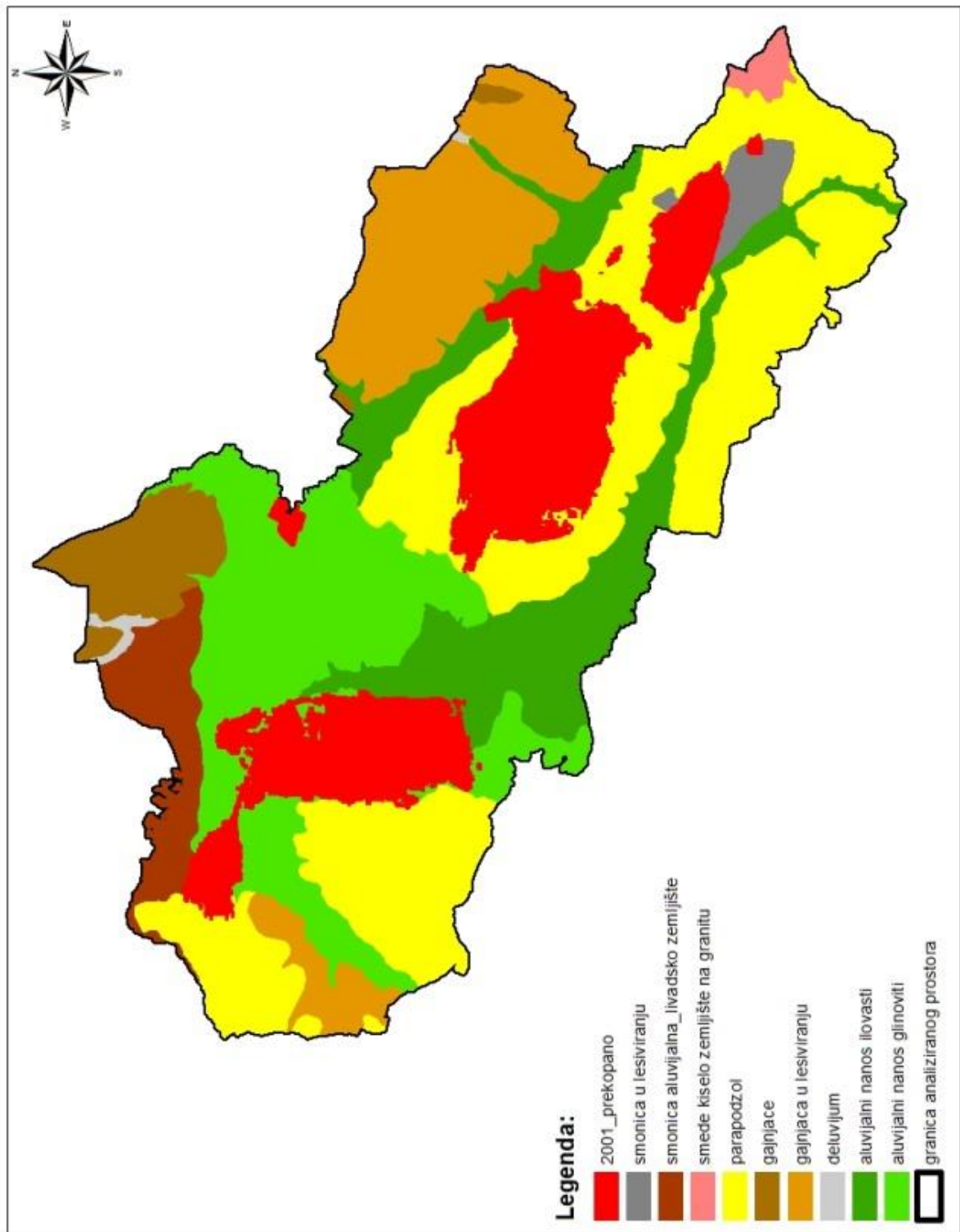
Прилог 16. Приказ стања педолошког покривача 1981. година



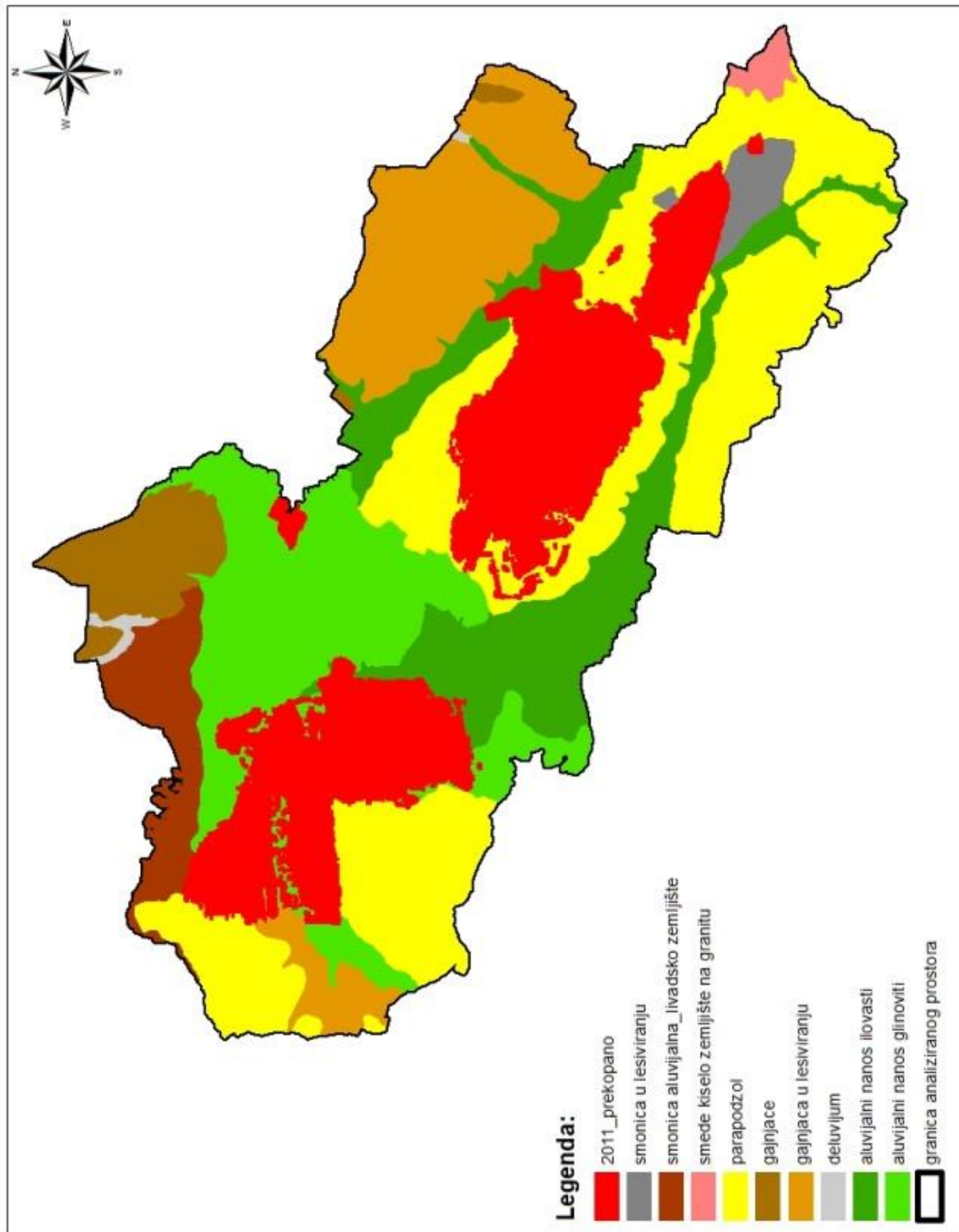
Прилог 17. Приказ стања педолошког покривача 1991. година



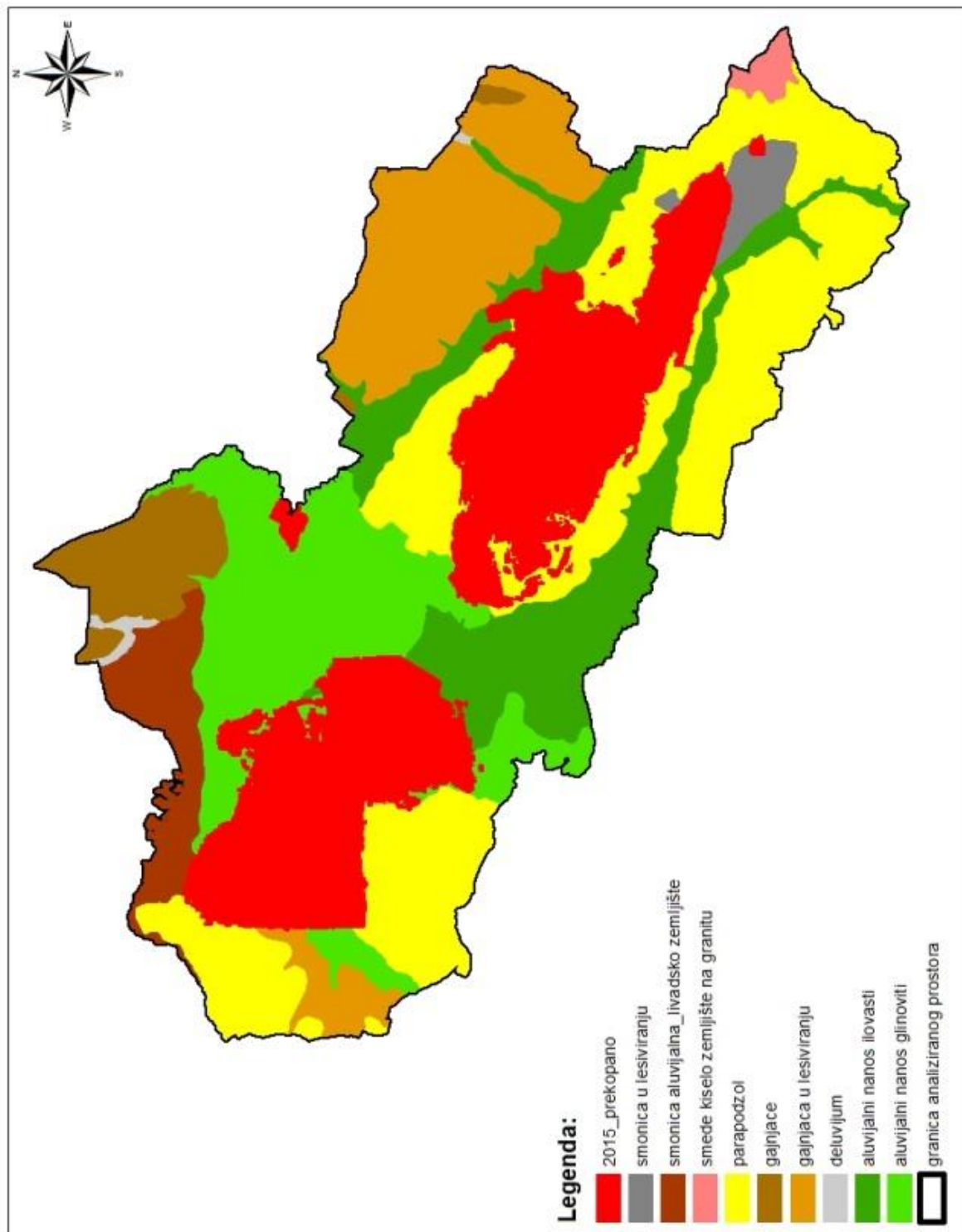
Прилог 18. Приказ стања педолошког покривача 2001. година



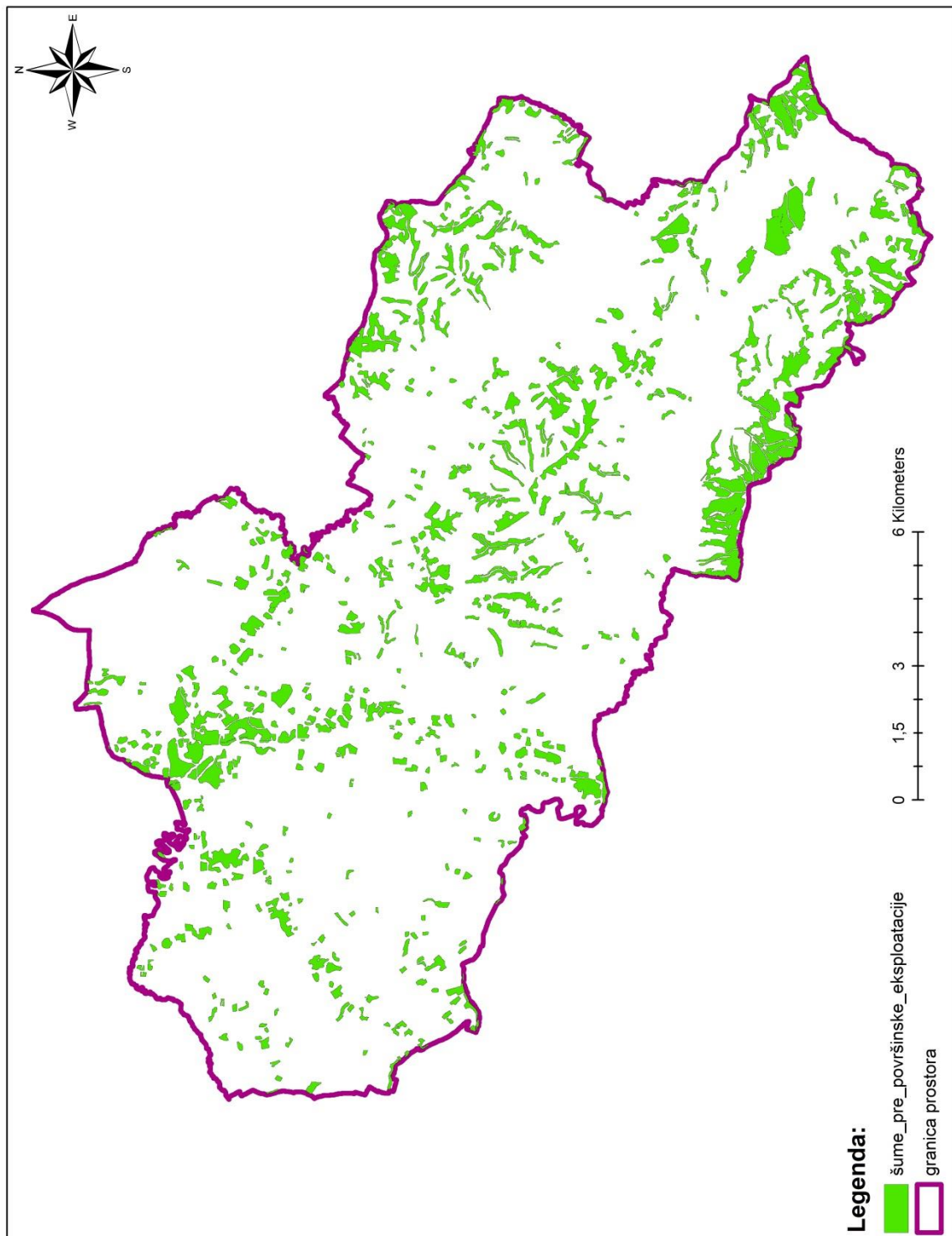
Прилог 19. Приказ стања педолошког покривача 2011. година



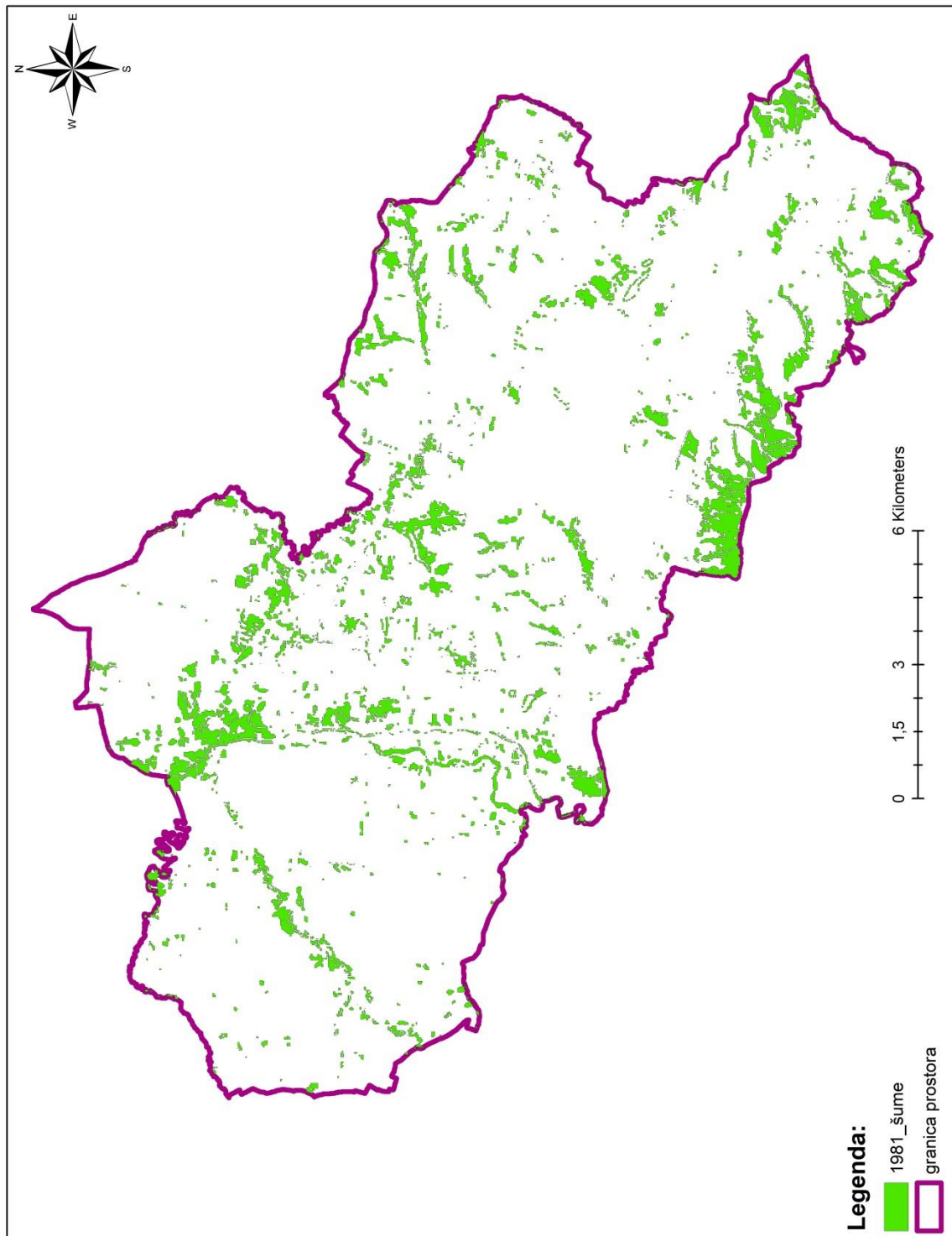
Прилог 20. Приказ стања педолошког покривача 2015. година



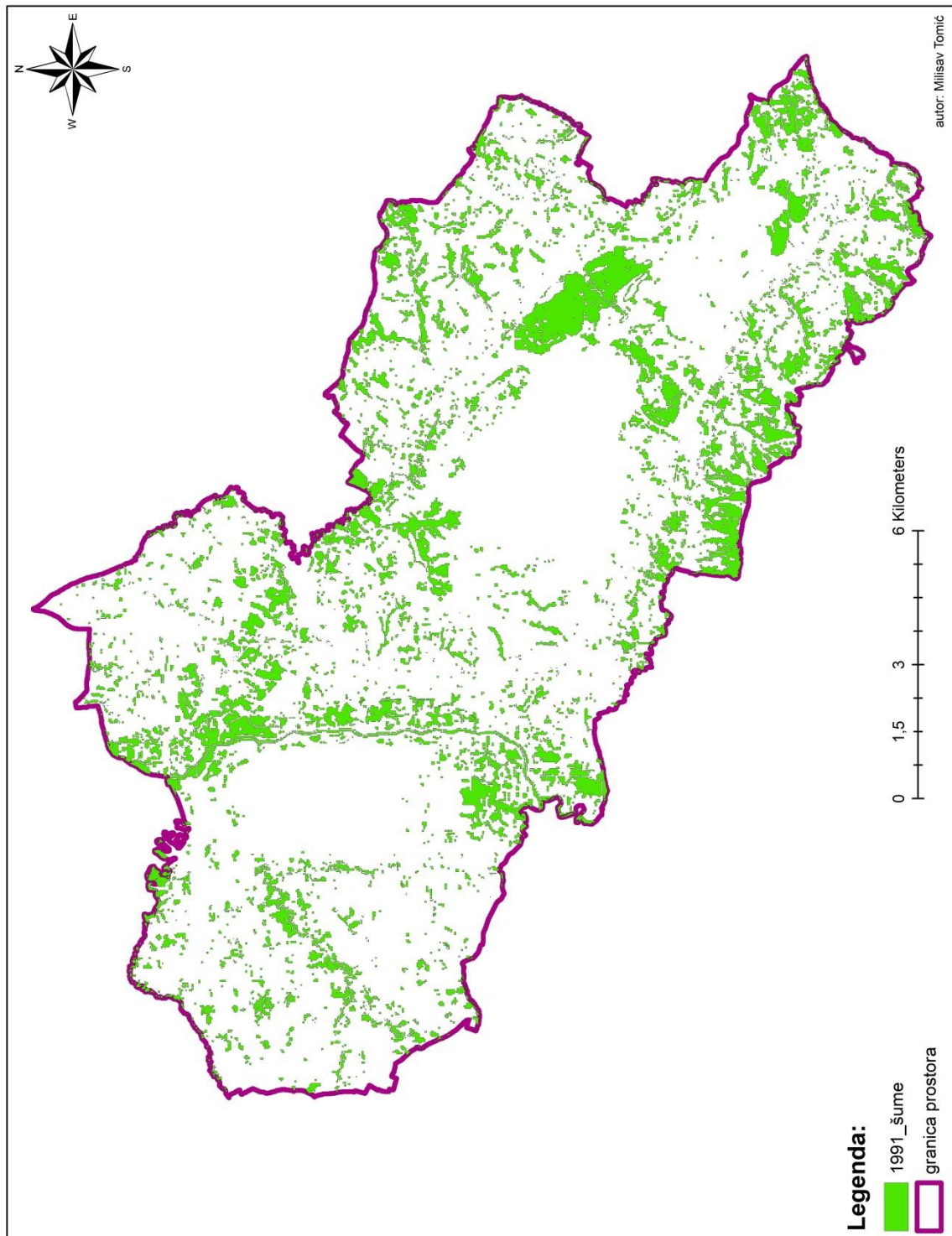
Прилог 21. Стање површина под шумама пре почетка површинске експлоатације угља



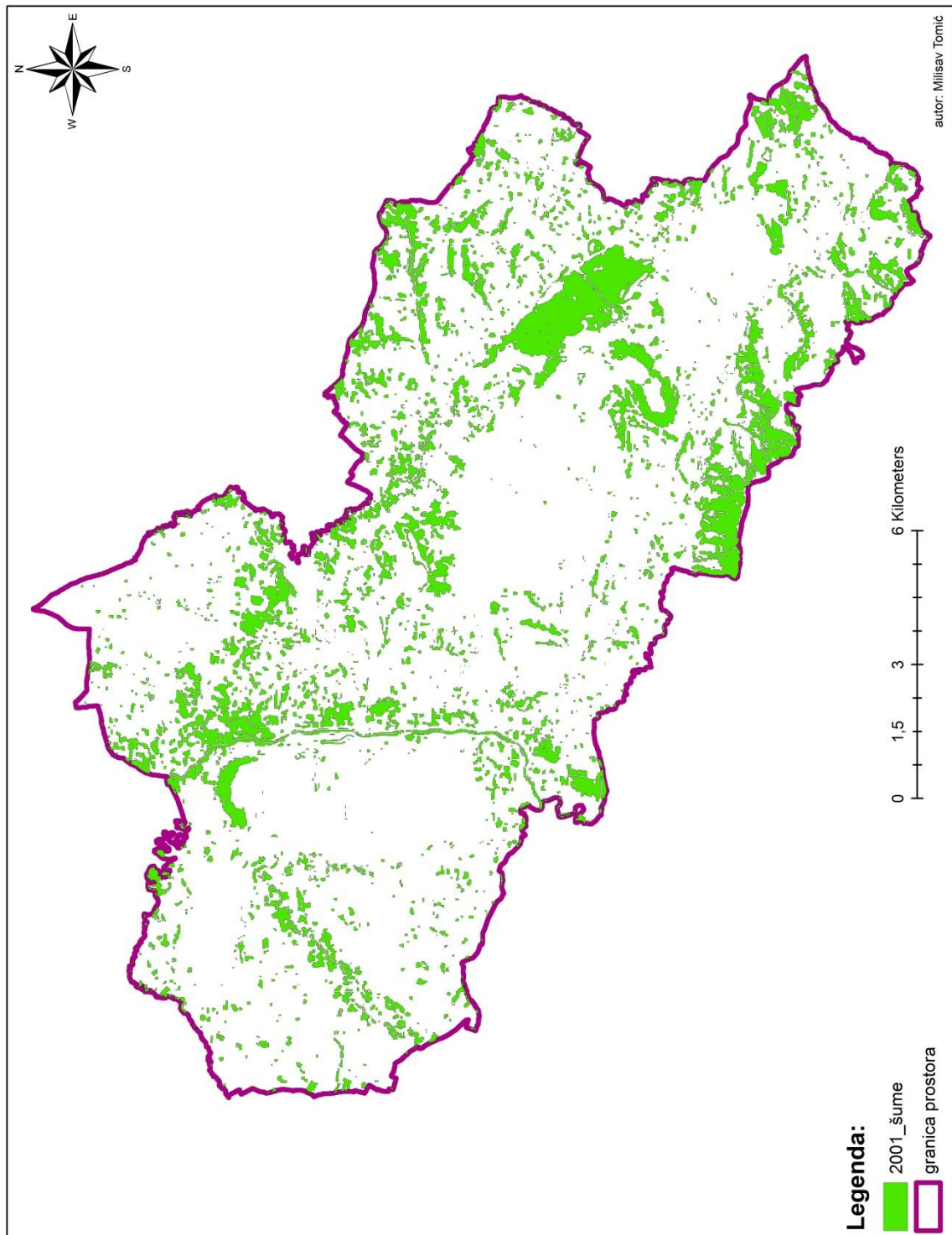
Прилог 22. Стање површина под шумама 1981. година



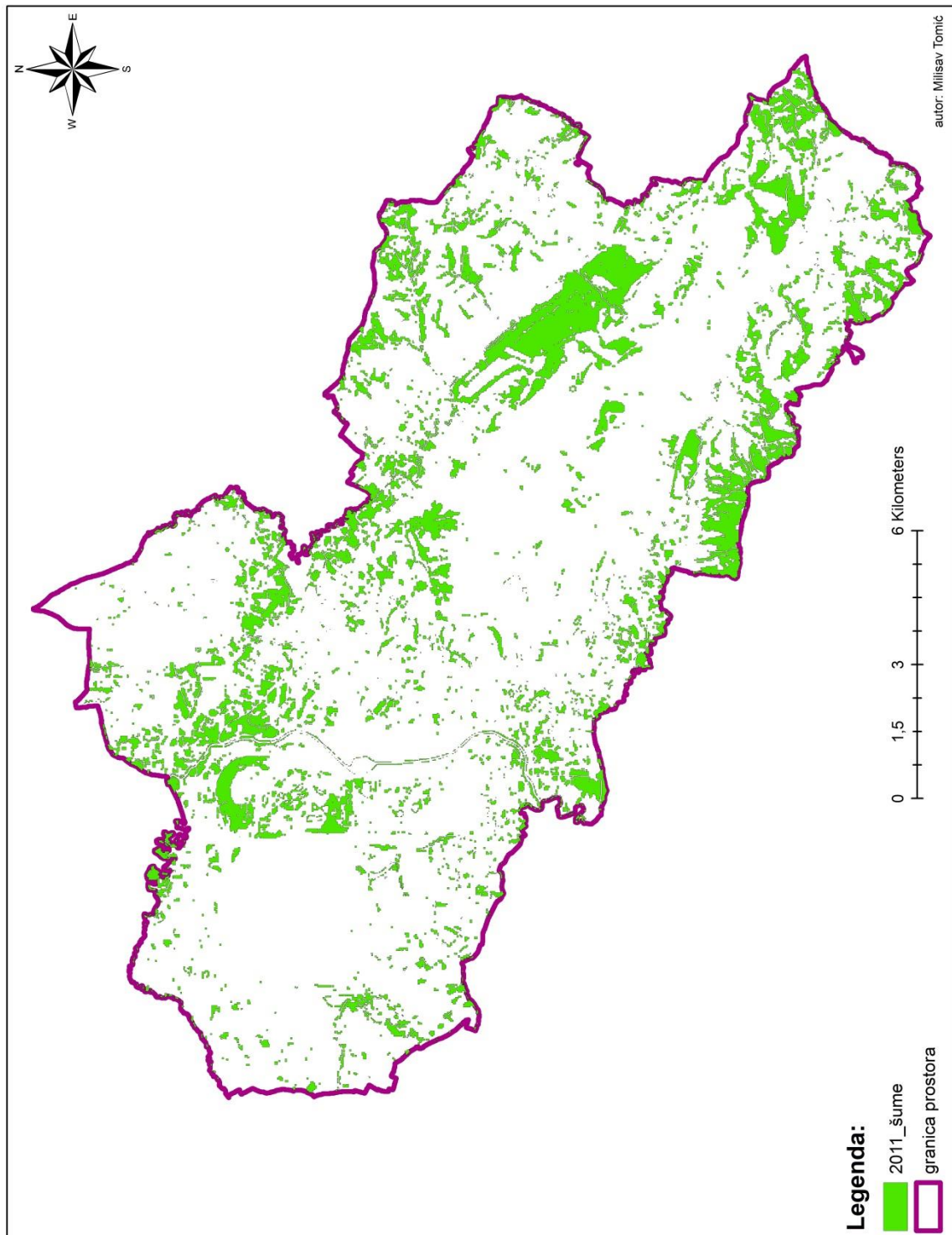
Прилог 23. Стање површина под шумама 1991. година



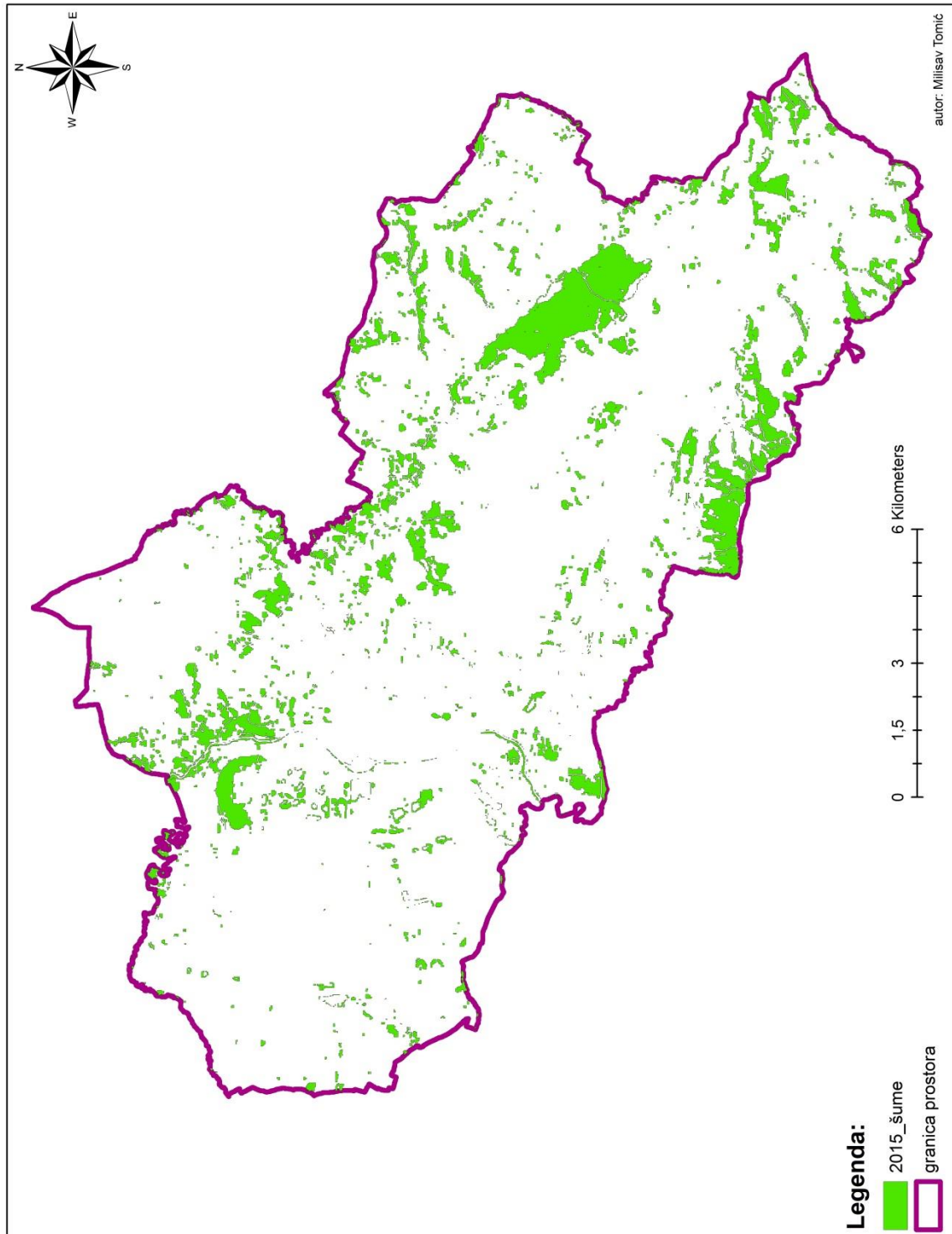
Прилог 24. Стање површина под шумама 2001. година



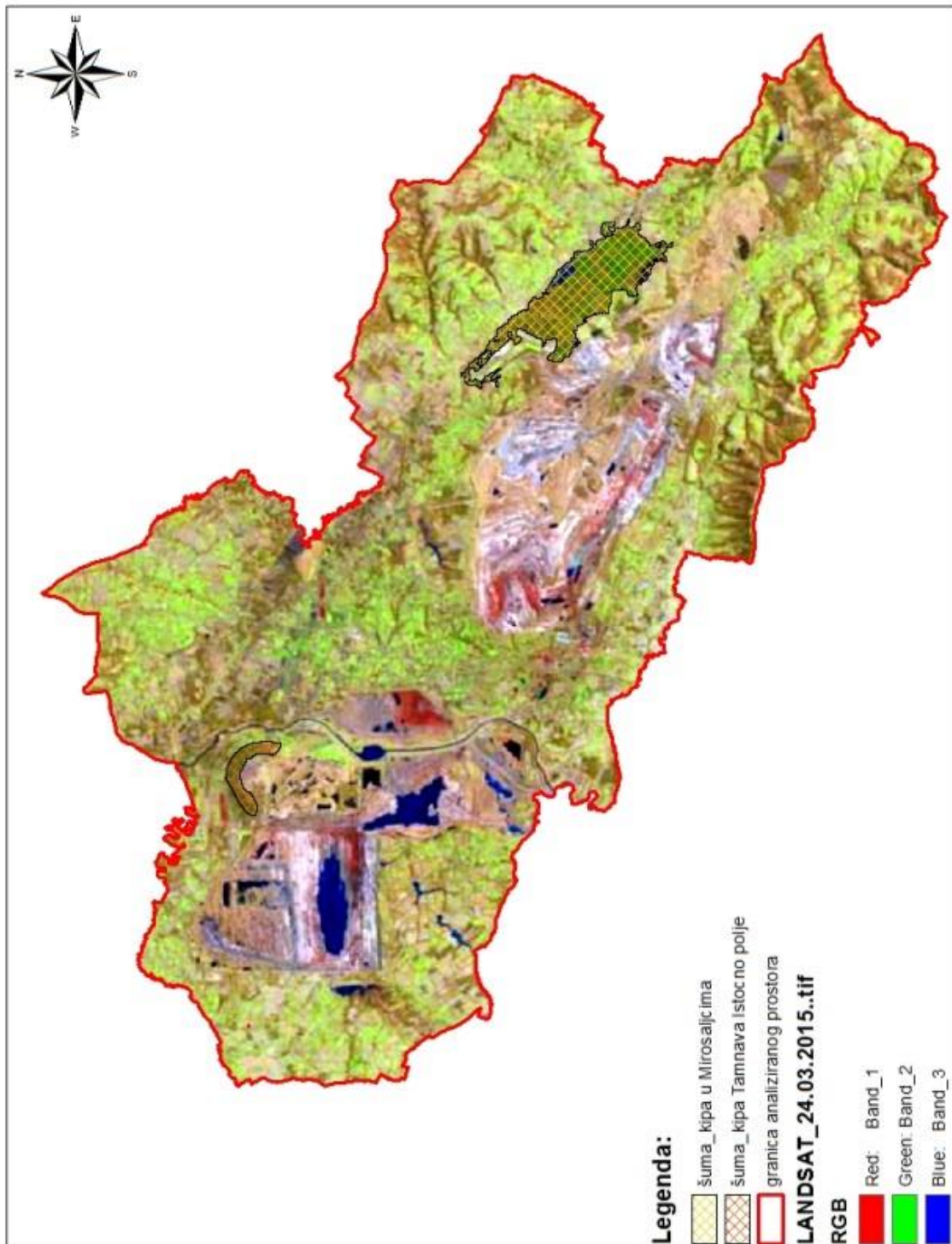
Прилог 25. Стање површина под шумама 2011. година



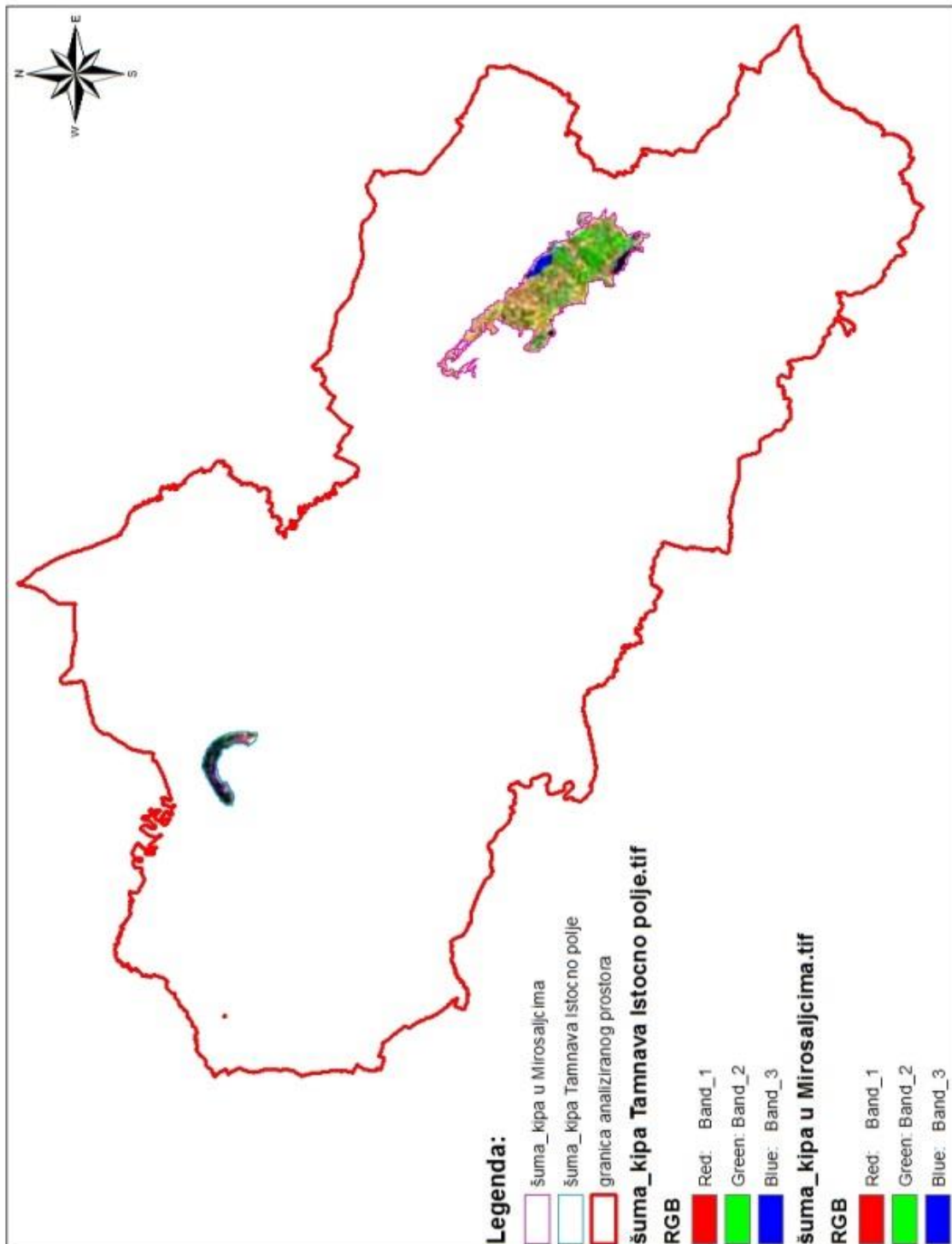
Прилог 26. Стање површина под шумама 2015. година



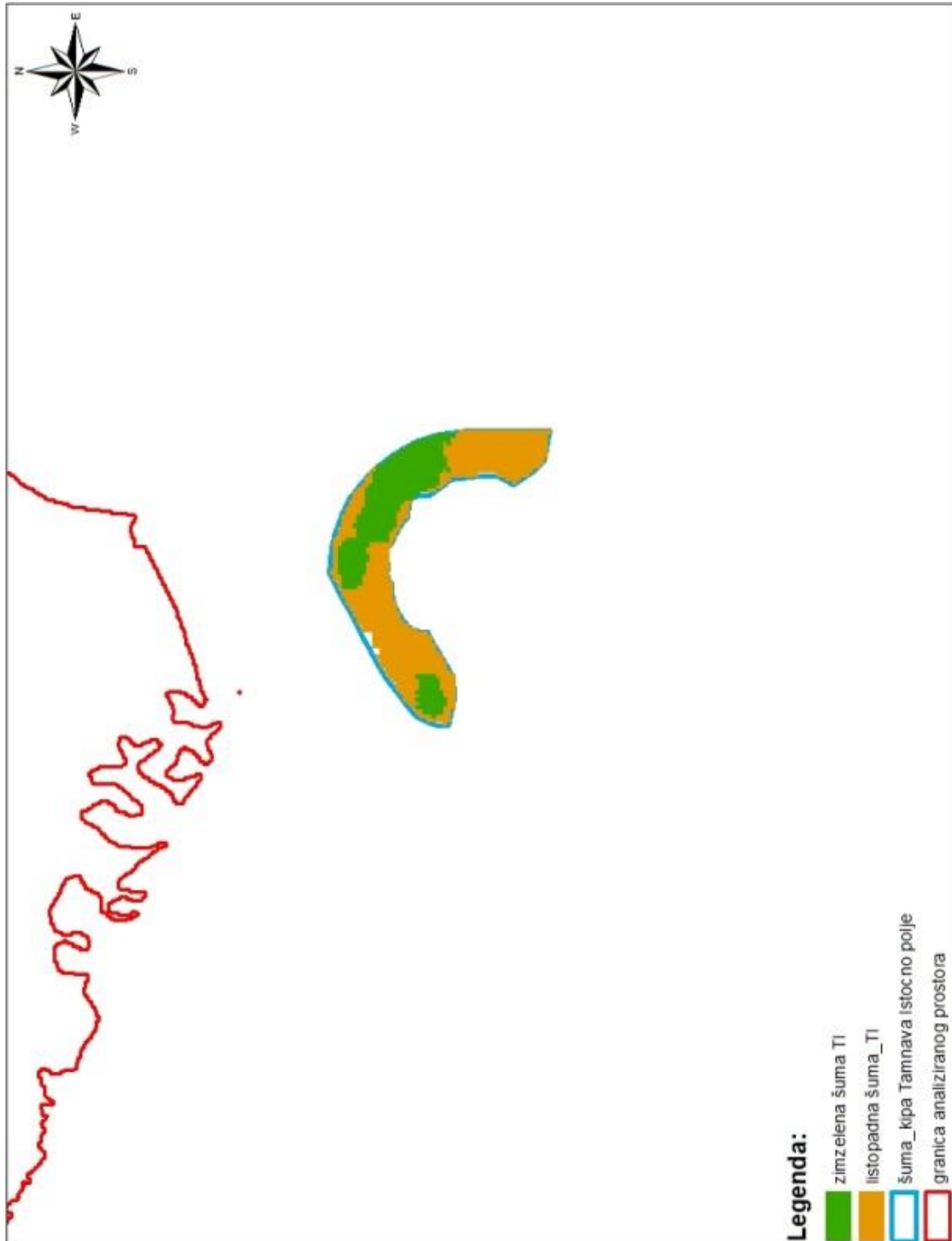
Прилог 27. Приказ пошумљених спољних одлагалишта површинских копова 2015. година



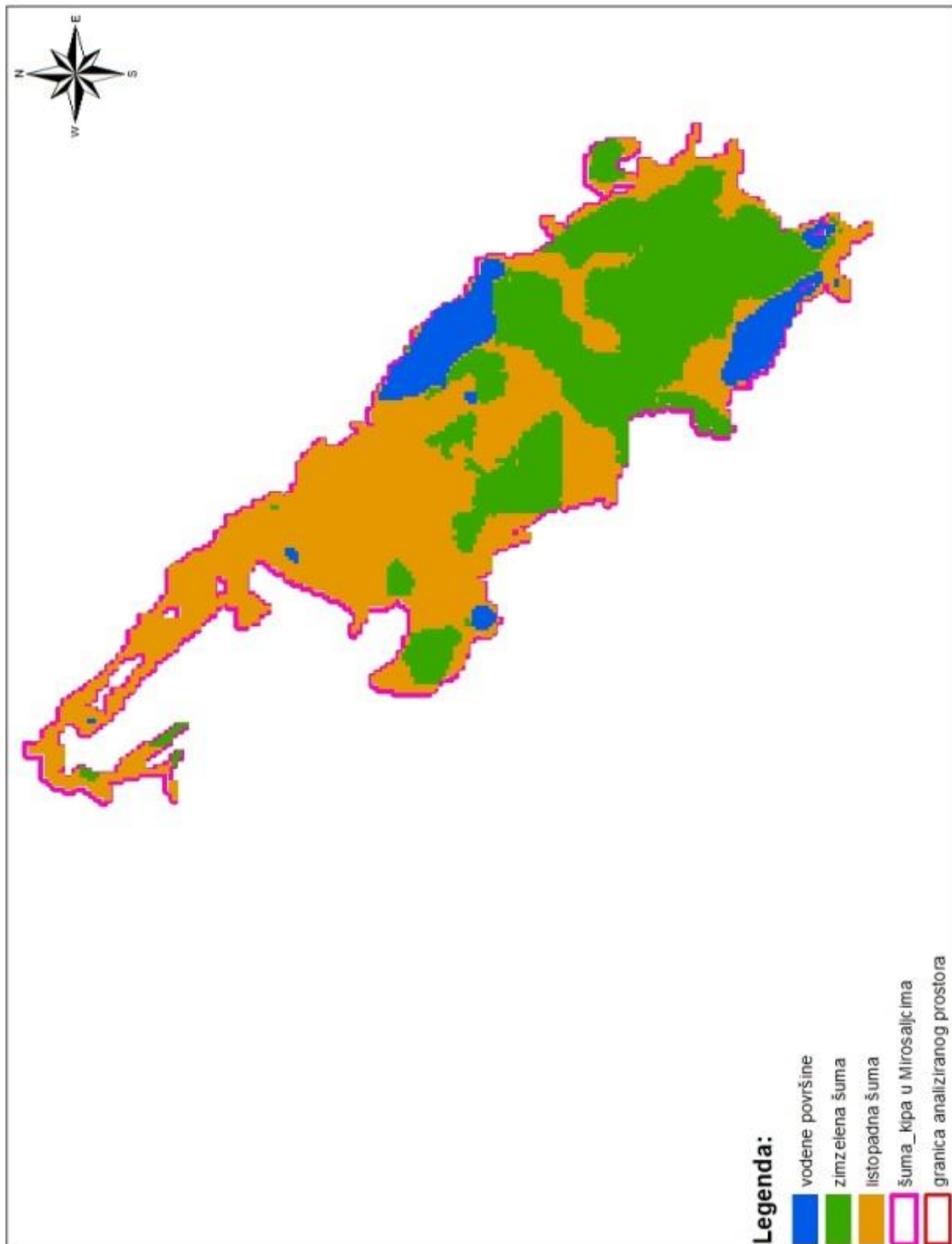
Прилог 28. Издвојена пошумљена спољна одлагалишта површинских копова 2015. година



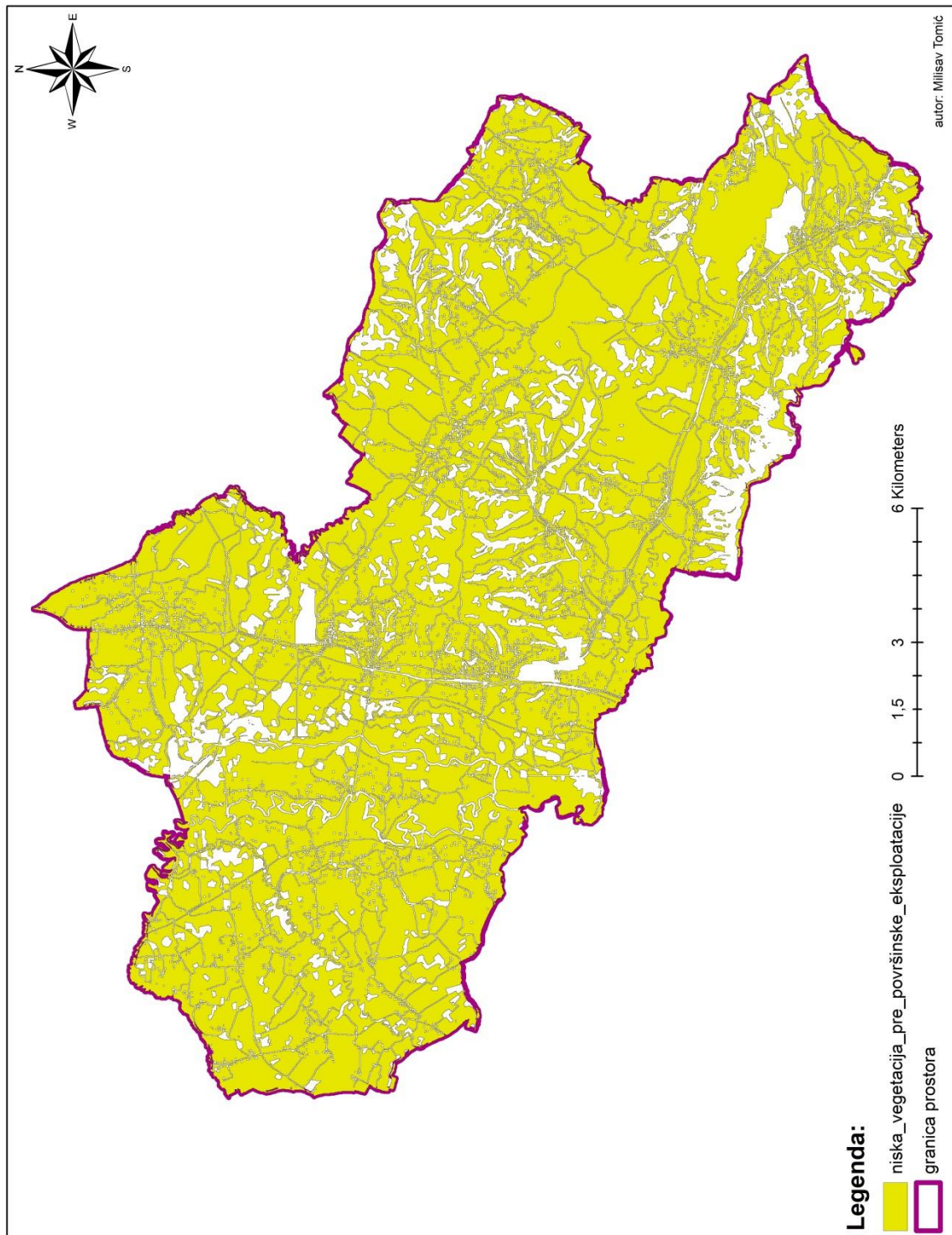
Прилог 29. Издвојене листопадне и зимзелене шуме на спољном одлагалишту Тамнава 2015. година



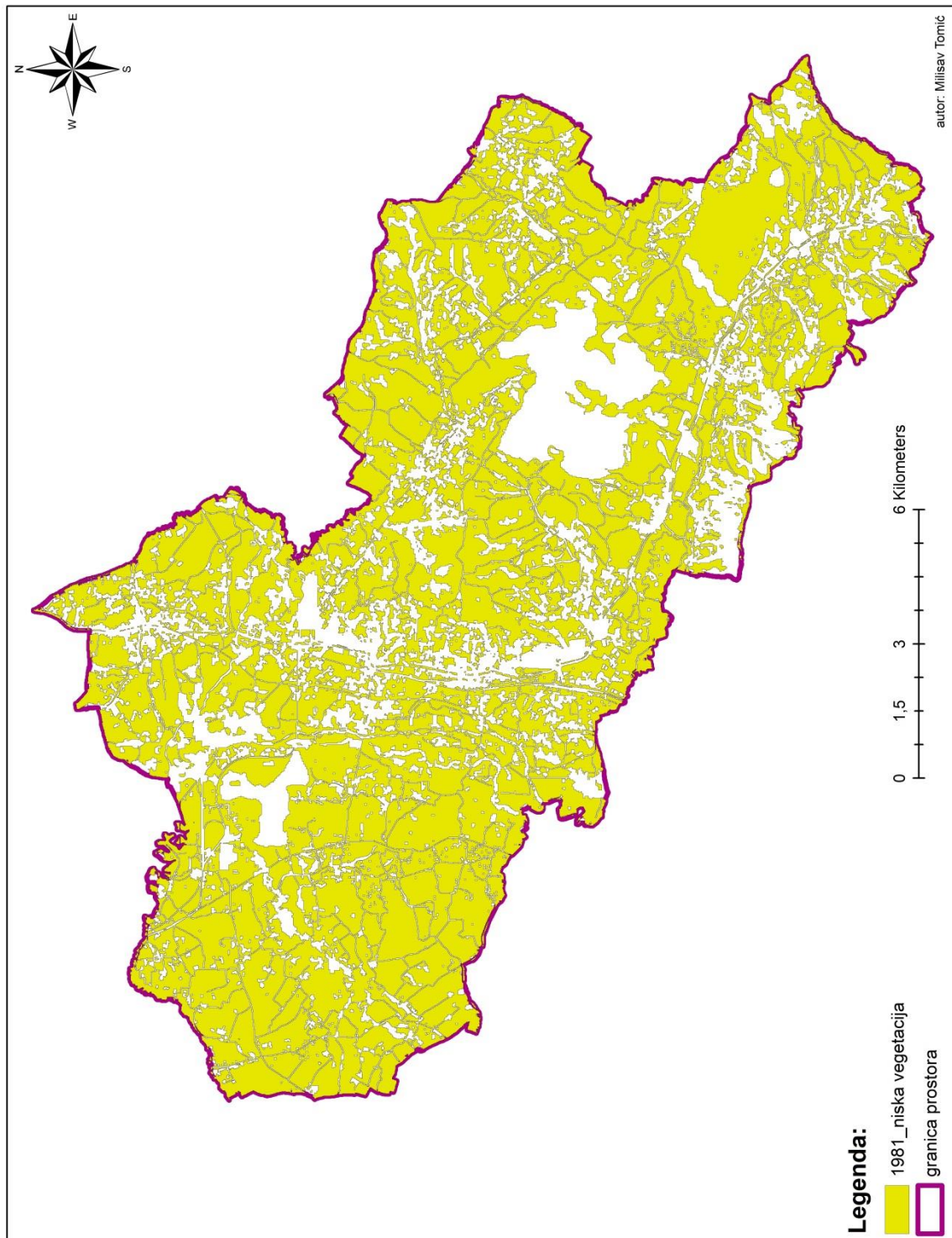
Прилог 30. Издвојене листопадне и зимзелене шуме на спољном одлагалишту у Миросалјцима 2015. година



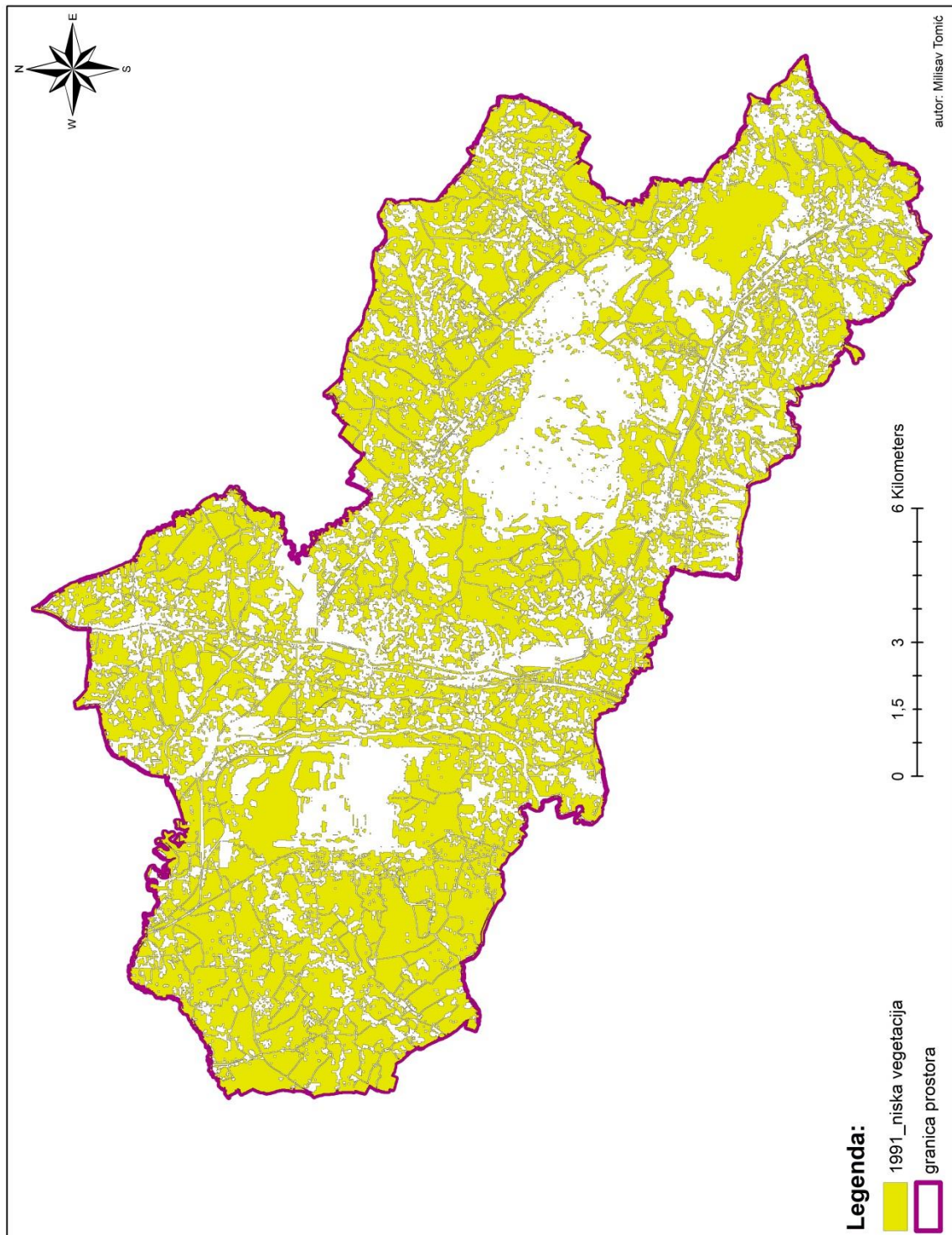
Прилог 31. Стање ниске вегетације пре површинске експлоатације лигнита



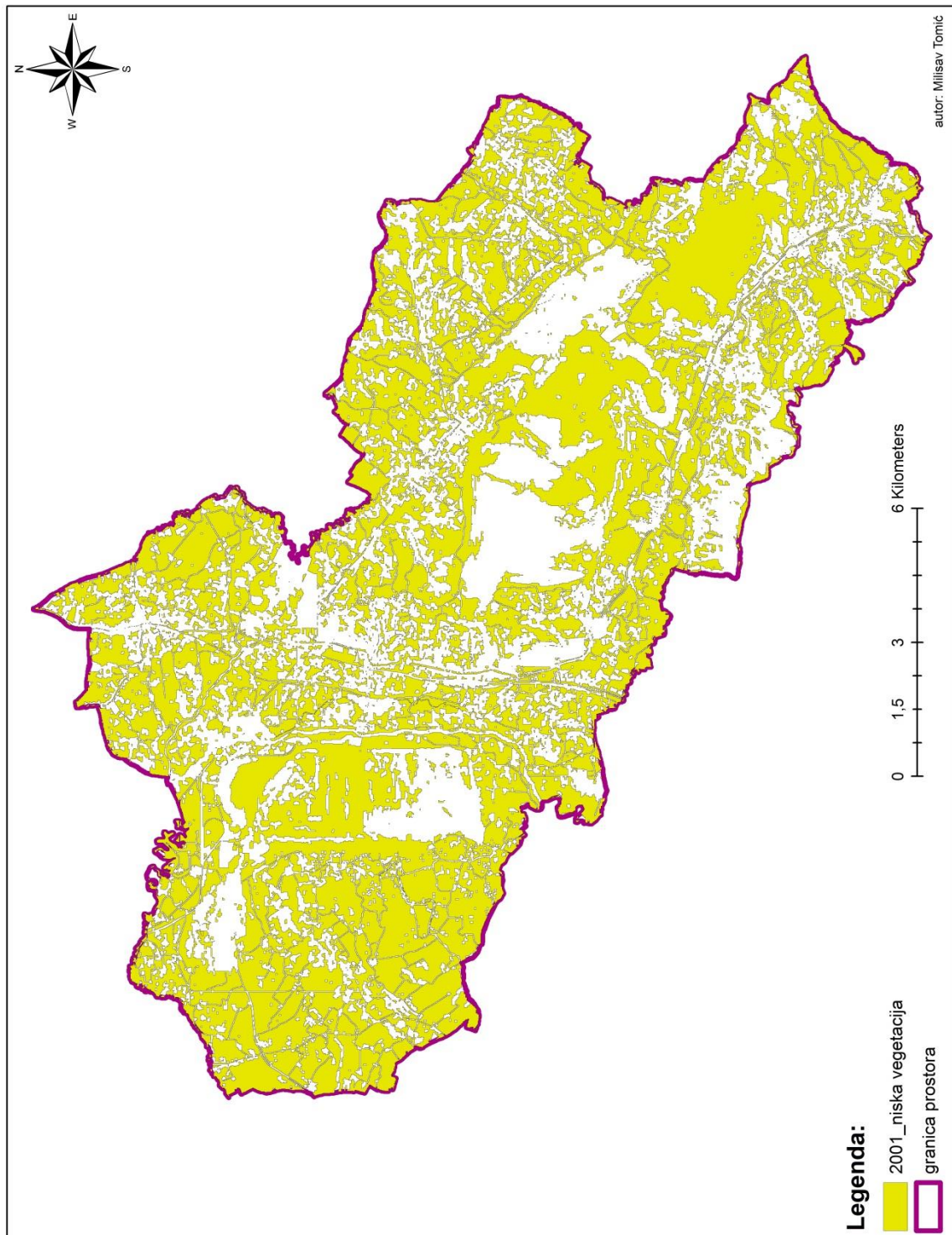
Прилог 32. Стање ниске вегетације 1981. године



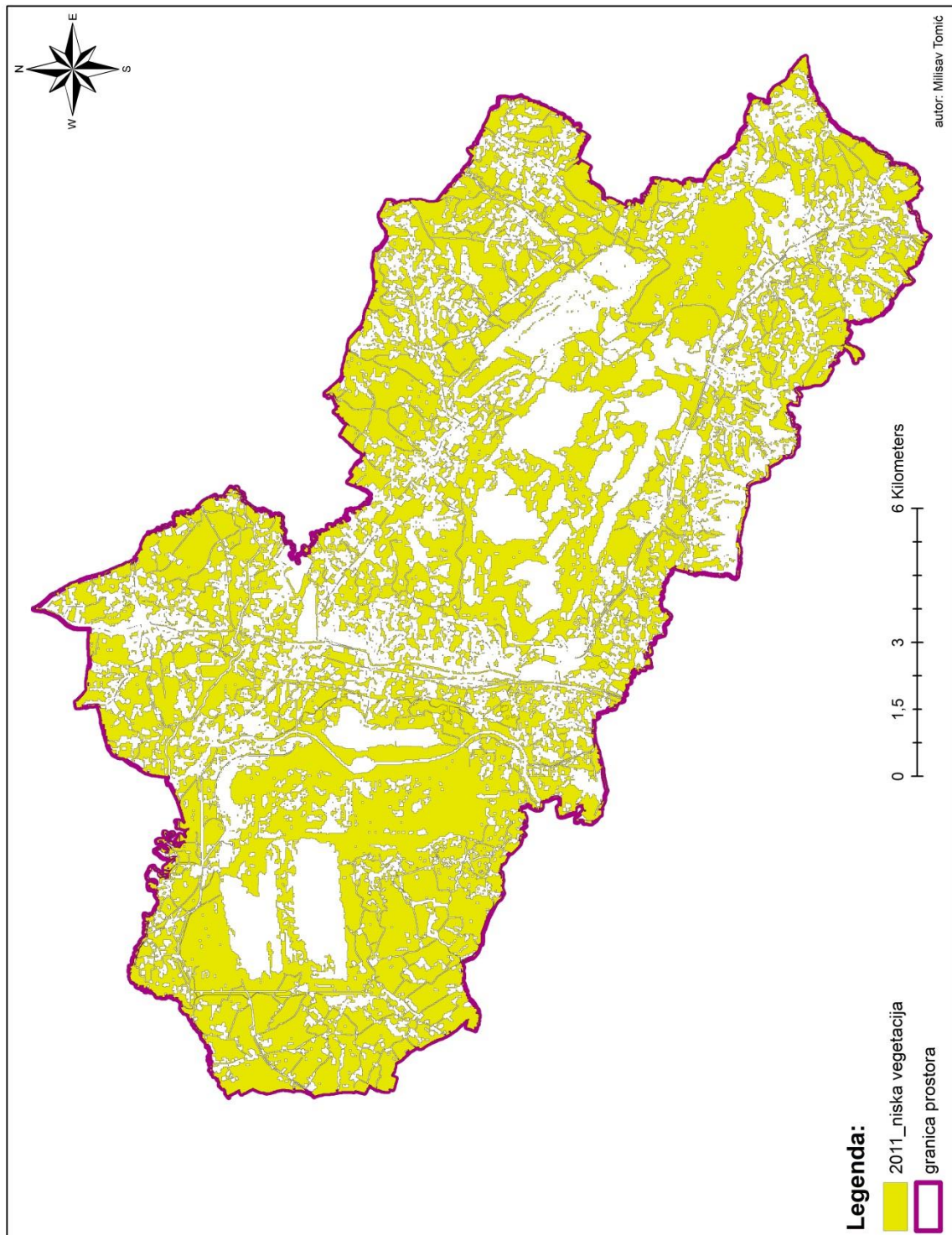
Прилог 33. Стање ниске вегетације 1991. године



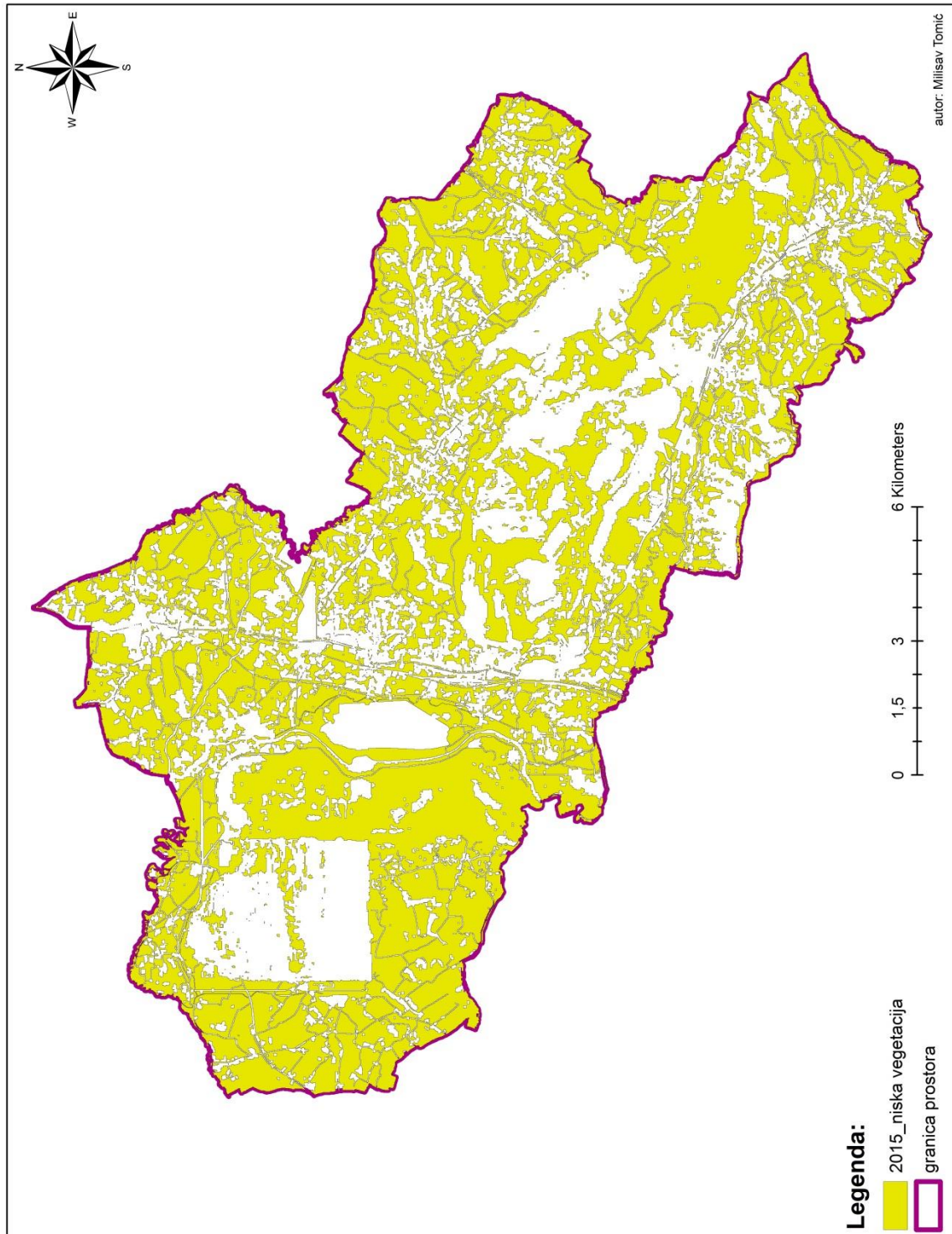
Прилог 34. Стање ниске вегетације 2001. године



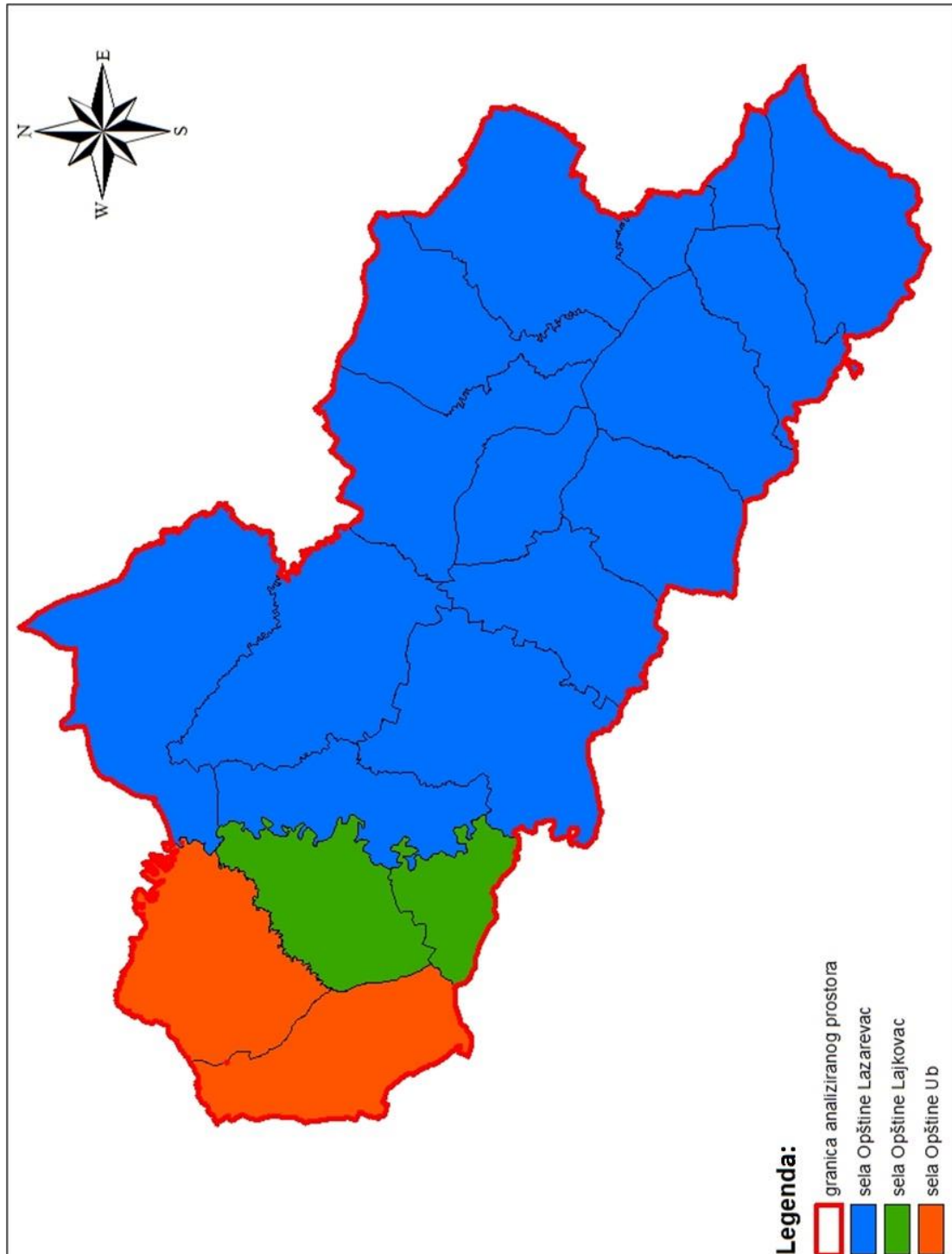
Прилог 35. Стање ниске вегетације 2011. године



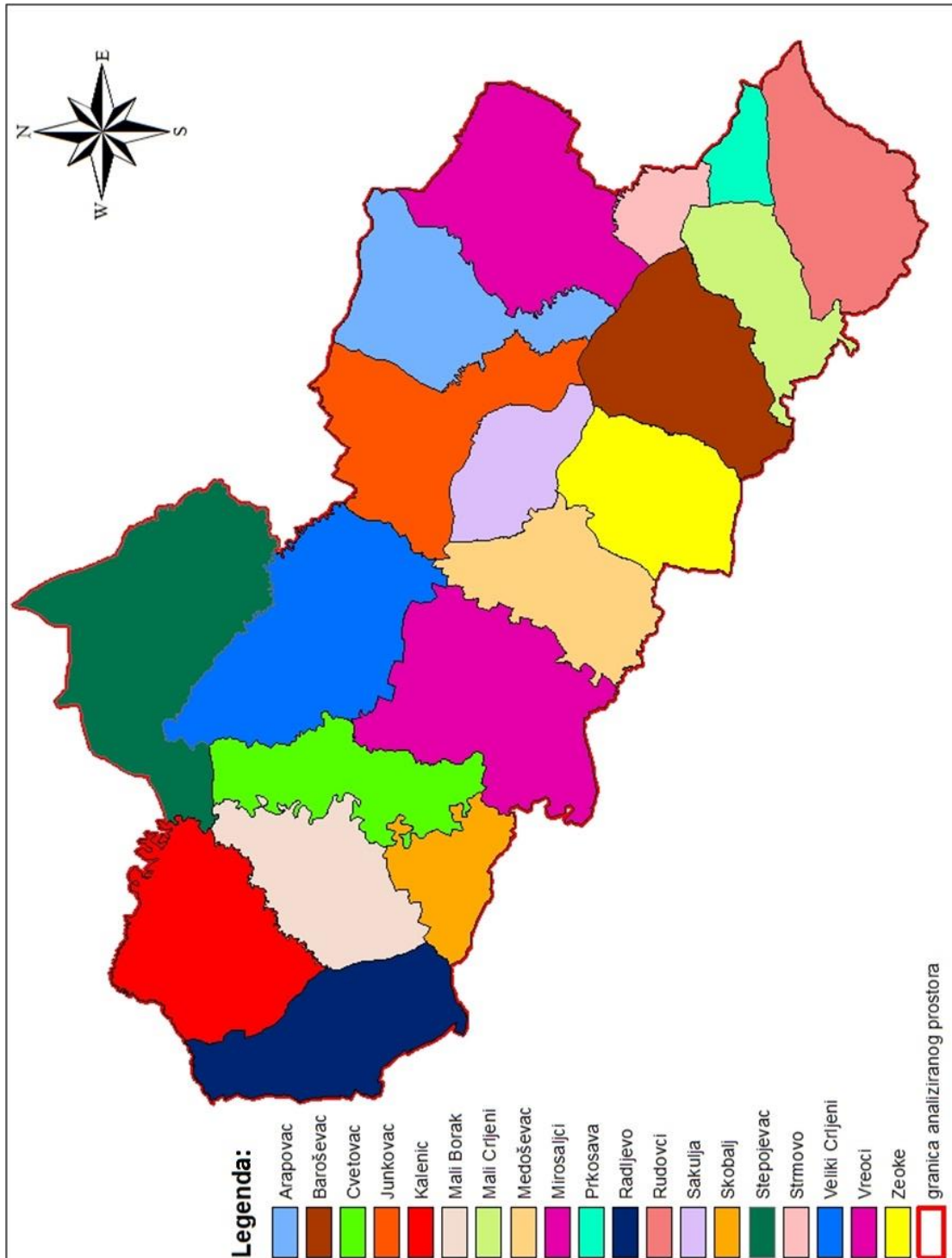
Прилог 36. Стање ниске вегетације 2015. године



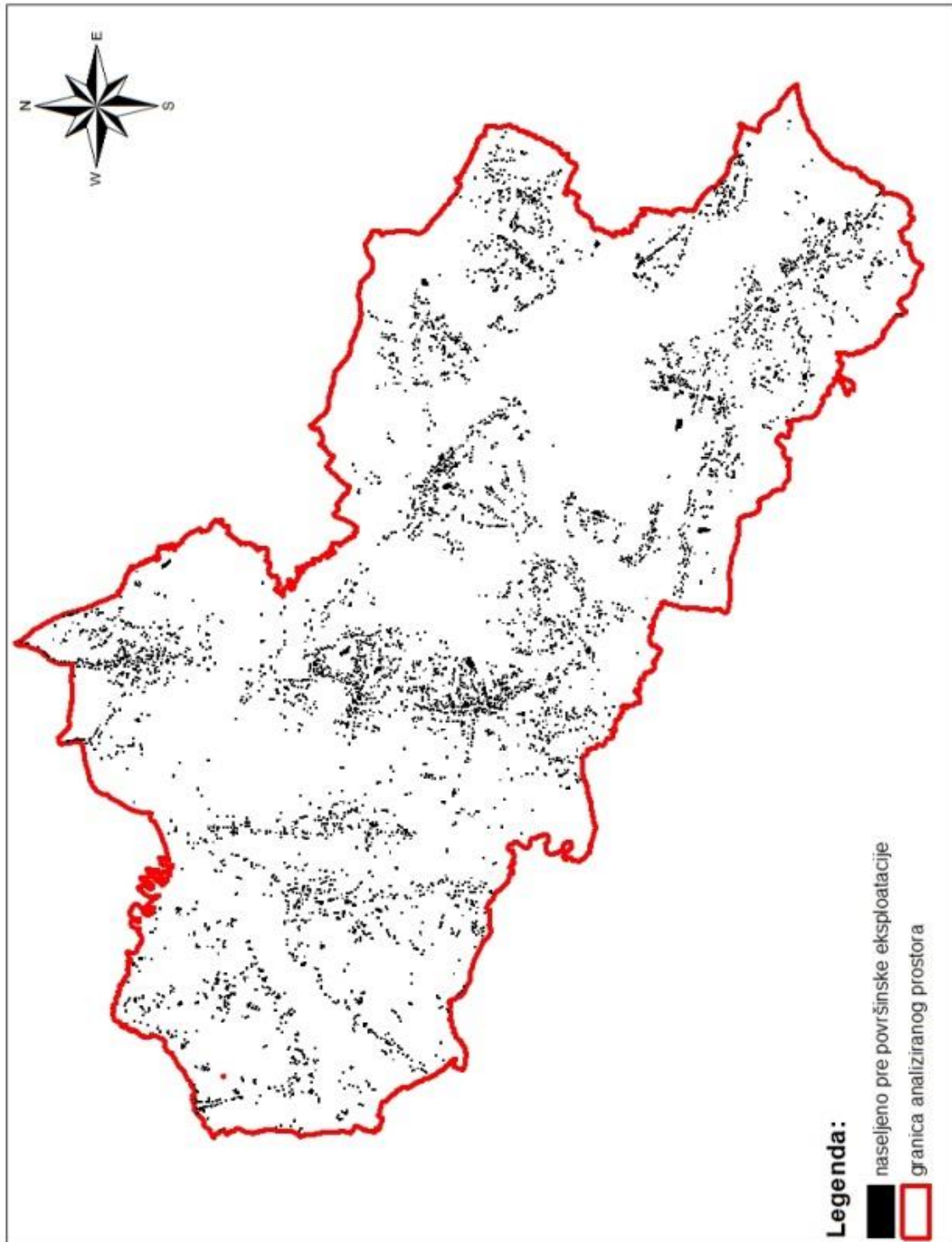
Прилог 37. Насеља по Општинама



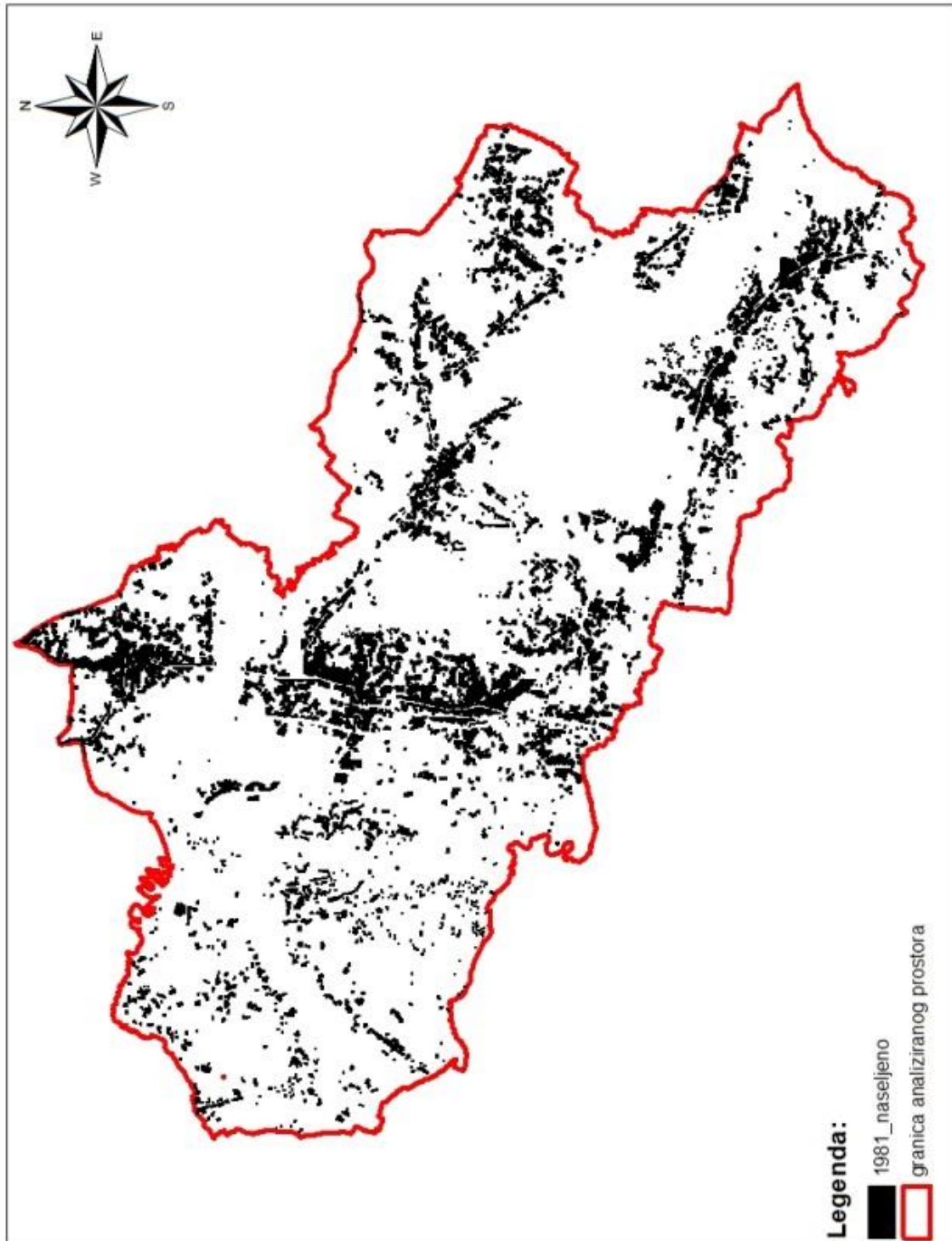
Прилог 38. Насеља анализираниг простора



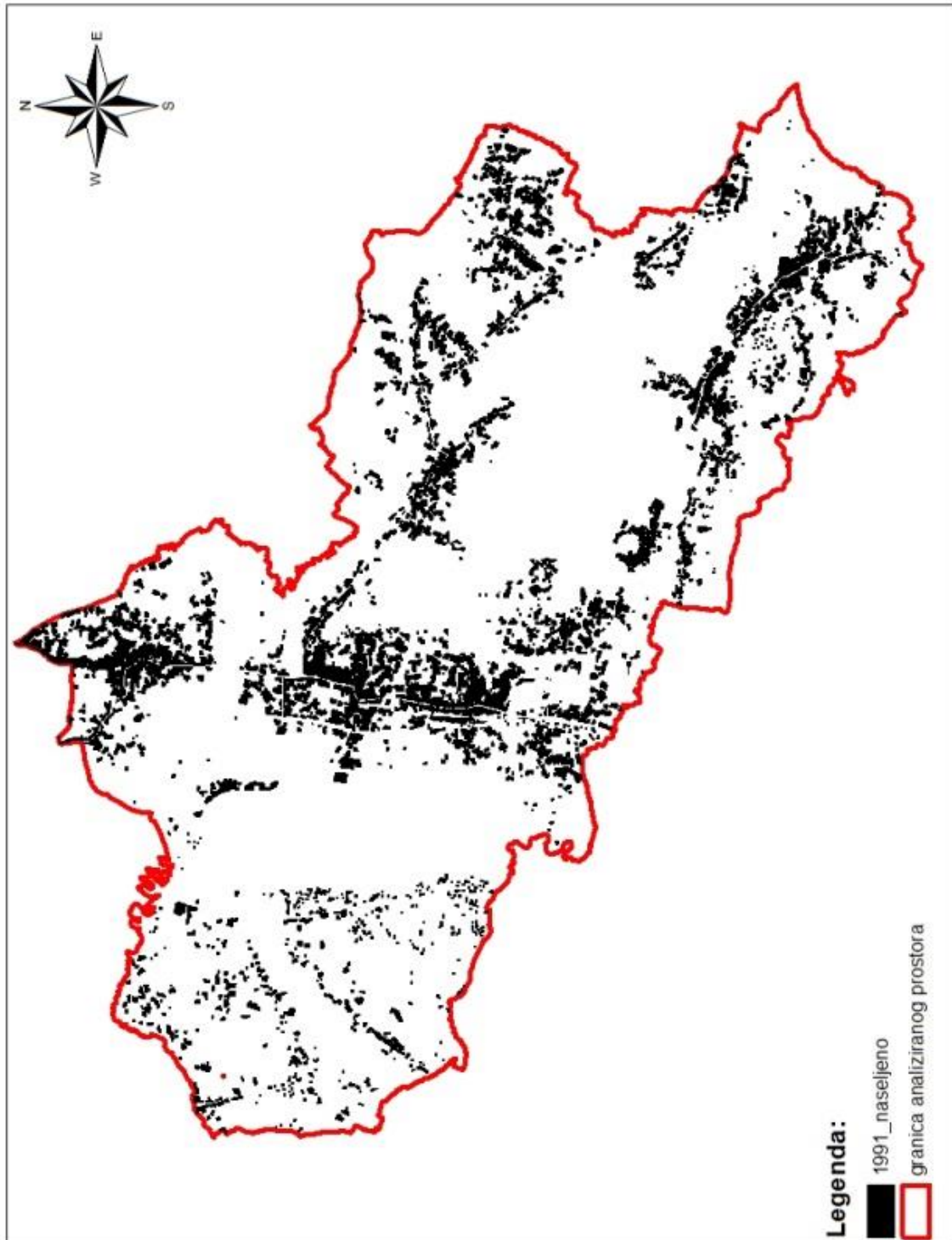
Прилог 39. Изграђене површине пре површинске експлоатације лигнита



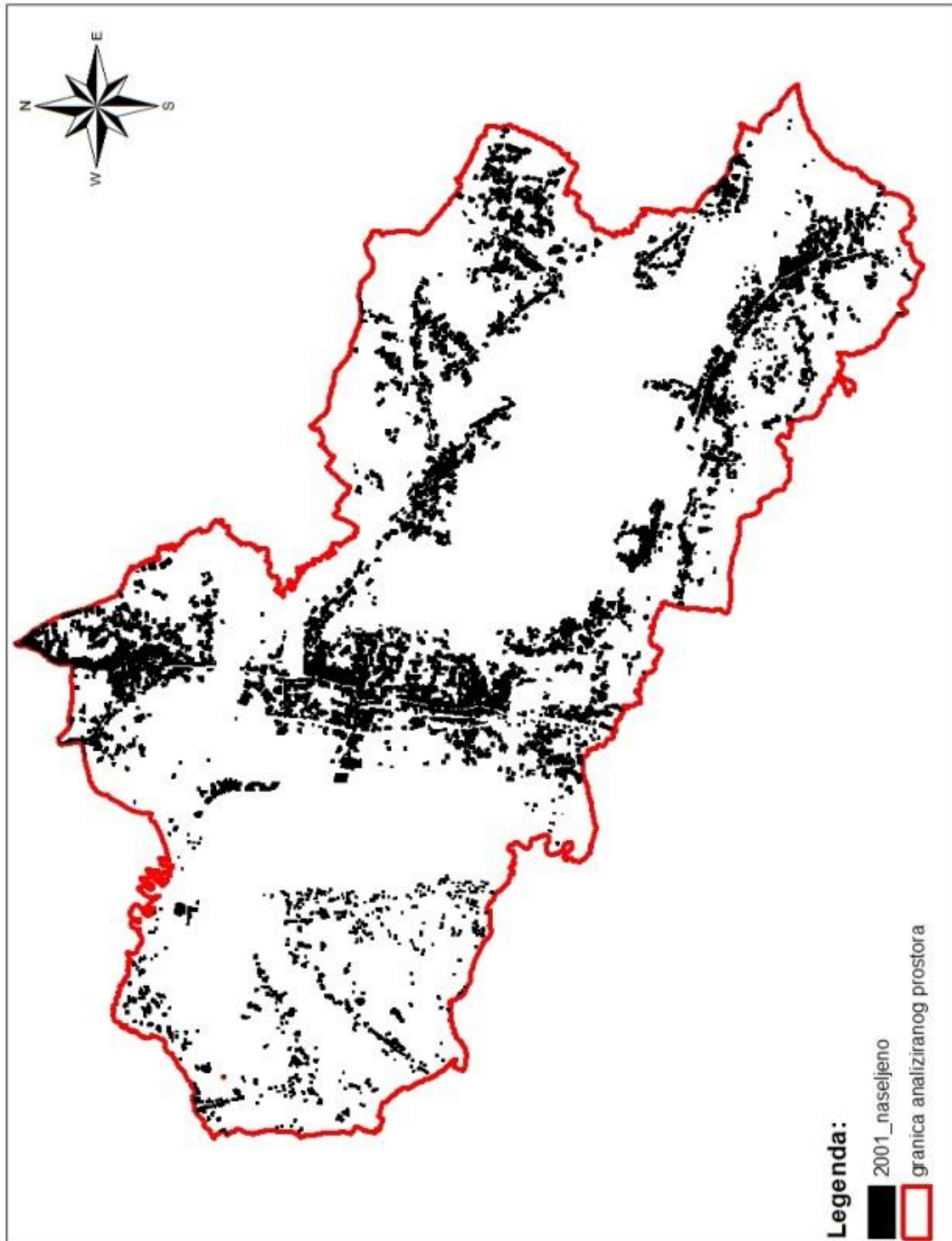
Прилог 40. Изграђене површине 1981. године



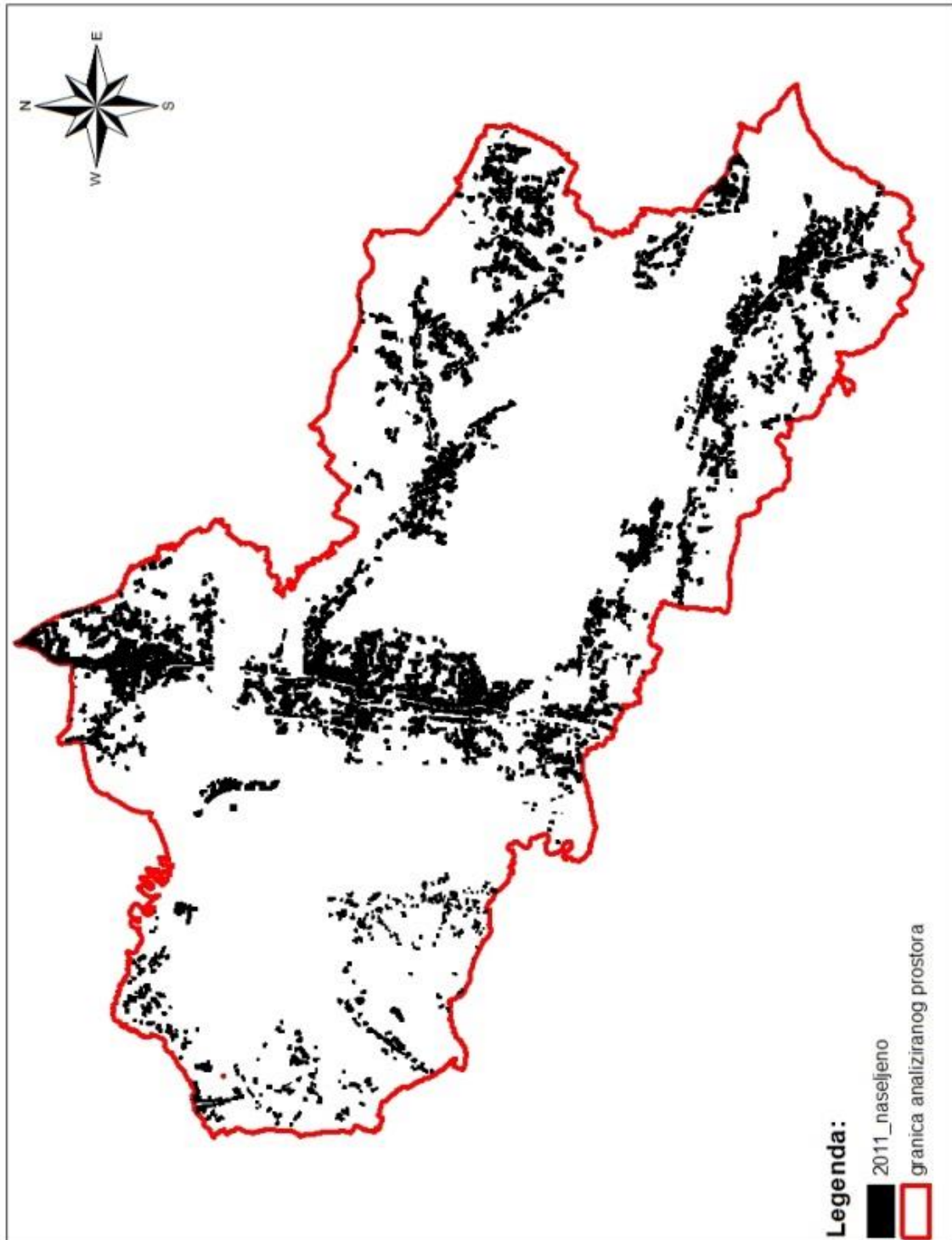
Прилог 41. Изграђене површине 1991. године



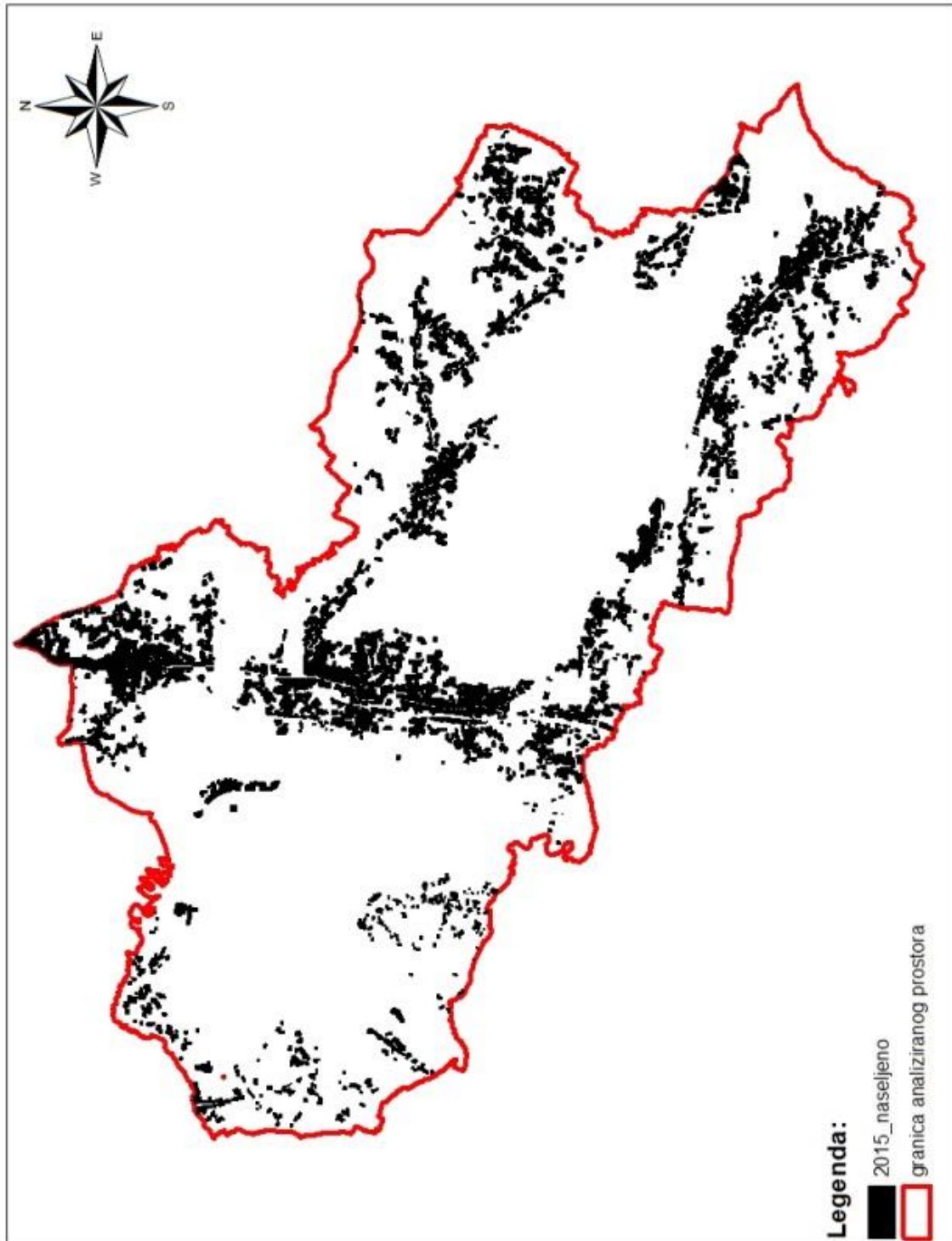
Прилог 42. Изграђене површине 2001. године



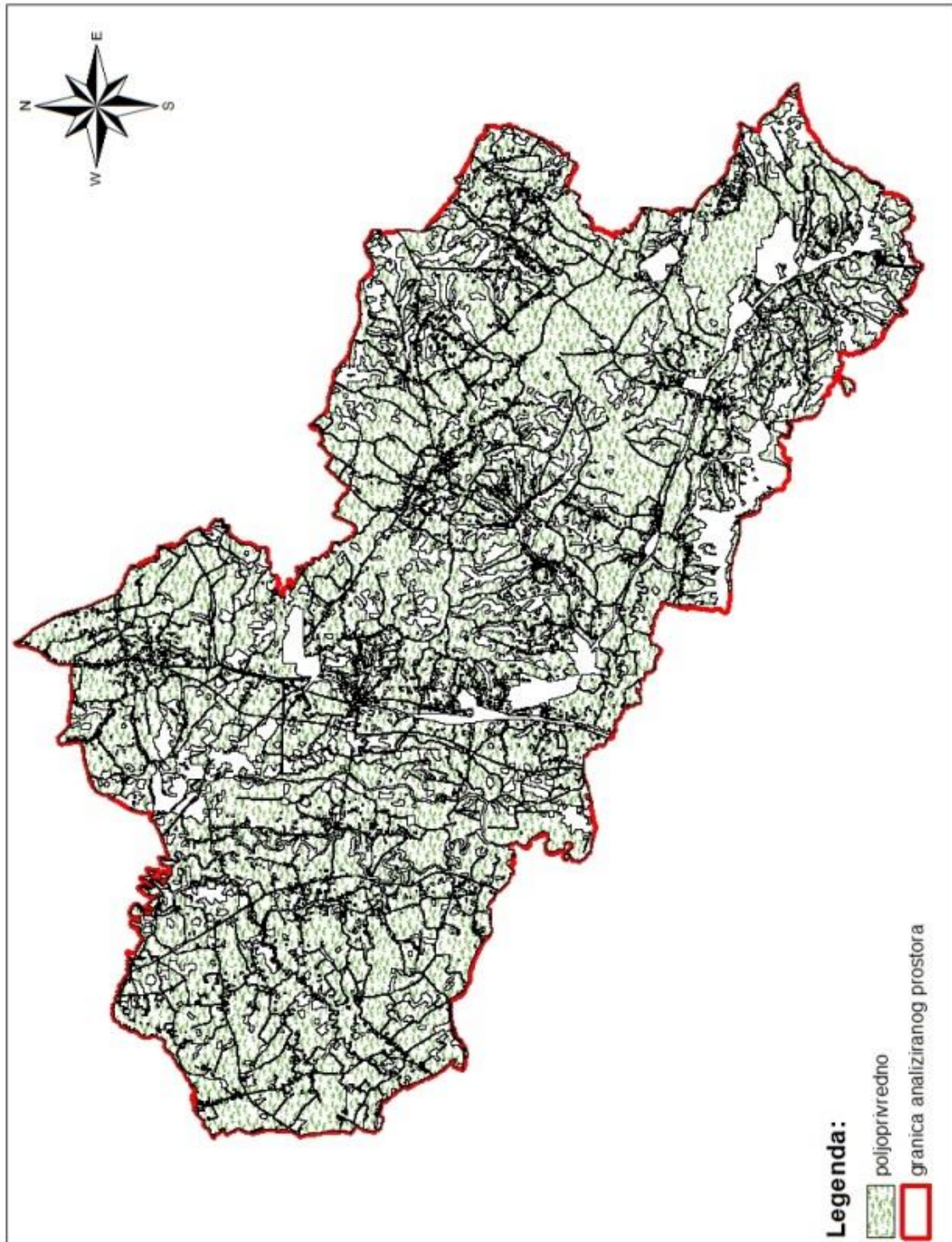
Прилог 43. Изграђене површине 2011. године



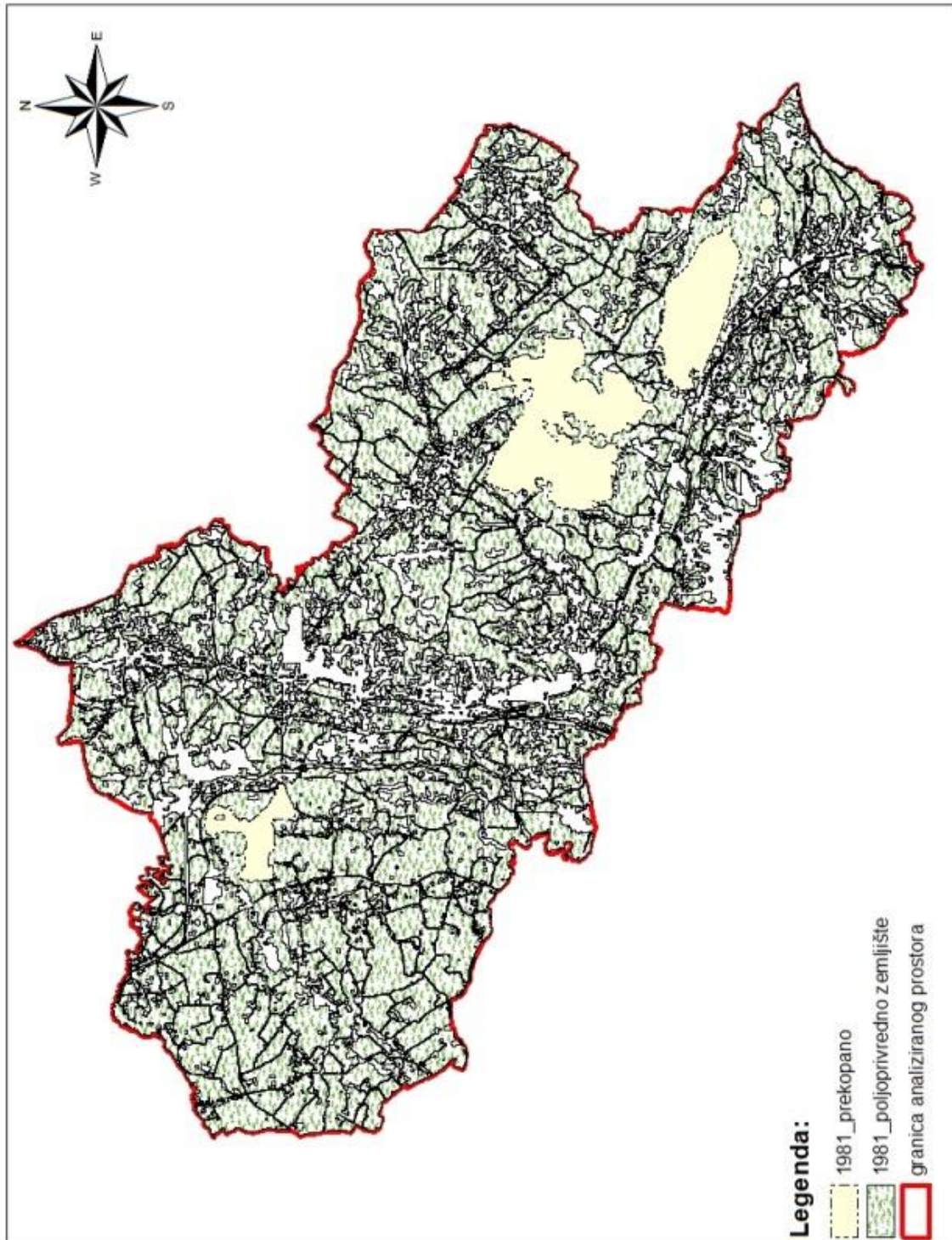
Прилог 44. Изграђене површине 2015. године



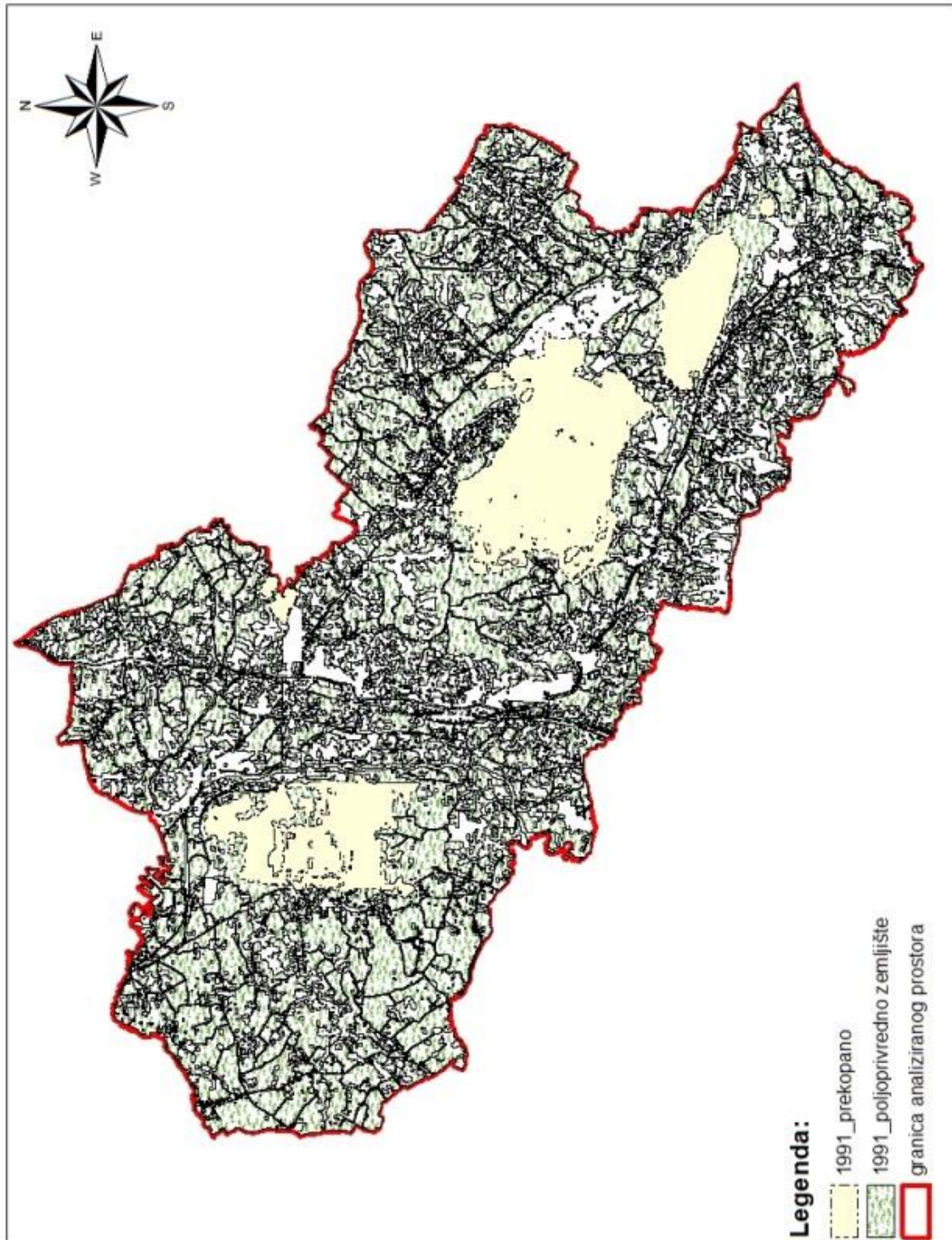
Прилог 45. Пољопривредне површине пре површинске експлоатације лигнита



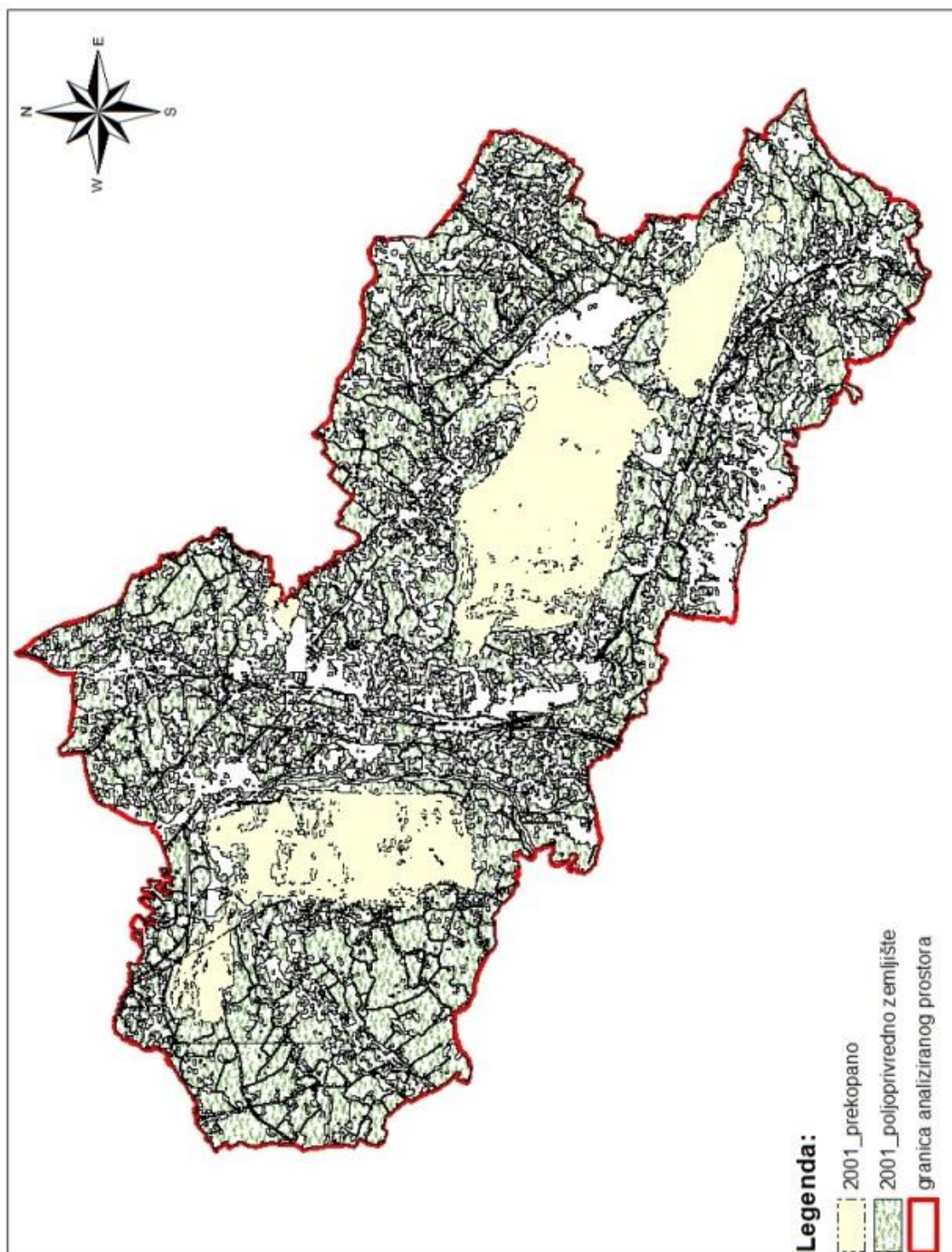
Прилог 46. Пољопривредне површине 1981. године



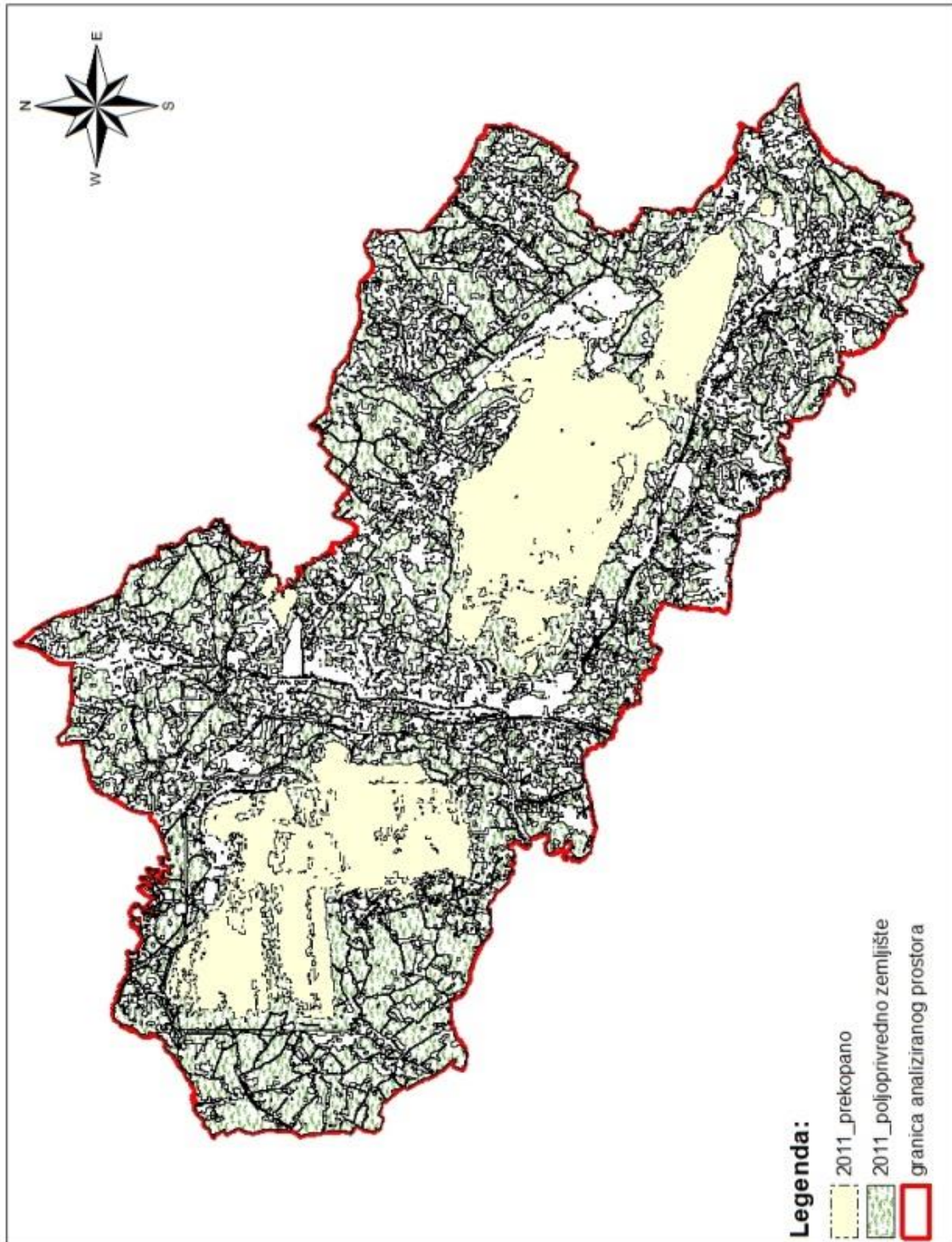
Прилог 47. Пољопривредне површине 1991. године



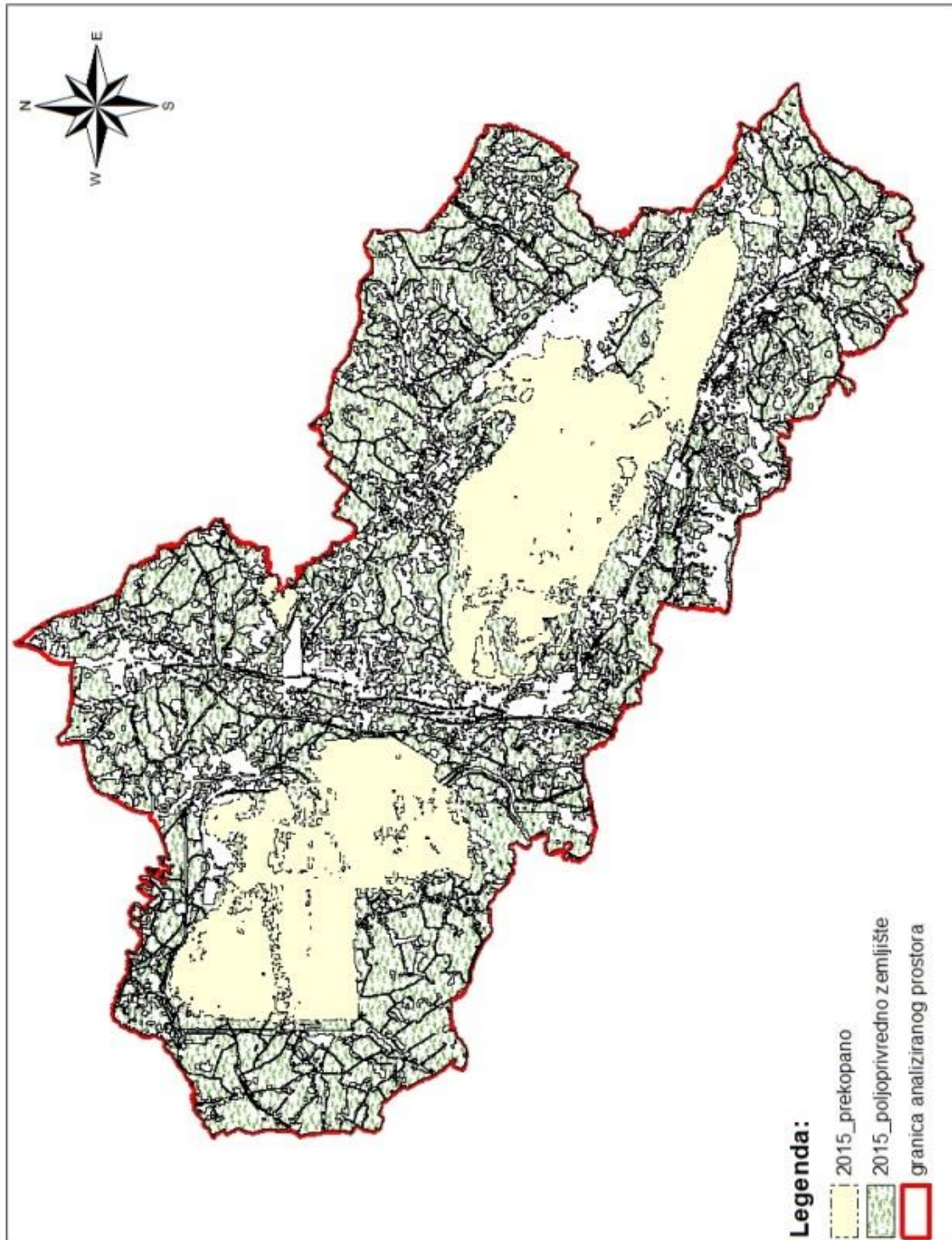
Прилог 48. Пољопривредне површине 2001. године



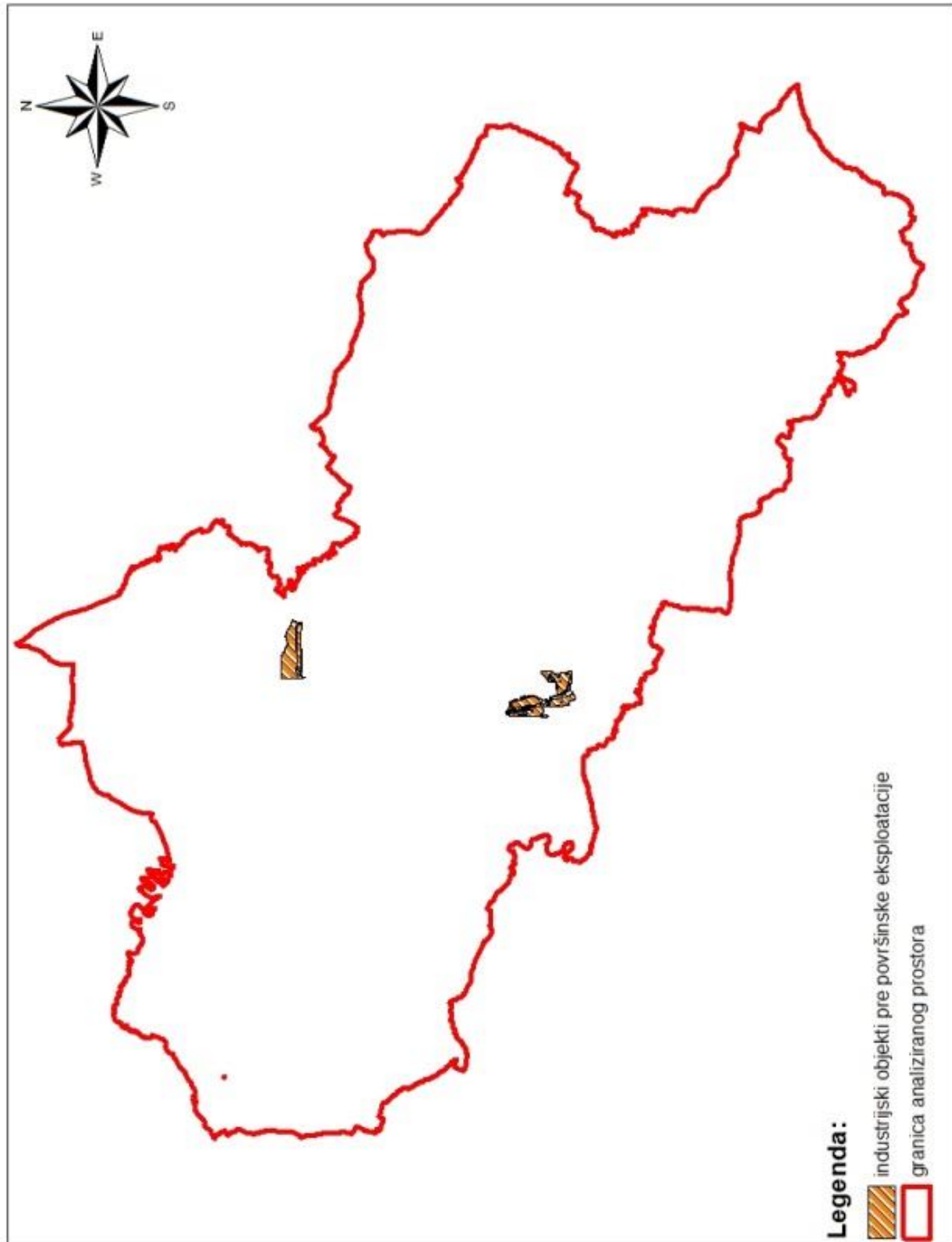
Прилог 49. Пољопривредне површине 2011. године



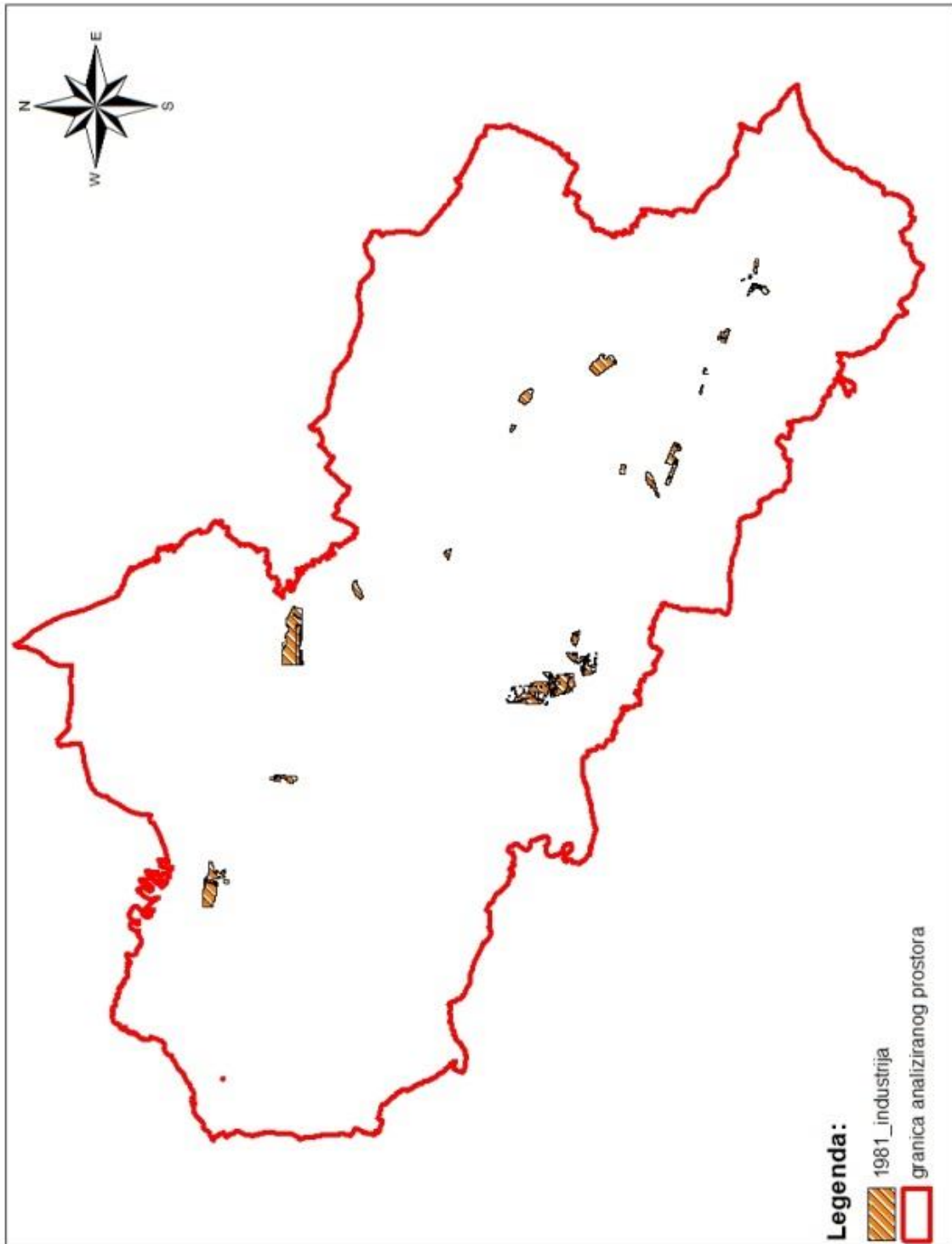
Прилог 50. Пољопривредне површине 2015. године



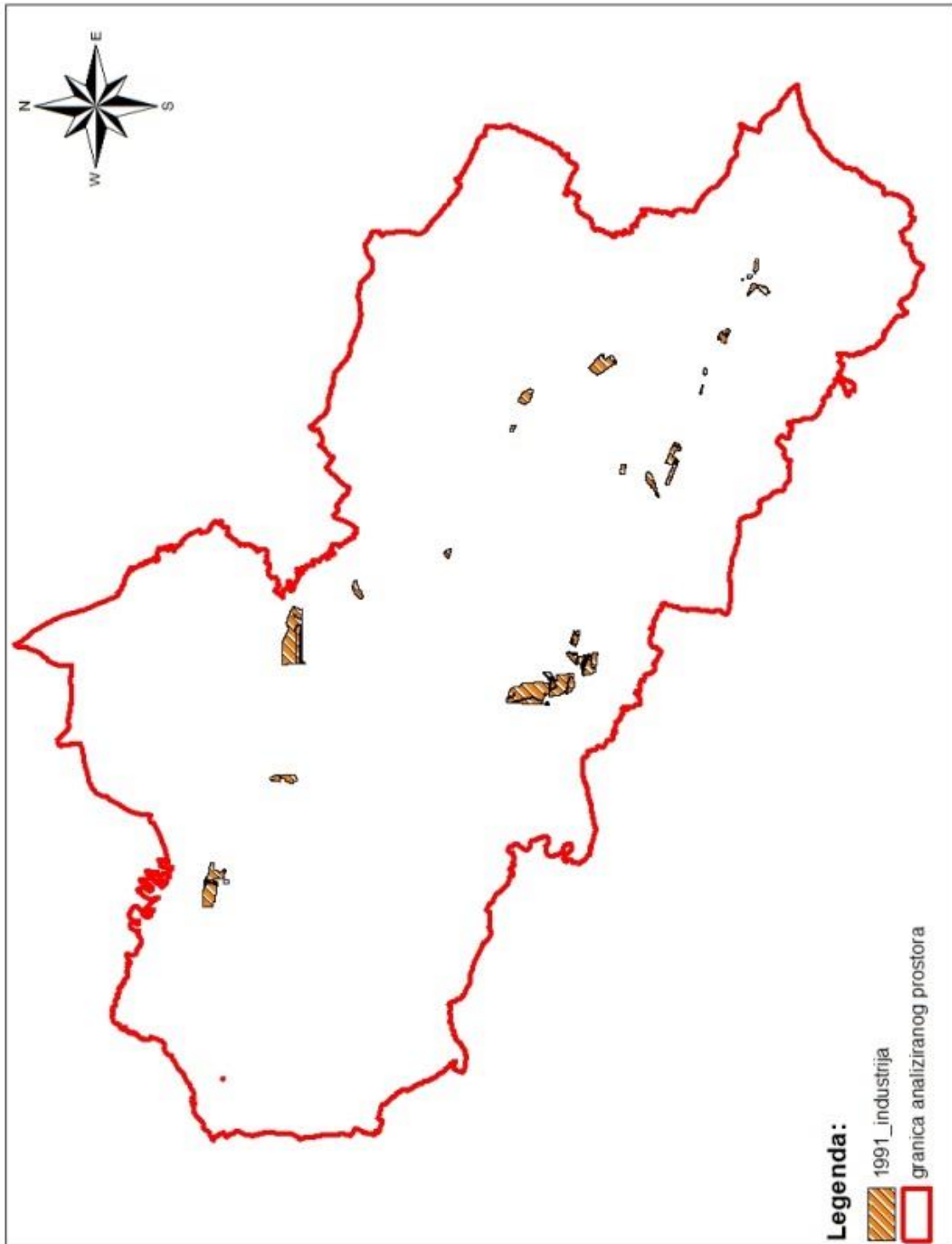
Прилог 51. Индустијски објекти пре површинске експлоатације лигнита



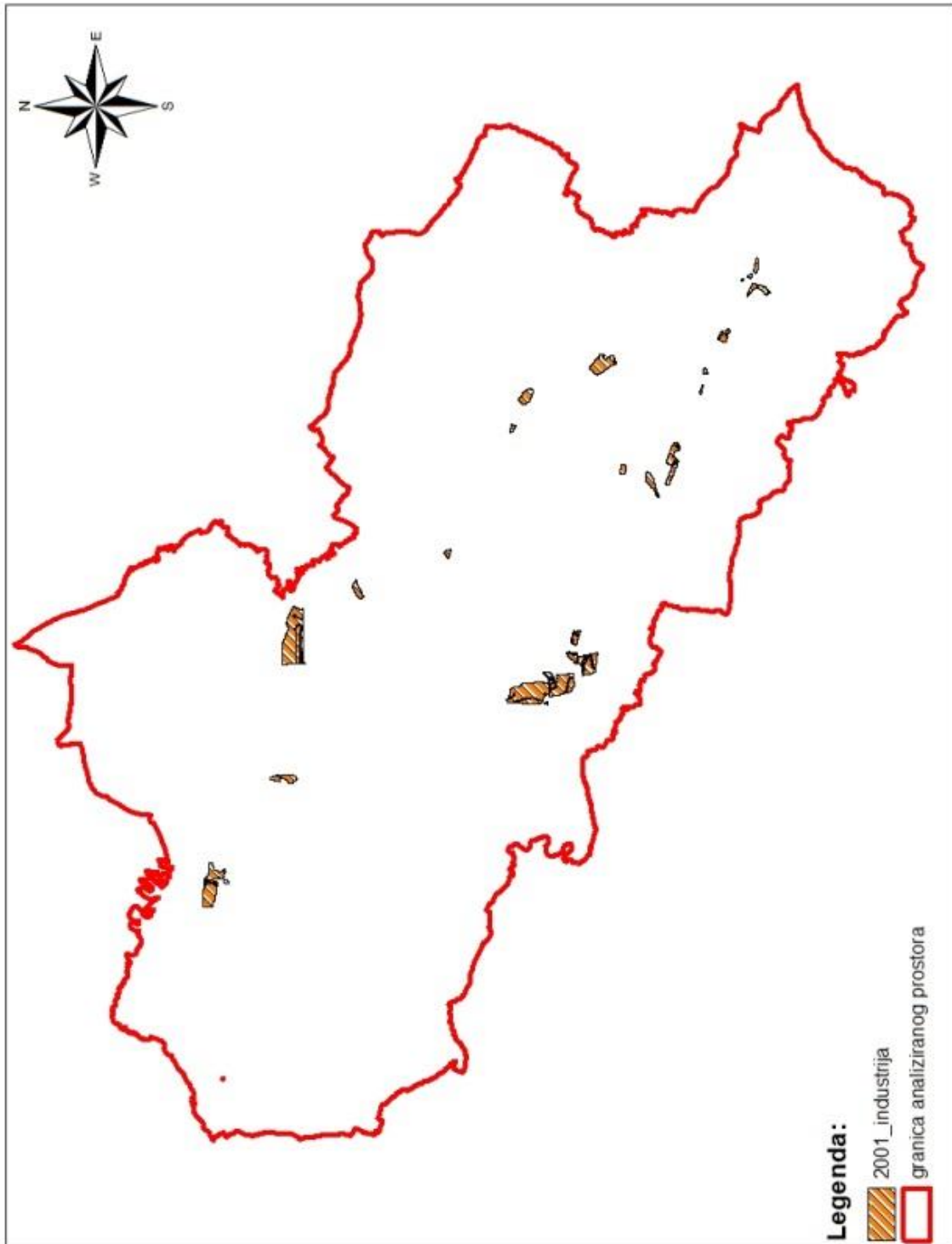
Прилог 52. Индустијски објекти 1981. године



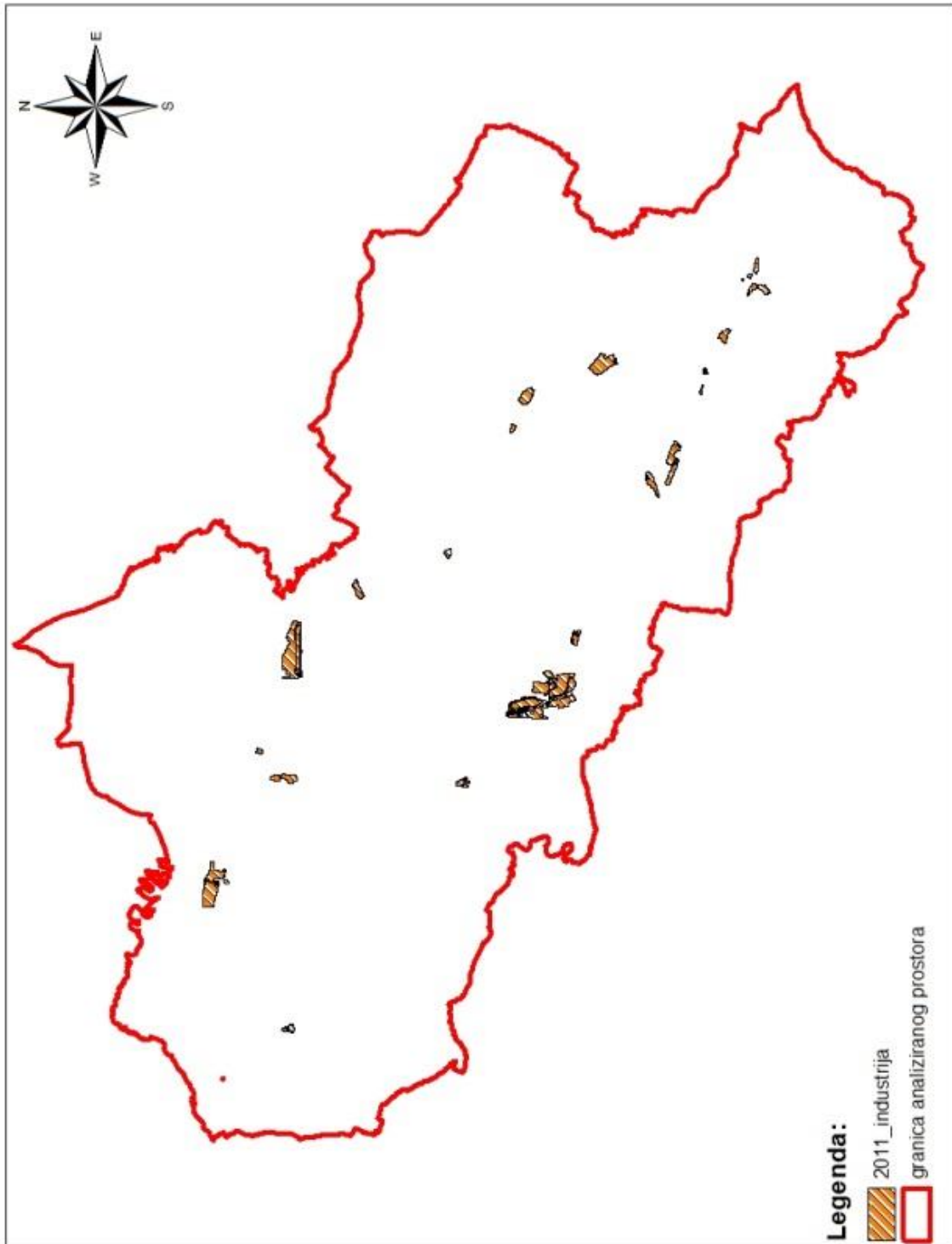
Прилог 53. Индустијски објекти 1991. године



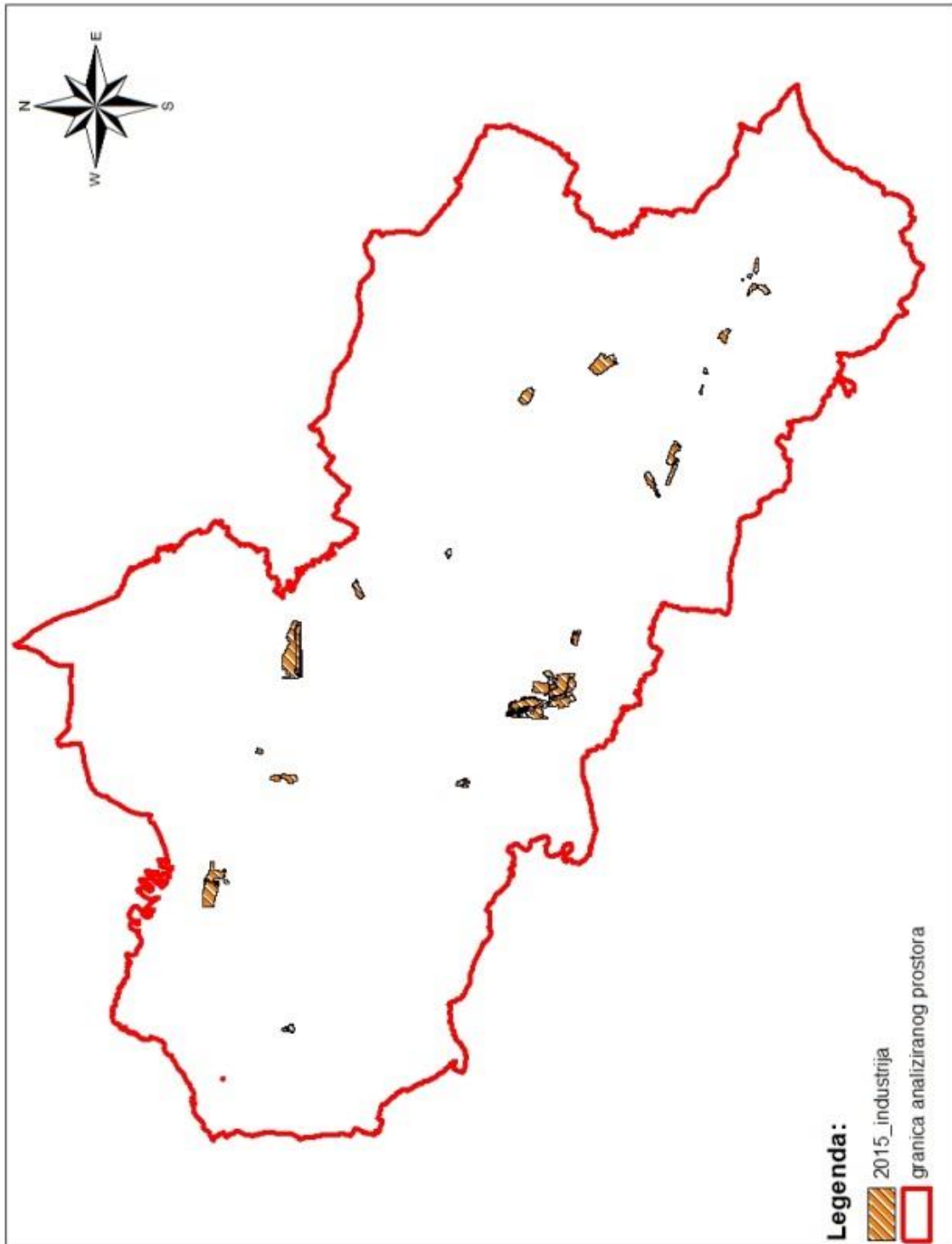
Прилог 54. Индустијски објекти 2001. године



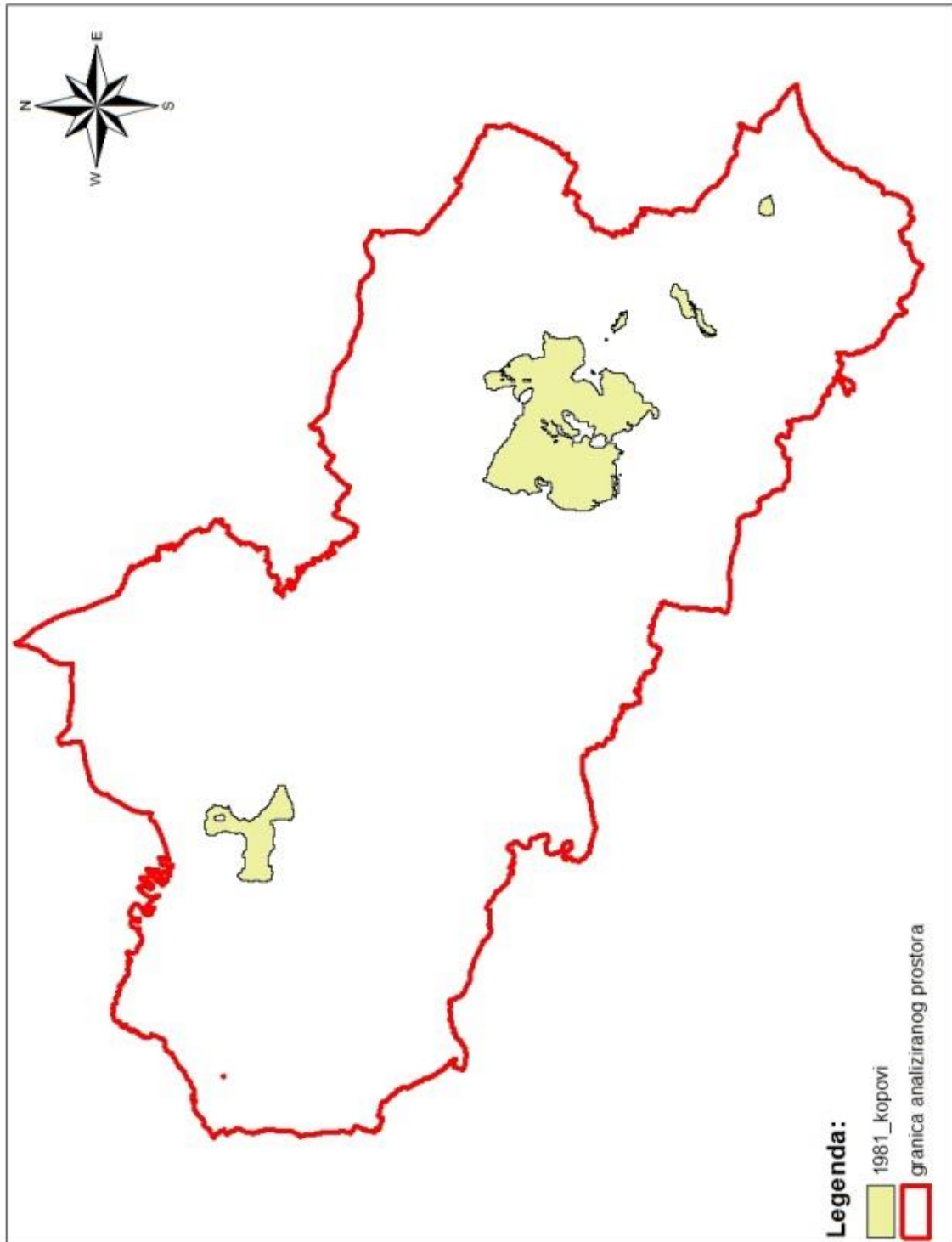
Прилог 55. Индустијски објекти 2011. године



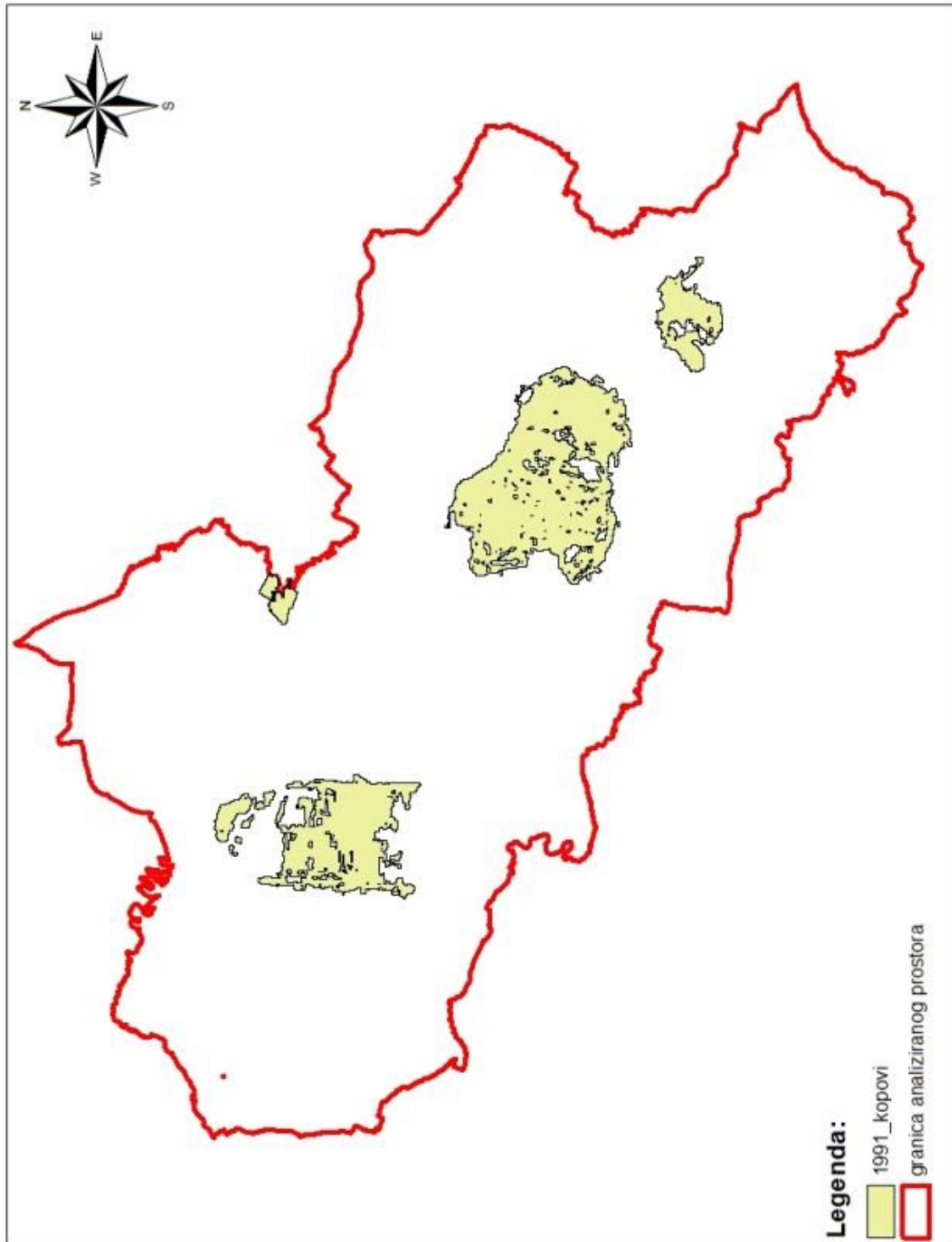
Прилог 56. Индустијски објекти 2015. године



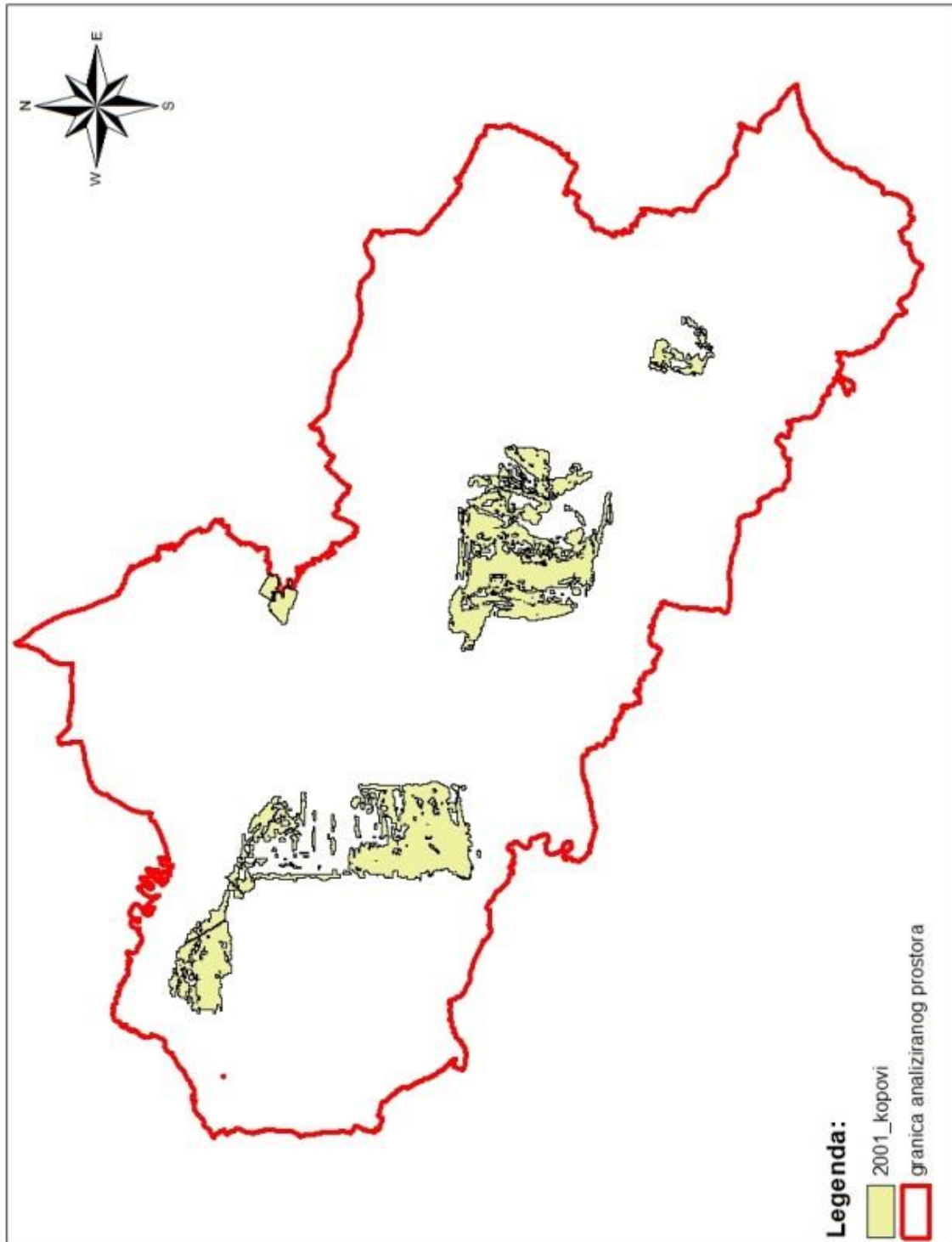
Прилог 57. Површински копови 1981. године



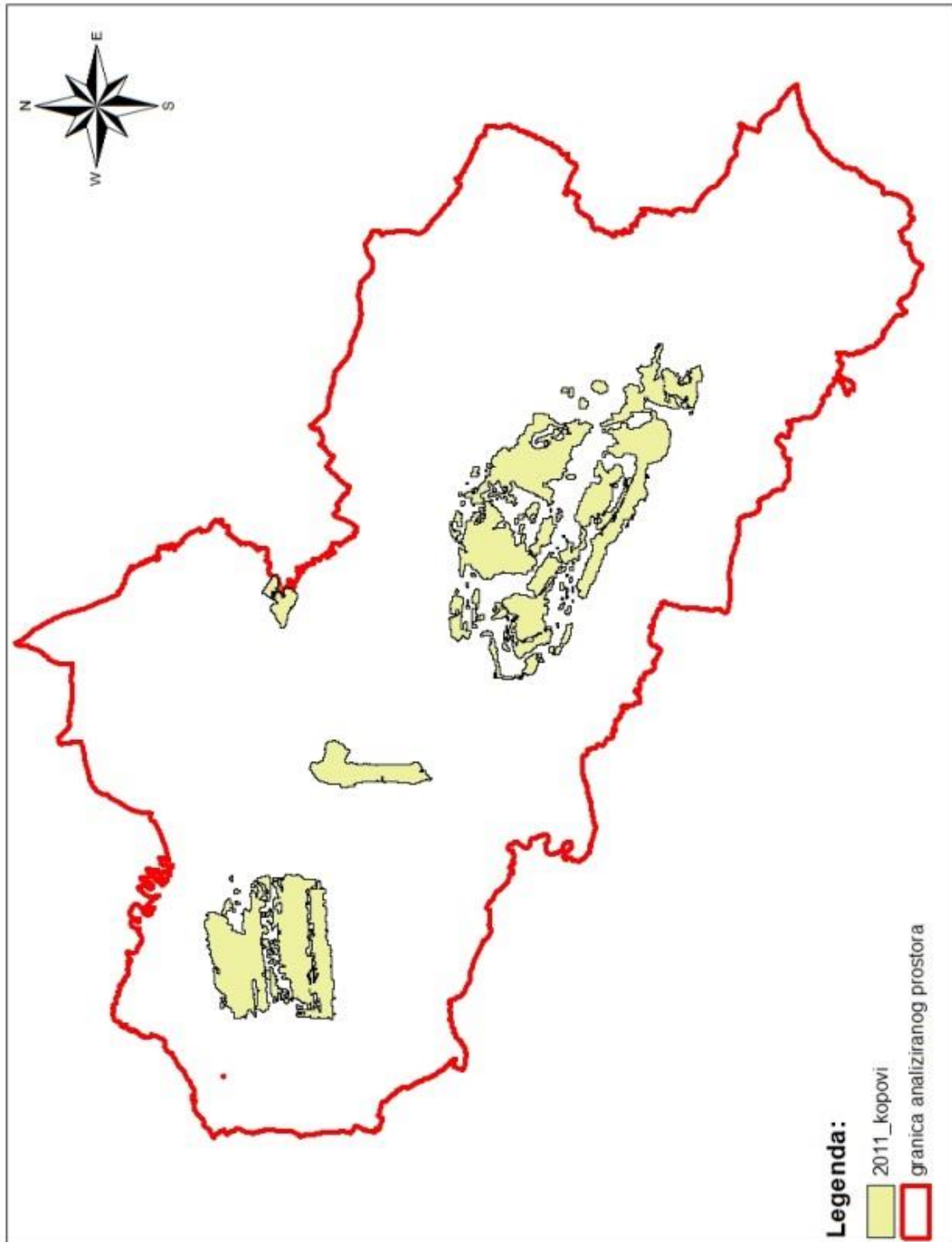
Прилог 58. Површински копови 1991. године



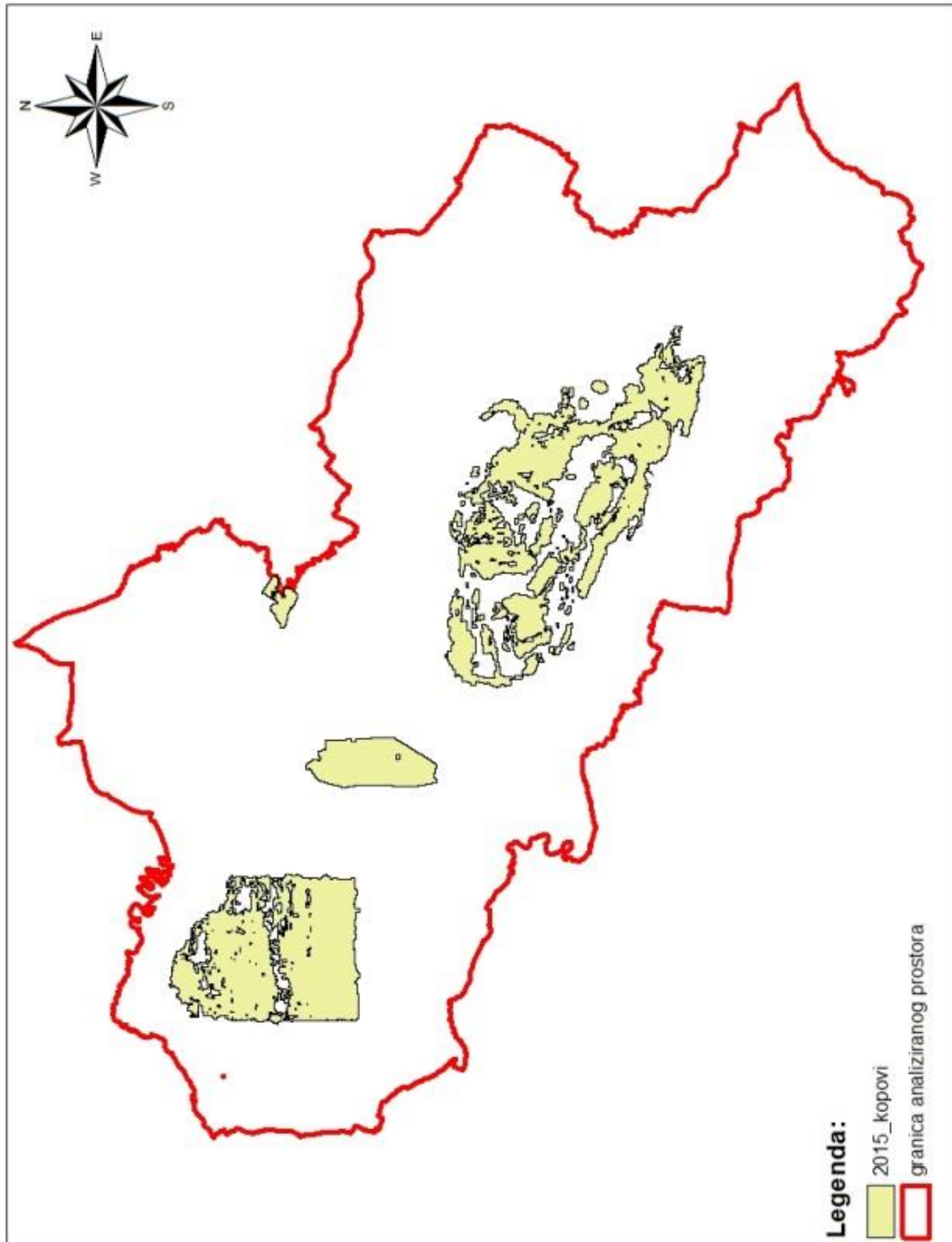
Прилог 59. Површински копови 2001. године



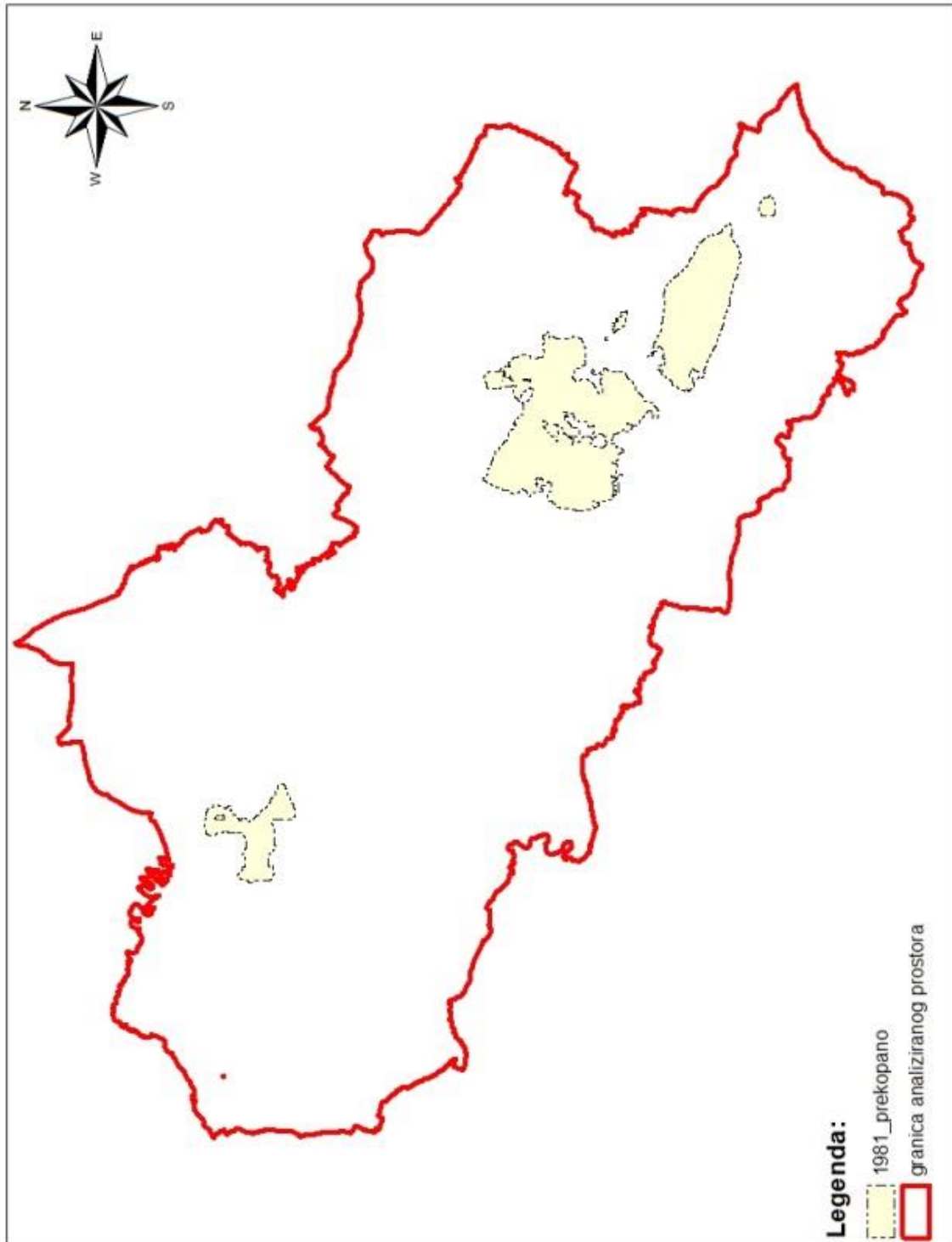
Прилог 60. Површински копови 2011. године



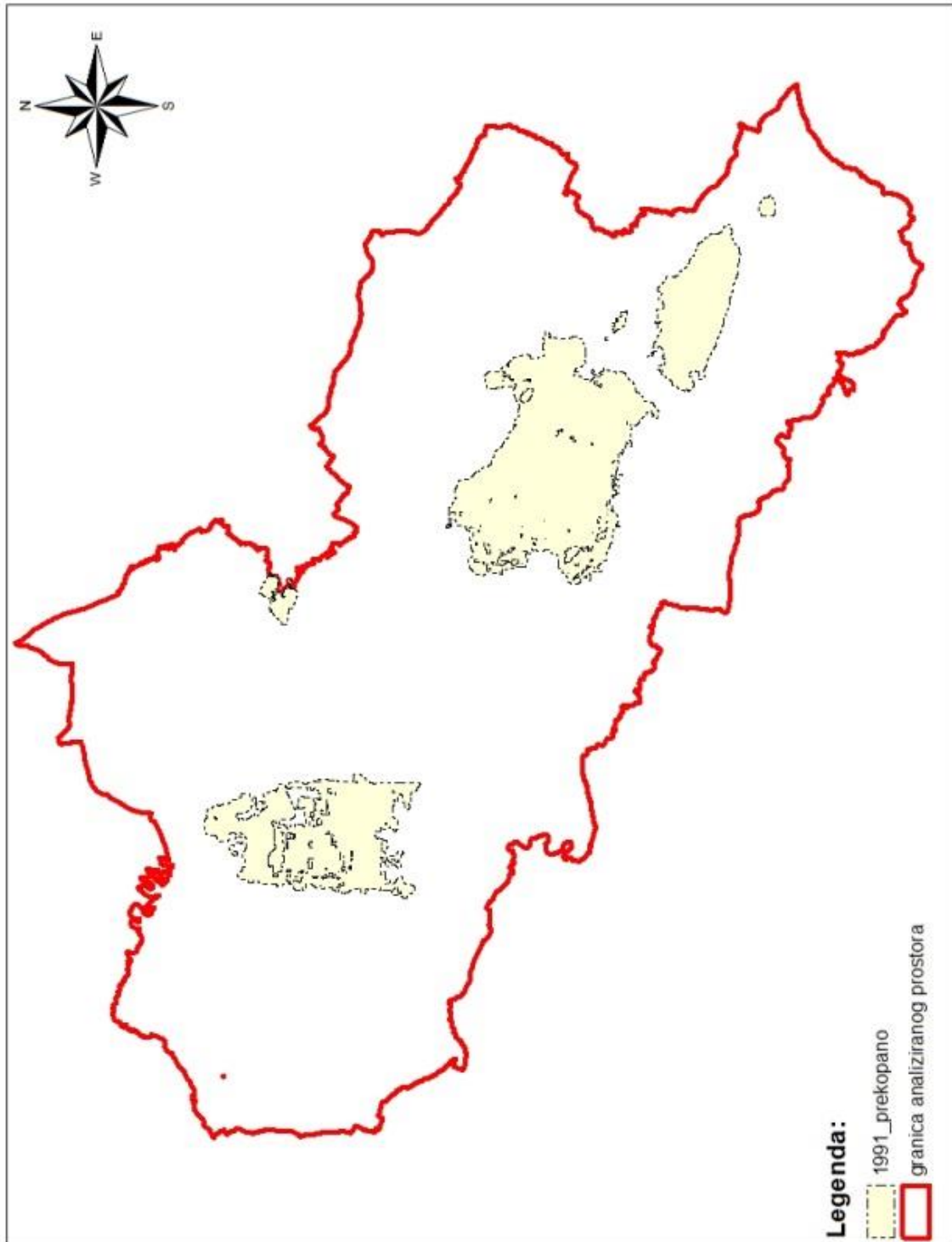
Прилог 61. Површински копови 2015. године



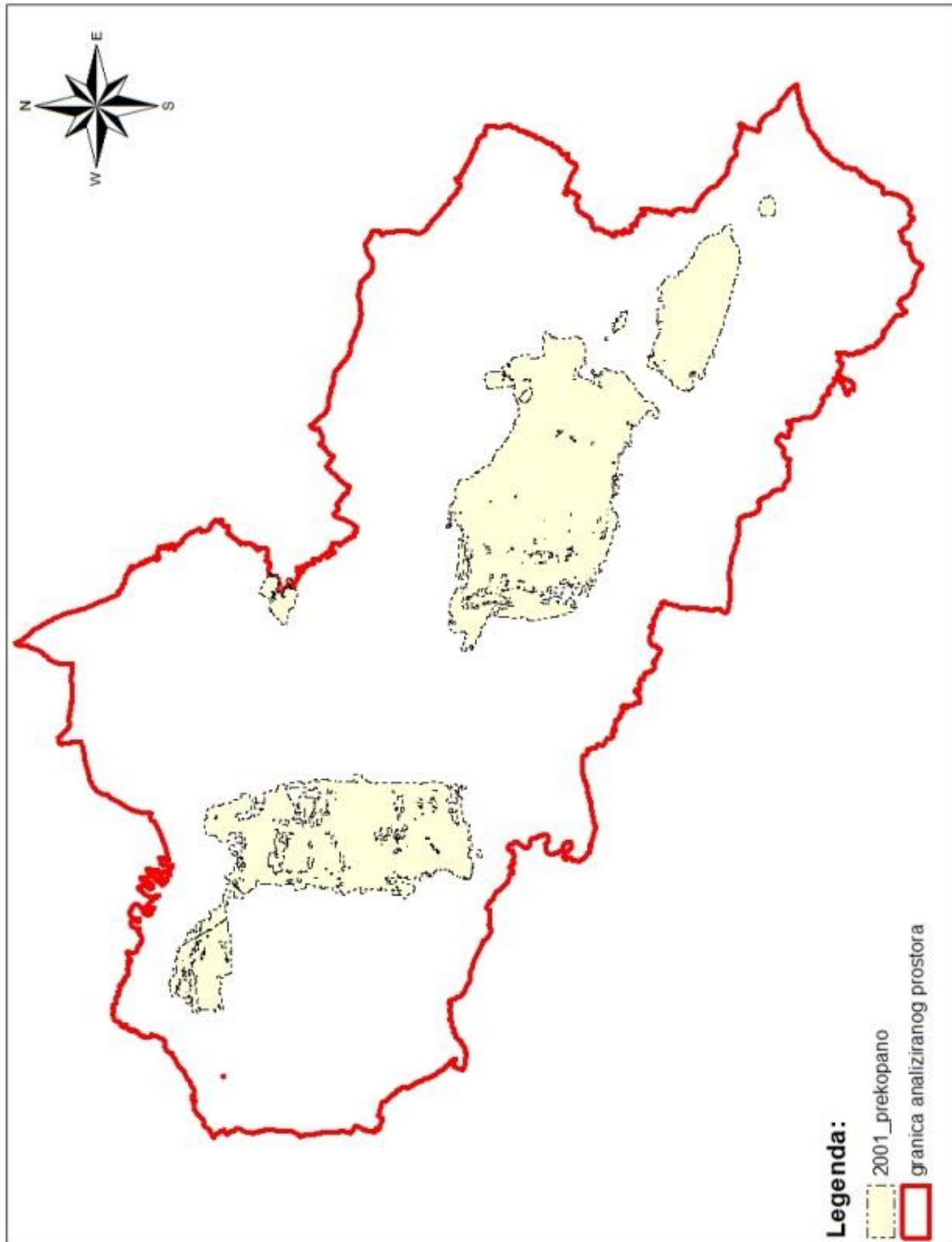
Прилог 62. Укупно прекопане површине 1981. године



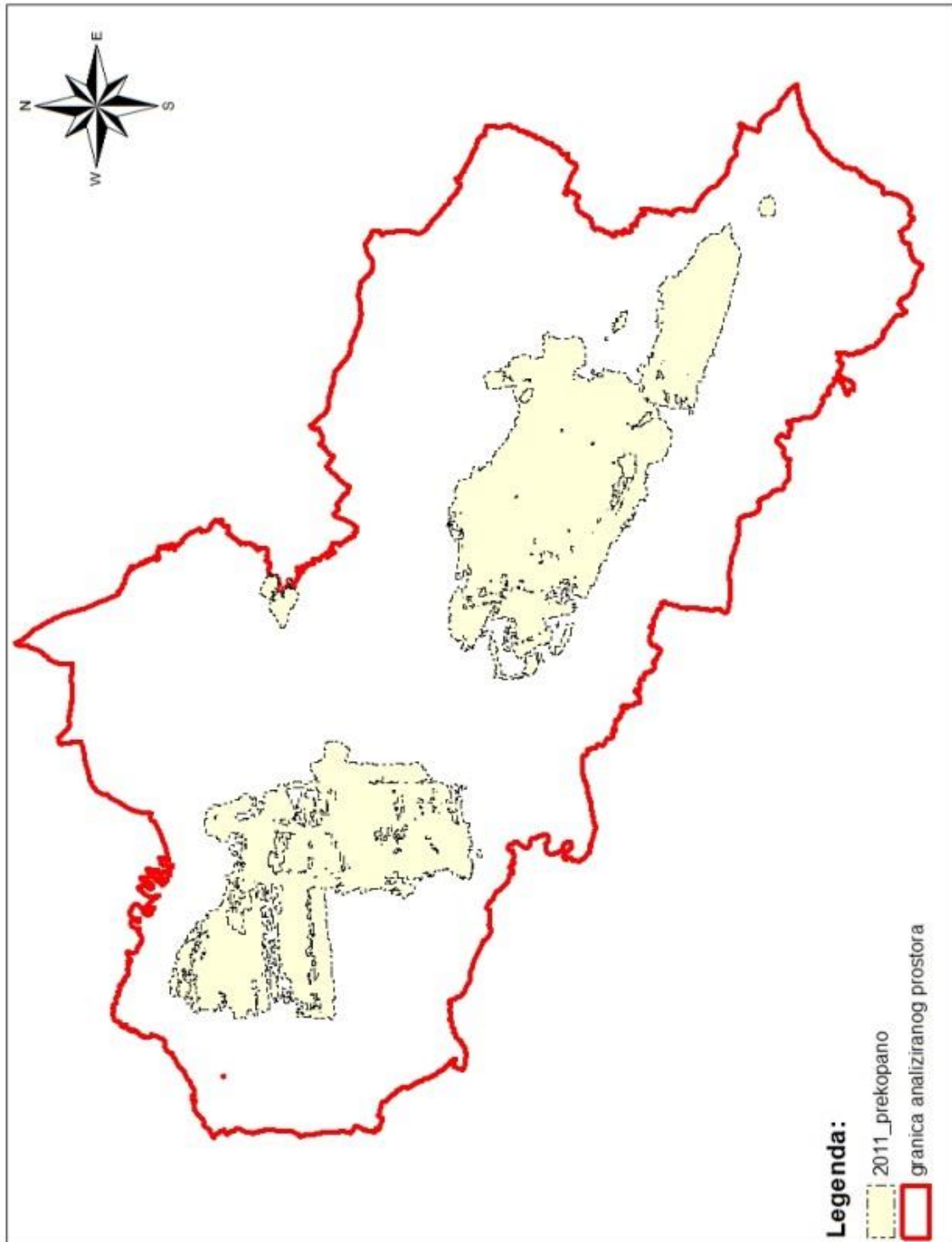
Прилог 63. Укупно прекопане површине 1991. године



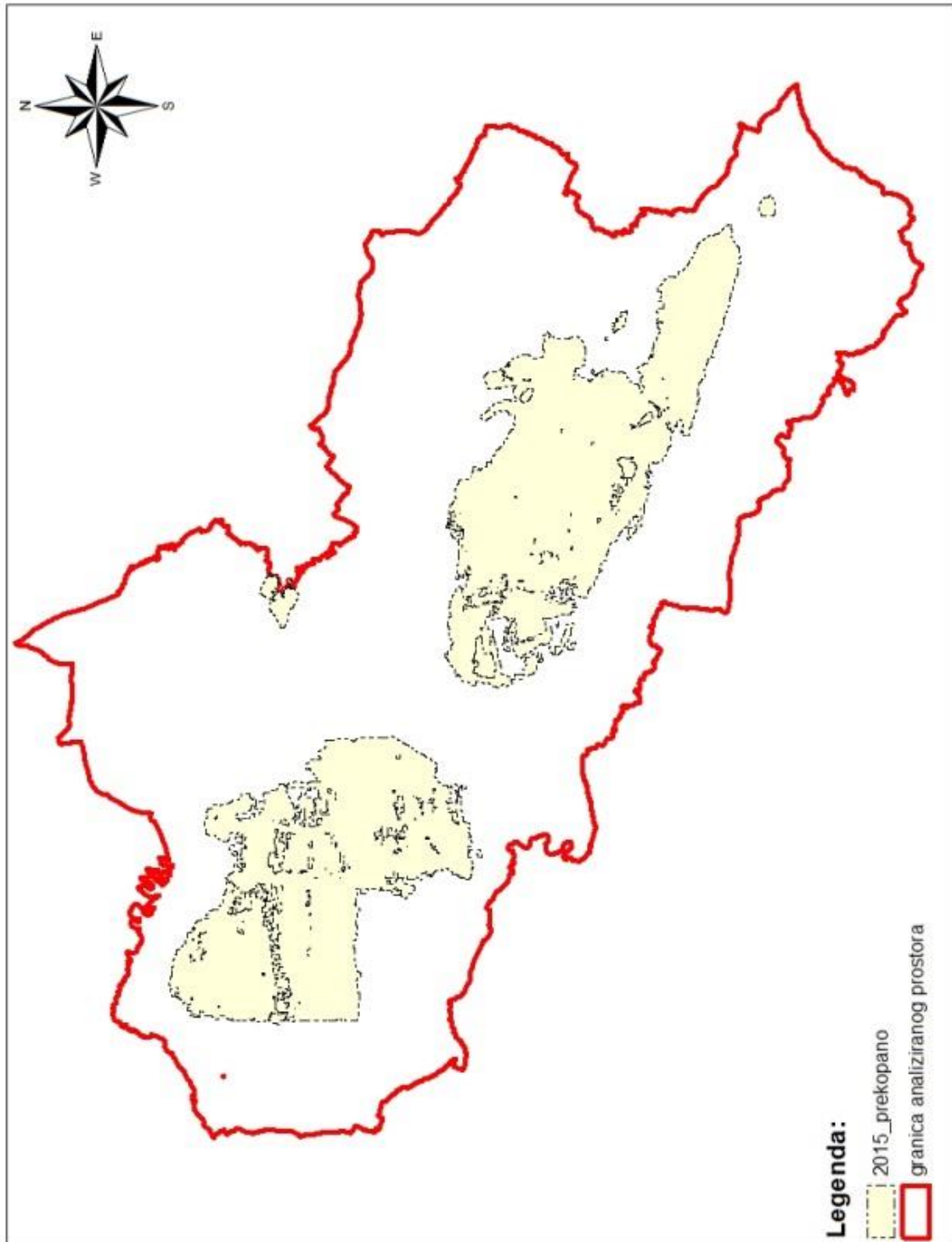
Прилог 64. Укупно прекопане површине 2001. године



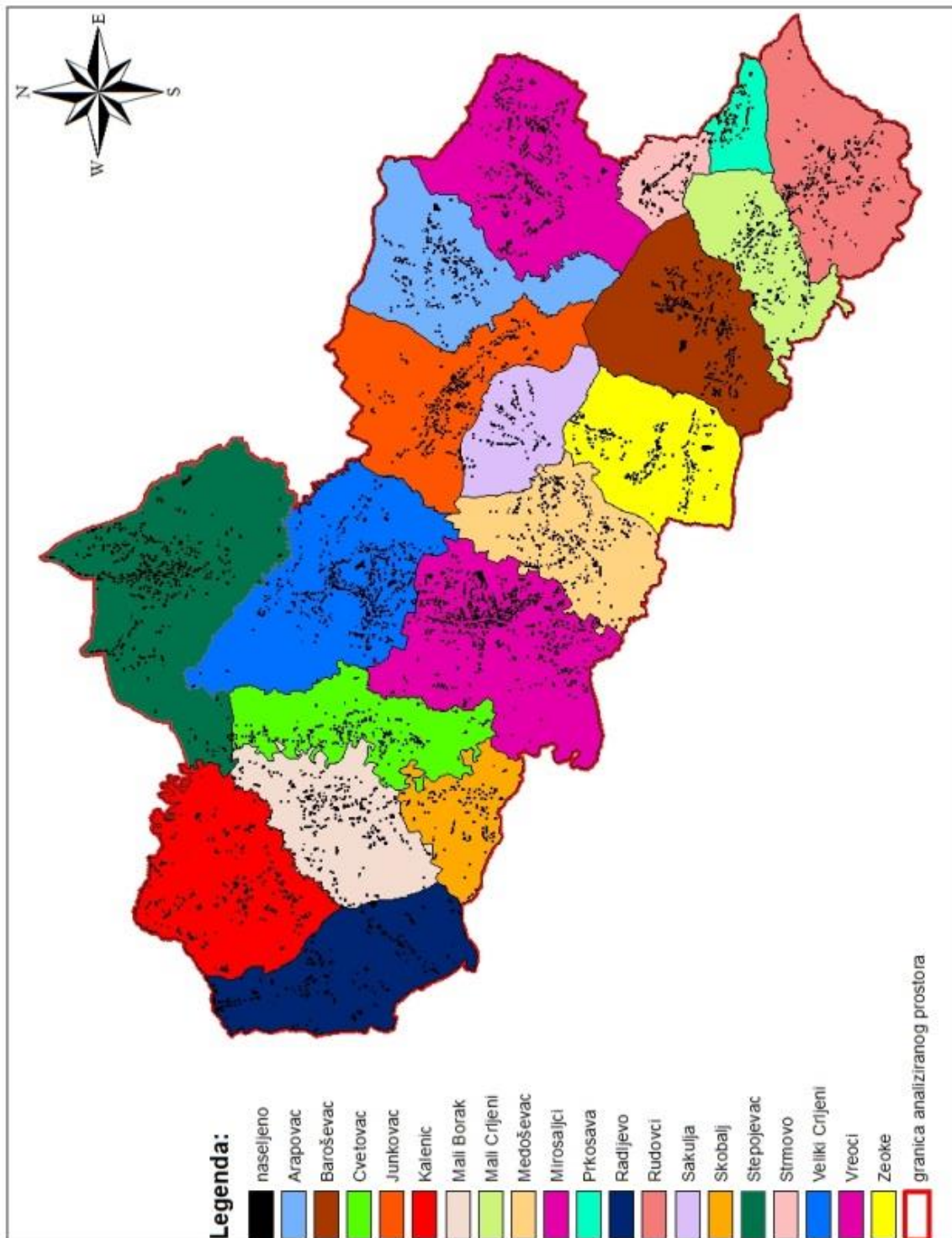
Прилог 65. Укупно прекопане површине 2011. године



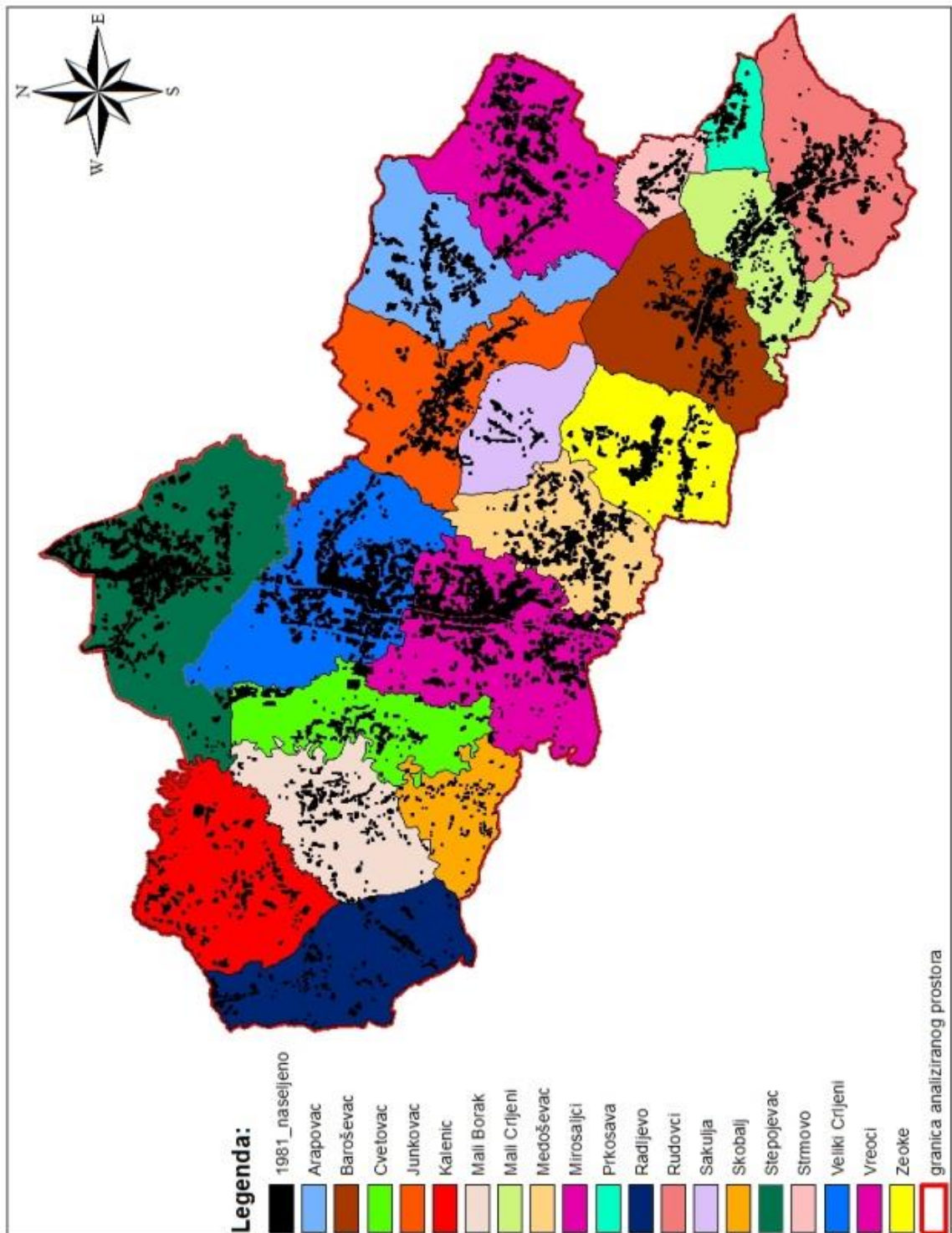
Прилог 66. Укупно прекопане површине 2015. године



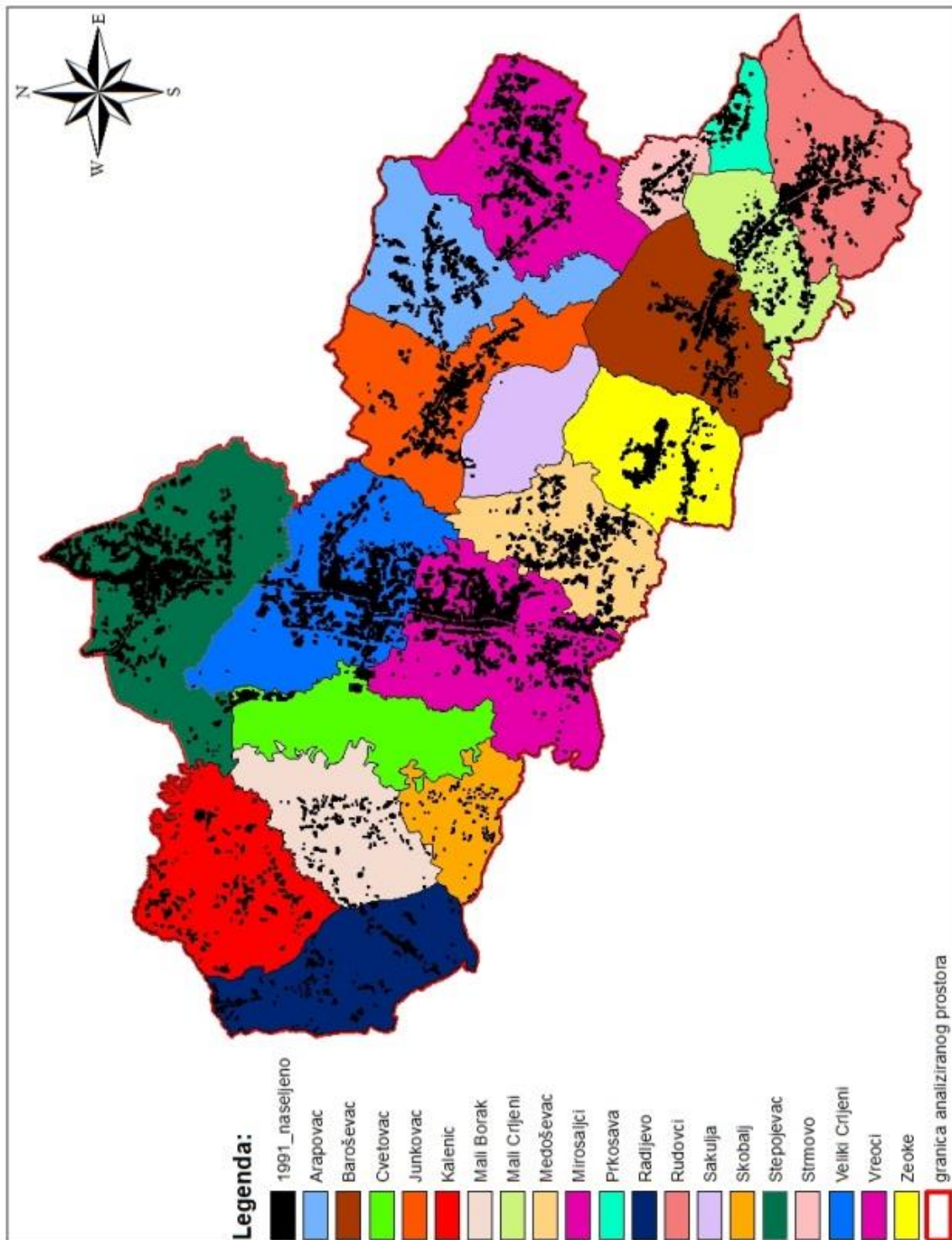
Прилог 67. Изграђене површине насеља пре површинске експлоатације лигнита



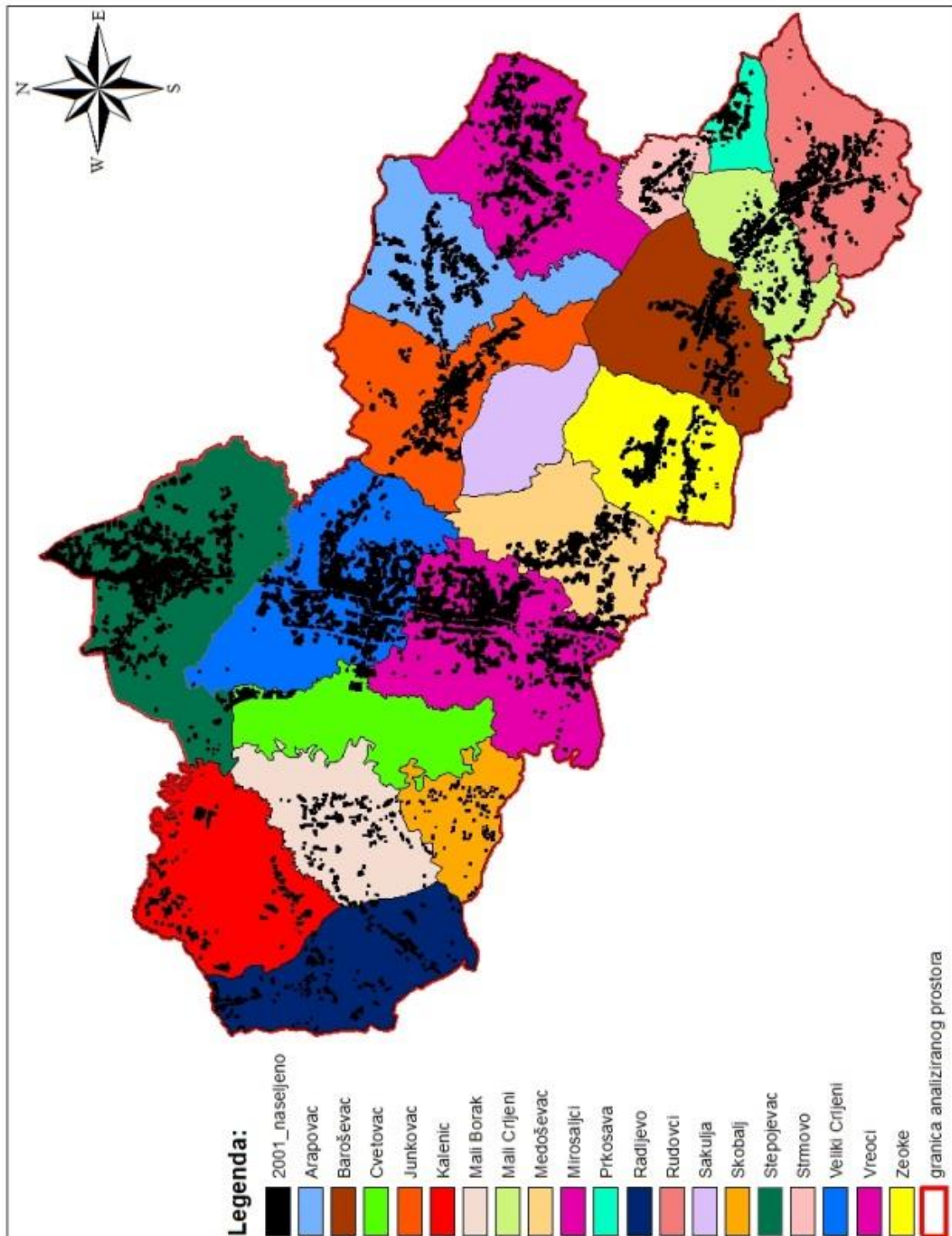
Прилог 68. Изграђене површине насеља 1981. године



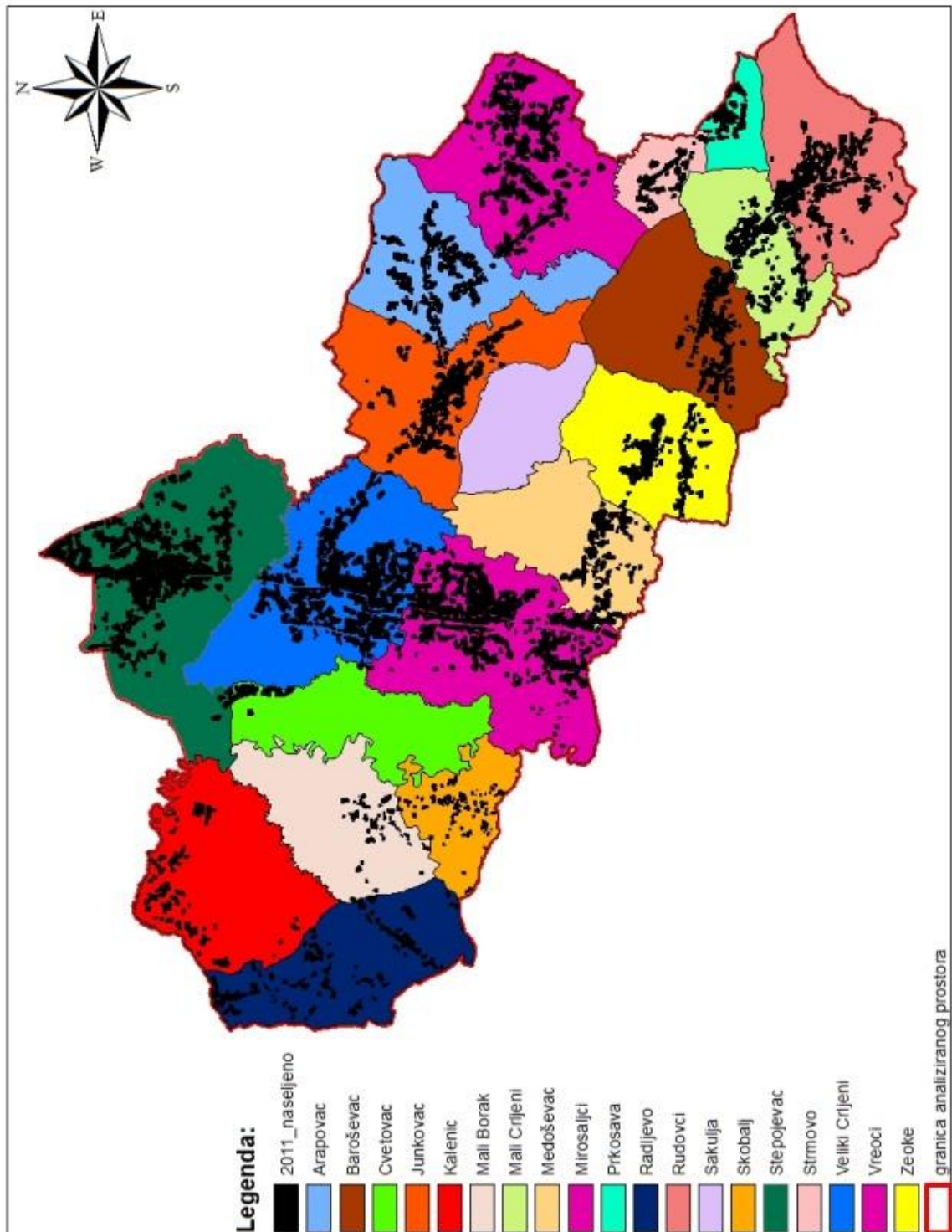
Прилог 69. Изграђене површине насеља 1991. године



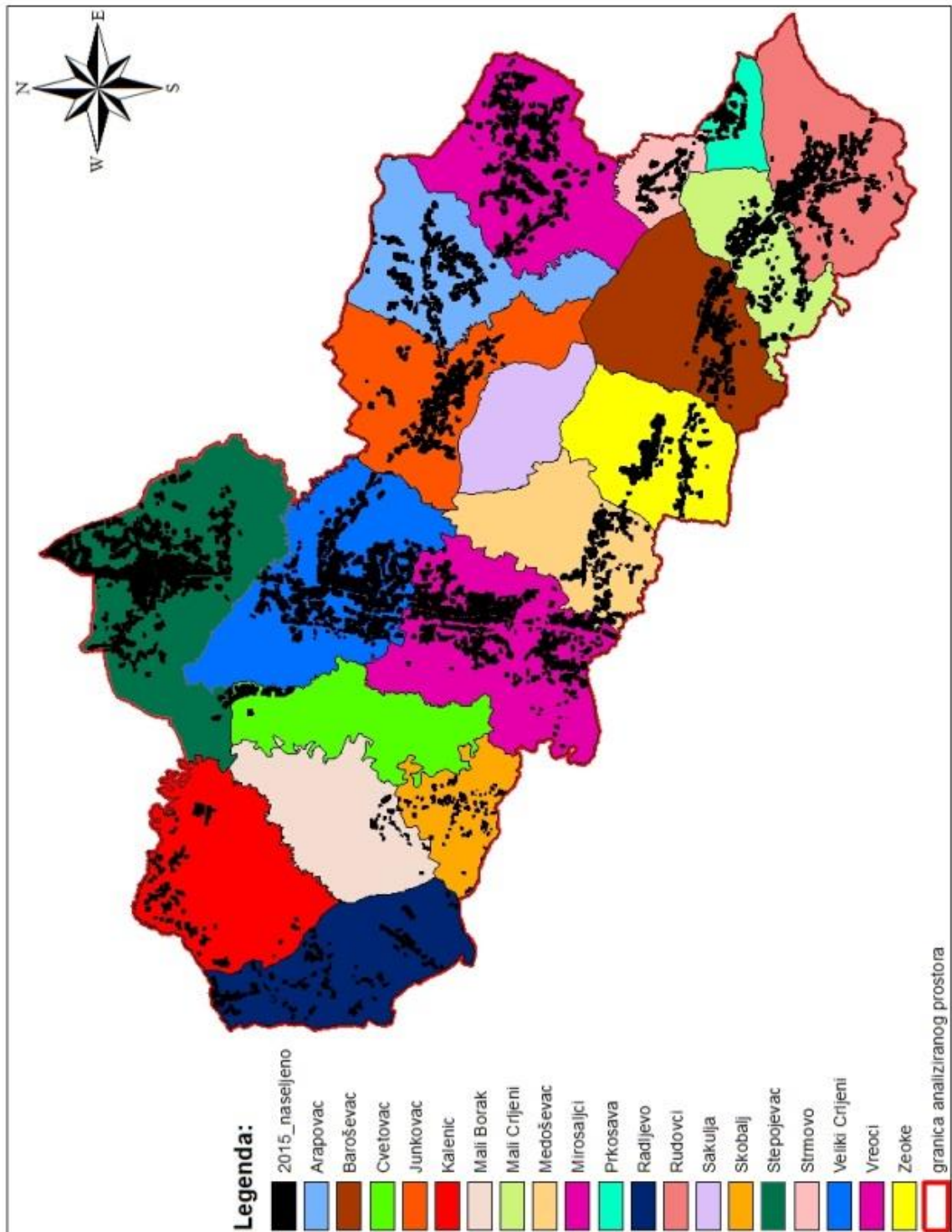
Прилог 70. Изграђене површине насеља 2001. године



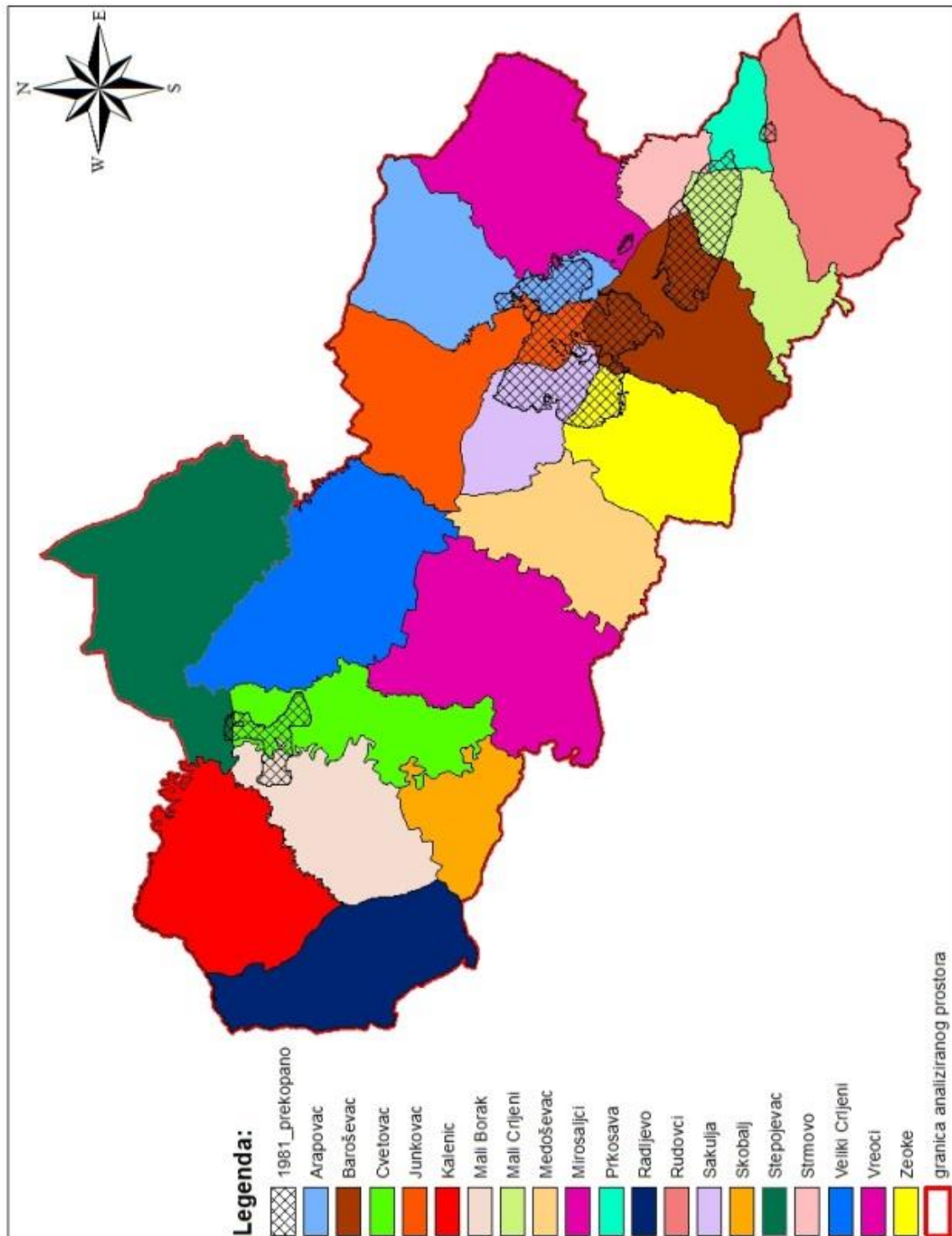
Прилог 71. Изграђене површине насеља 2011. године



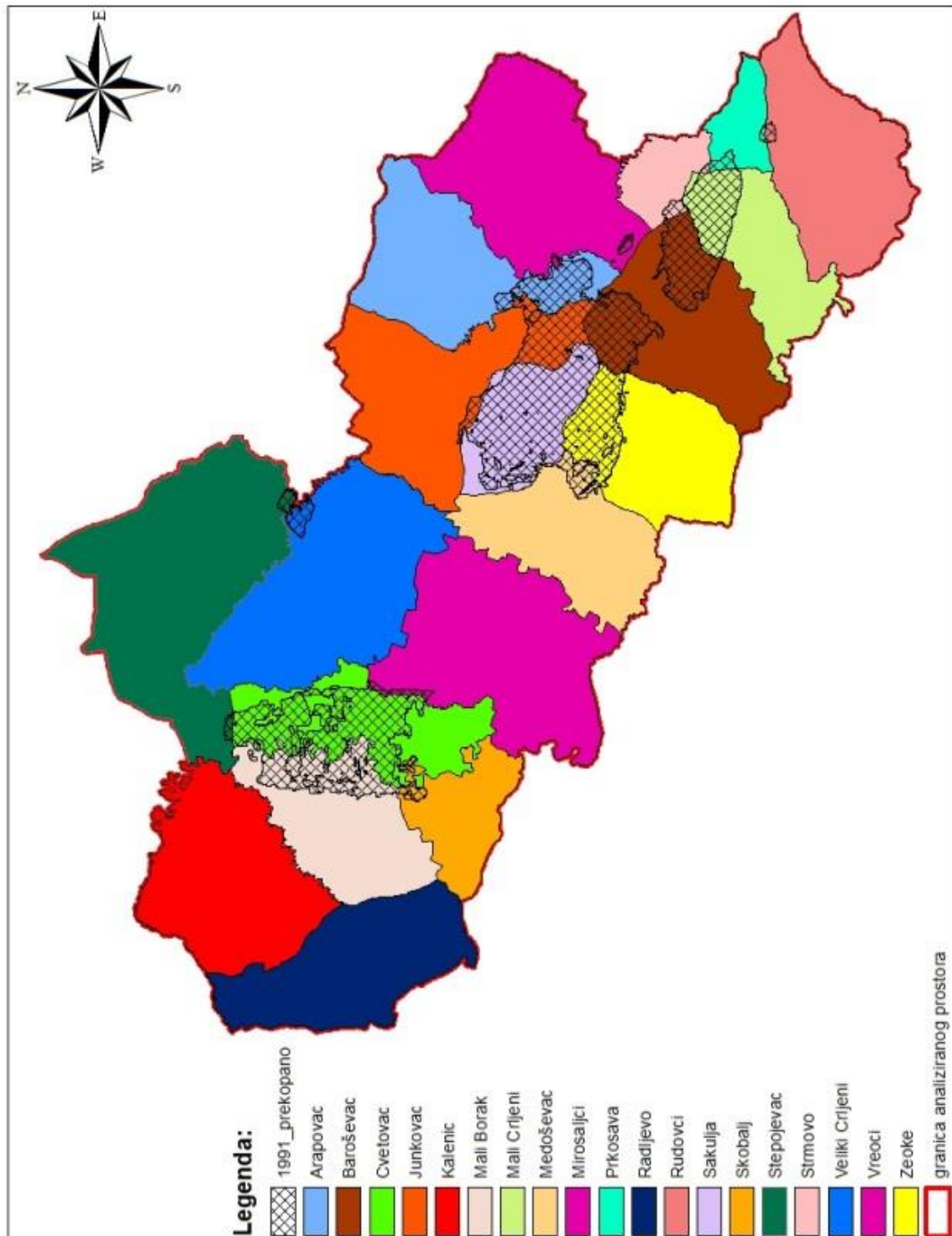
Прилог 72. Изграђене површине насеља 2015. године



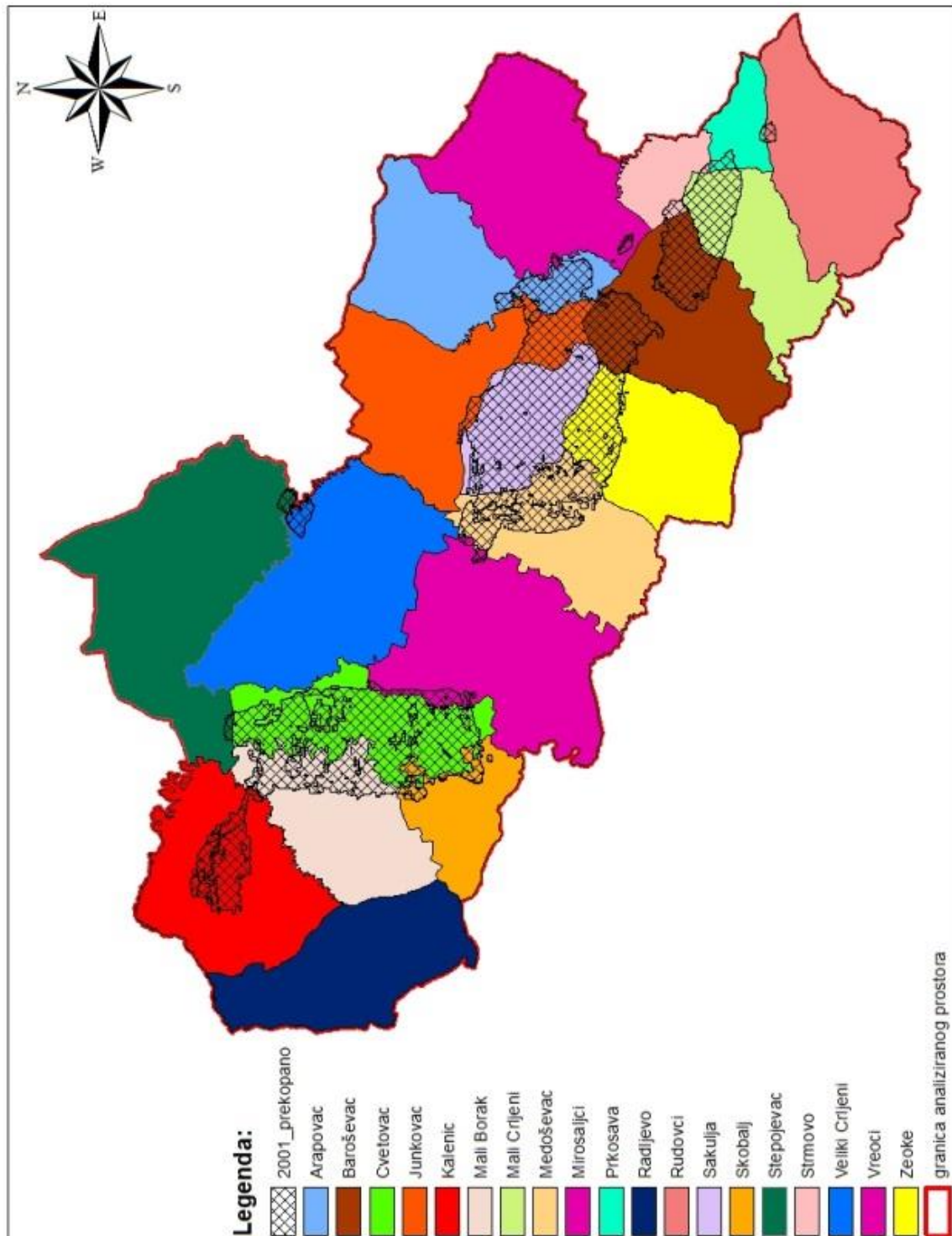
Прилог 73. Ширење копова према насељима 1981. године



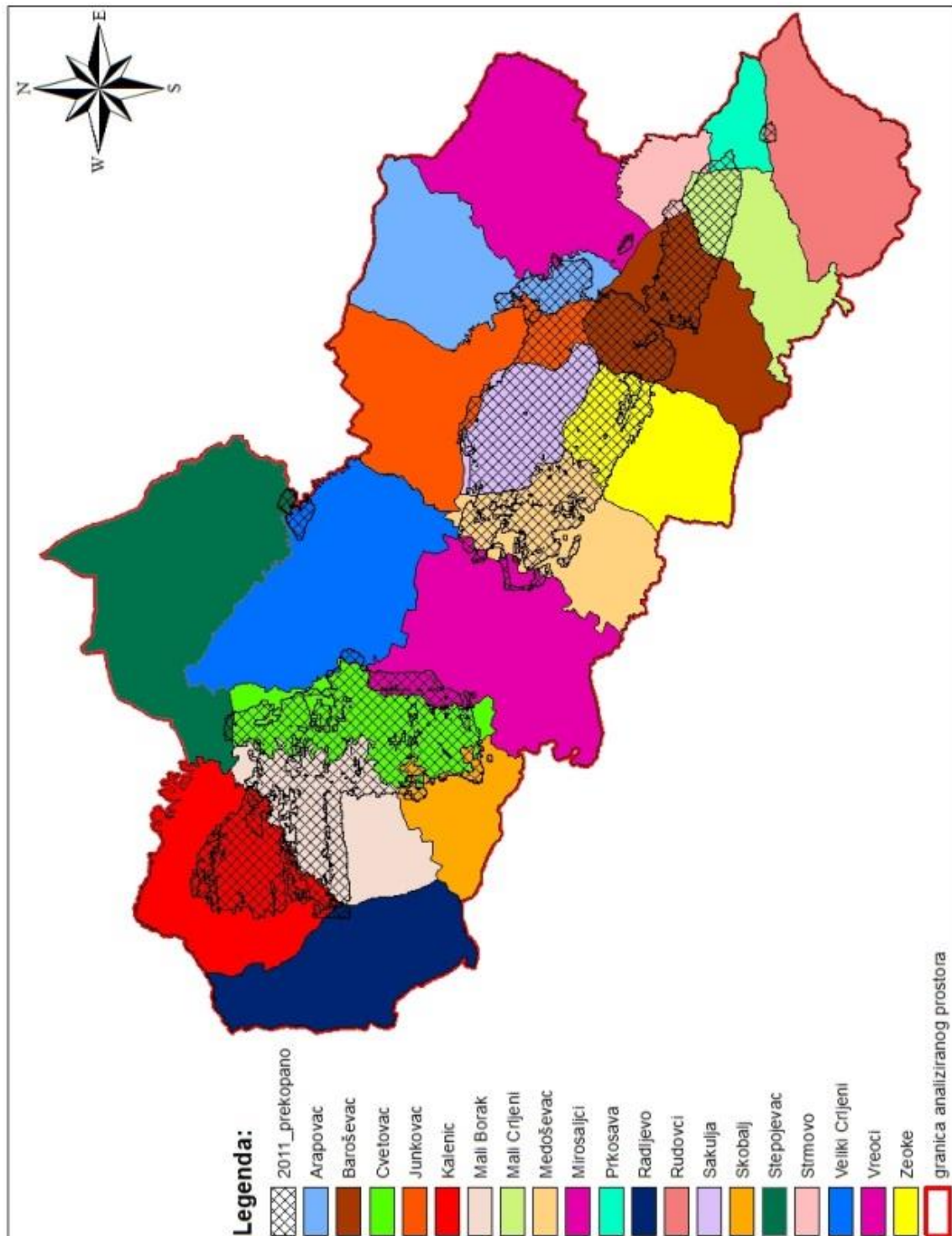
Прилог 74. Ширење копова према насељима 1991. године



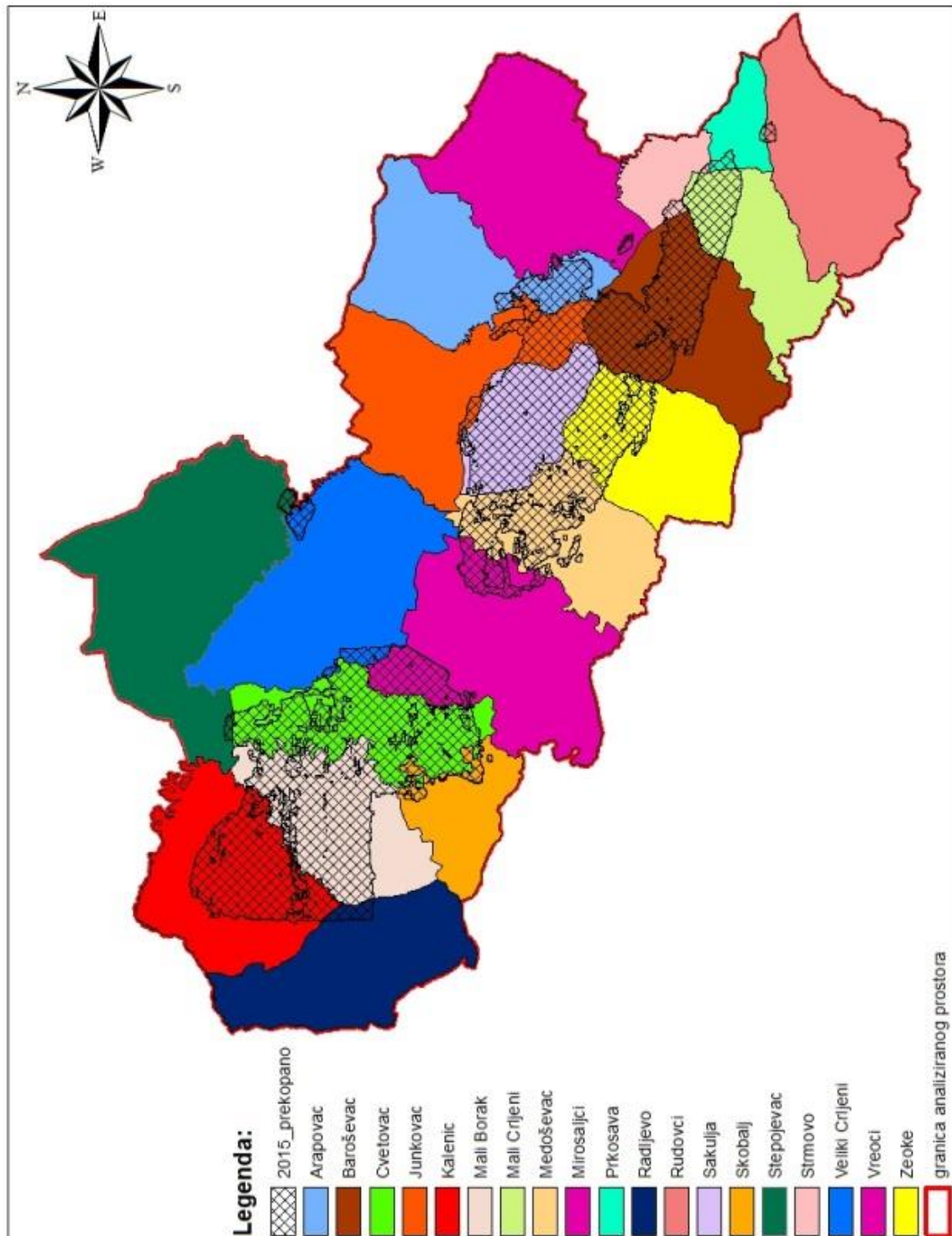
Прилог 75. Ширење копова према насељима 2001. године



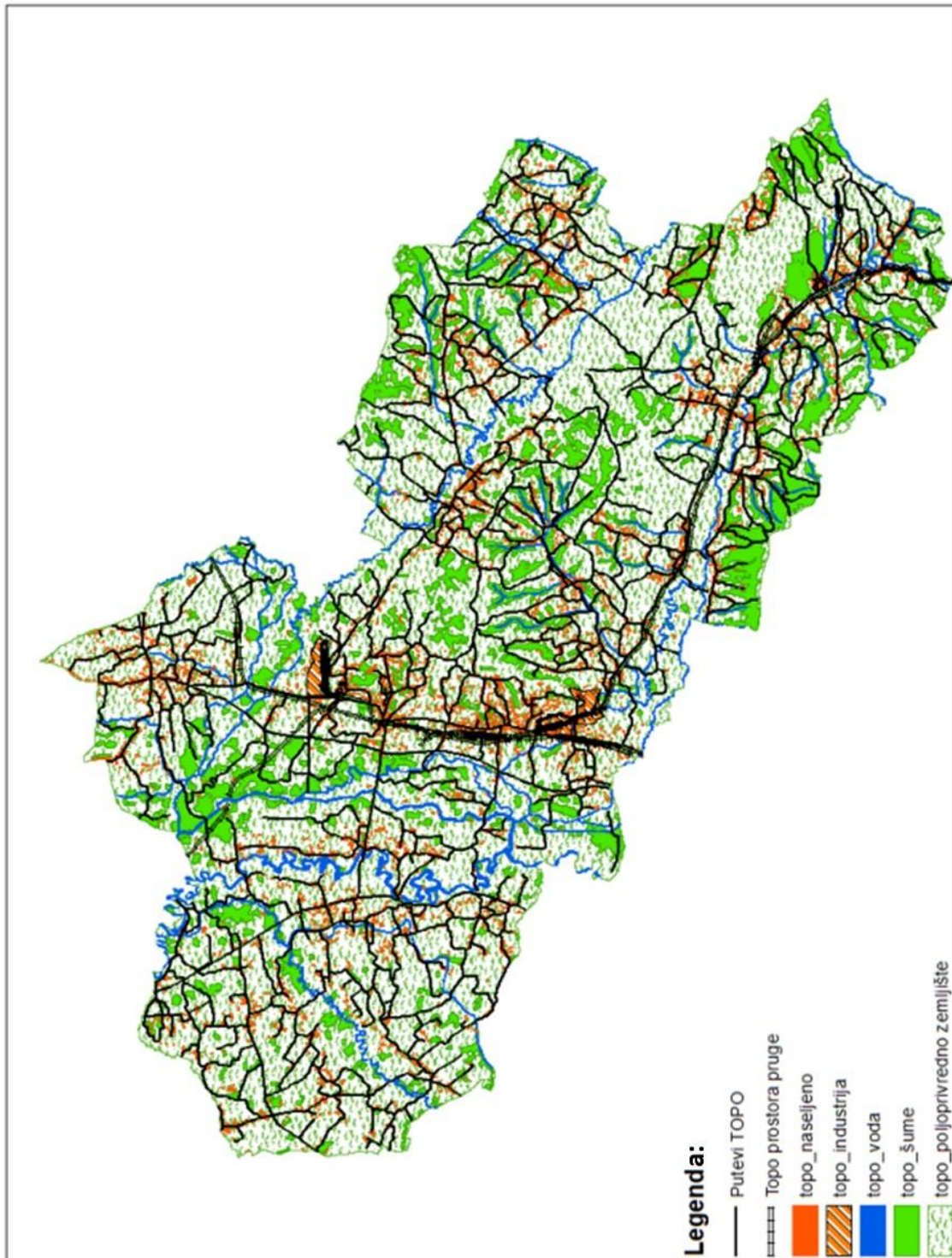
Прилог 76. Ширење копова према насељима 2011. године



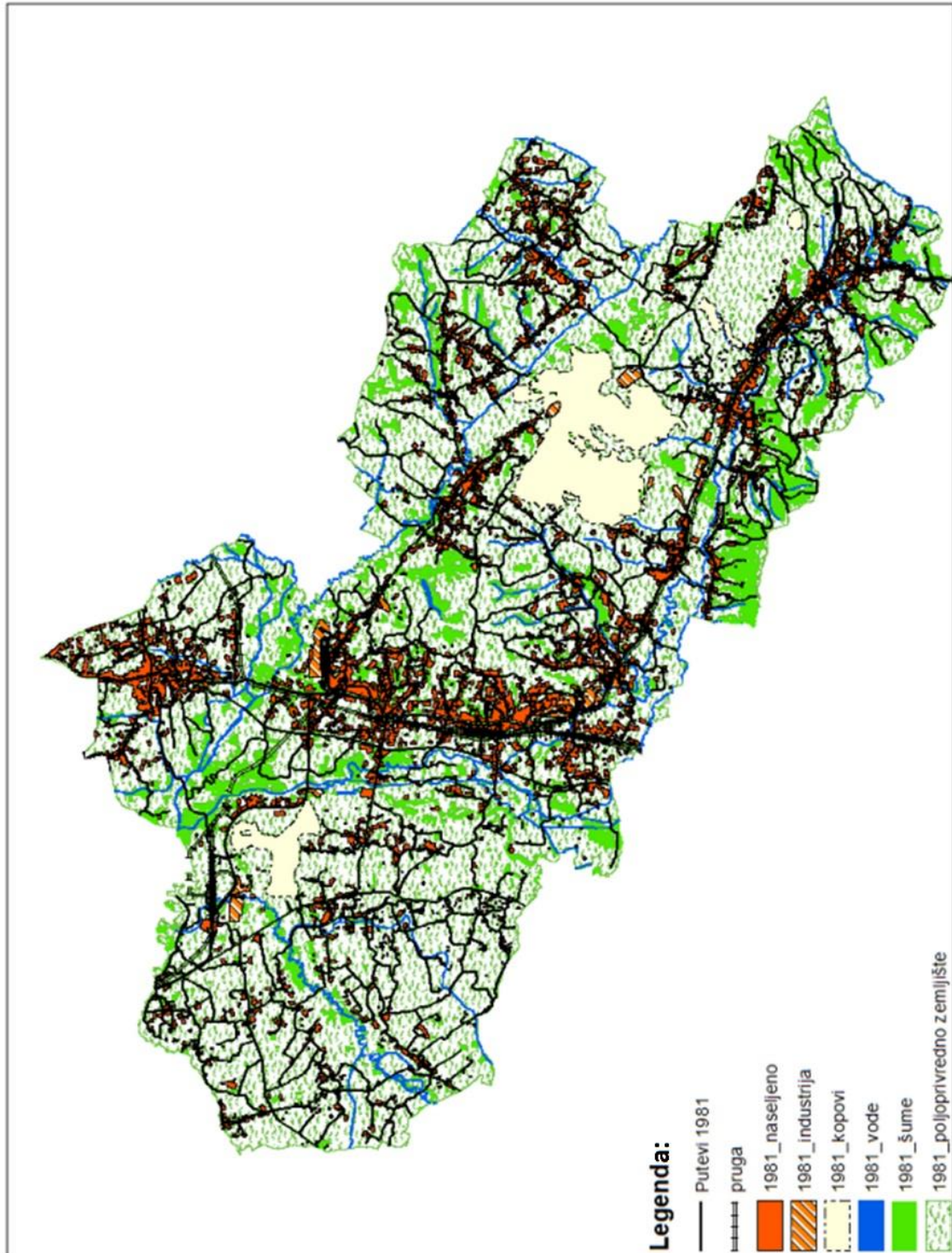
Прилог 77. Ширење копова према насељима 2015. године



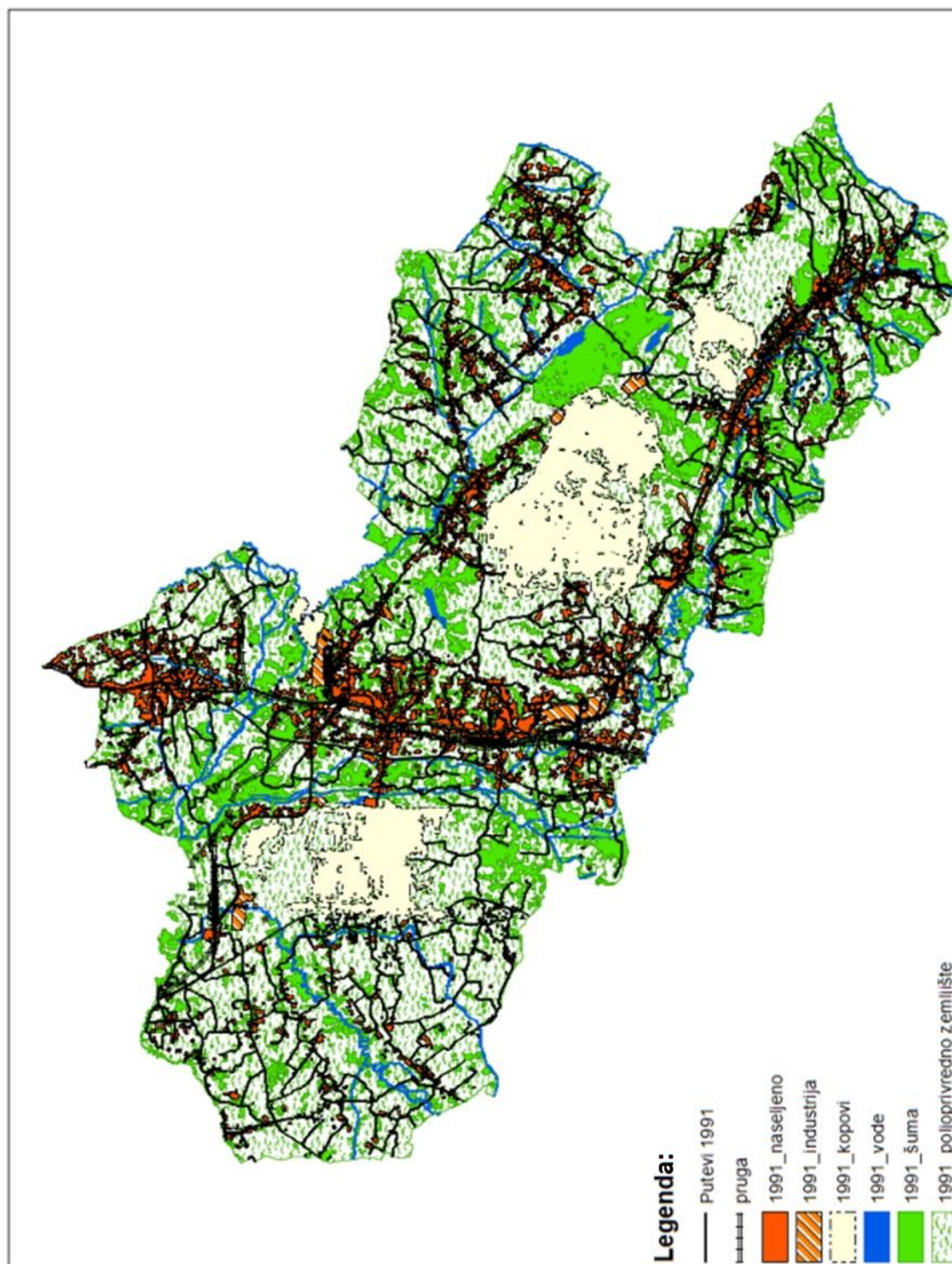
Прилог 78. Намена коришћења простора пре површинске експлоатације лигнита



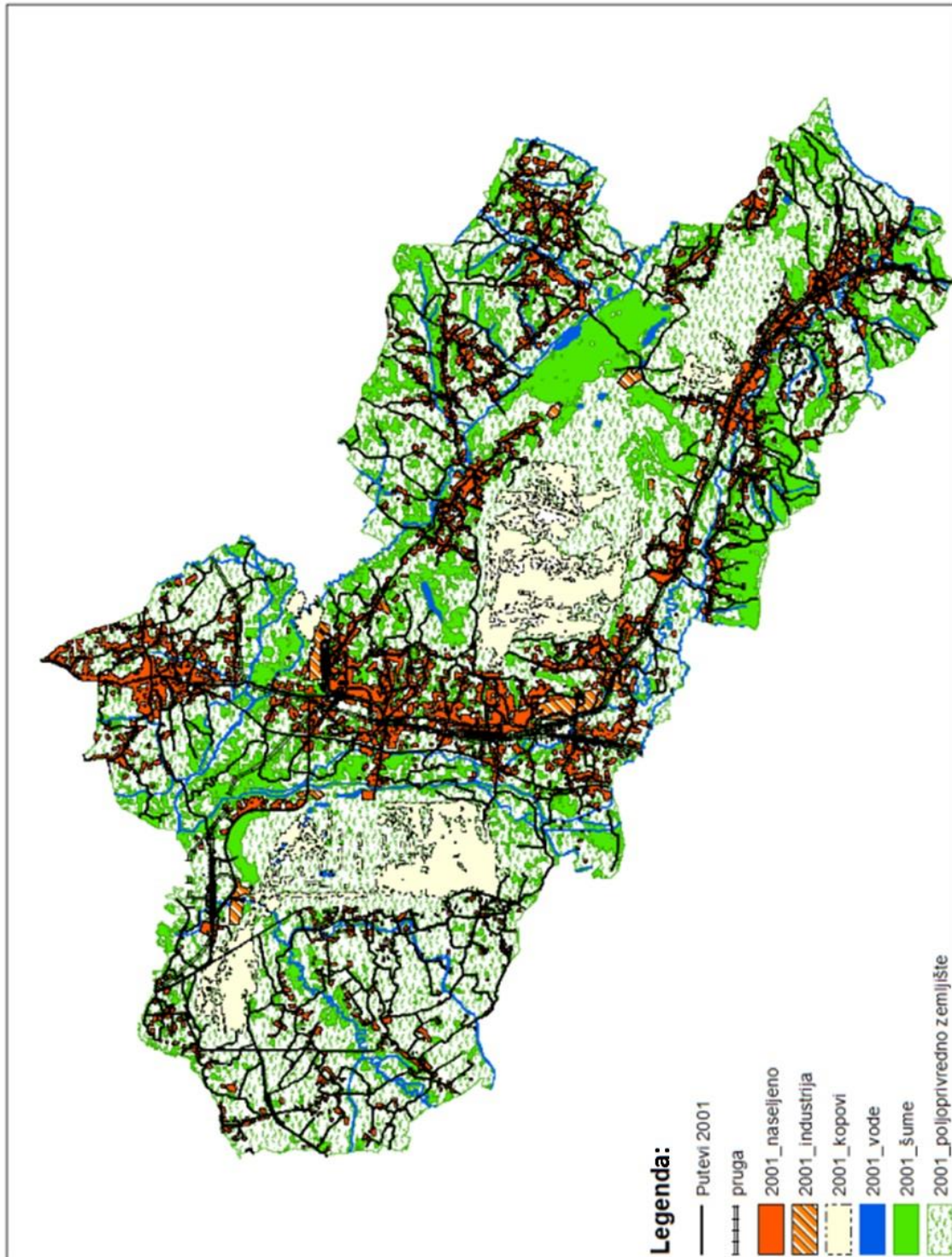
Прилог 79. Намена коришћења простора 1981. године



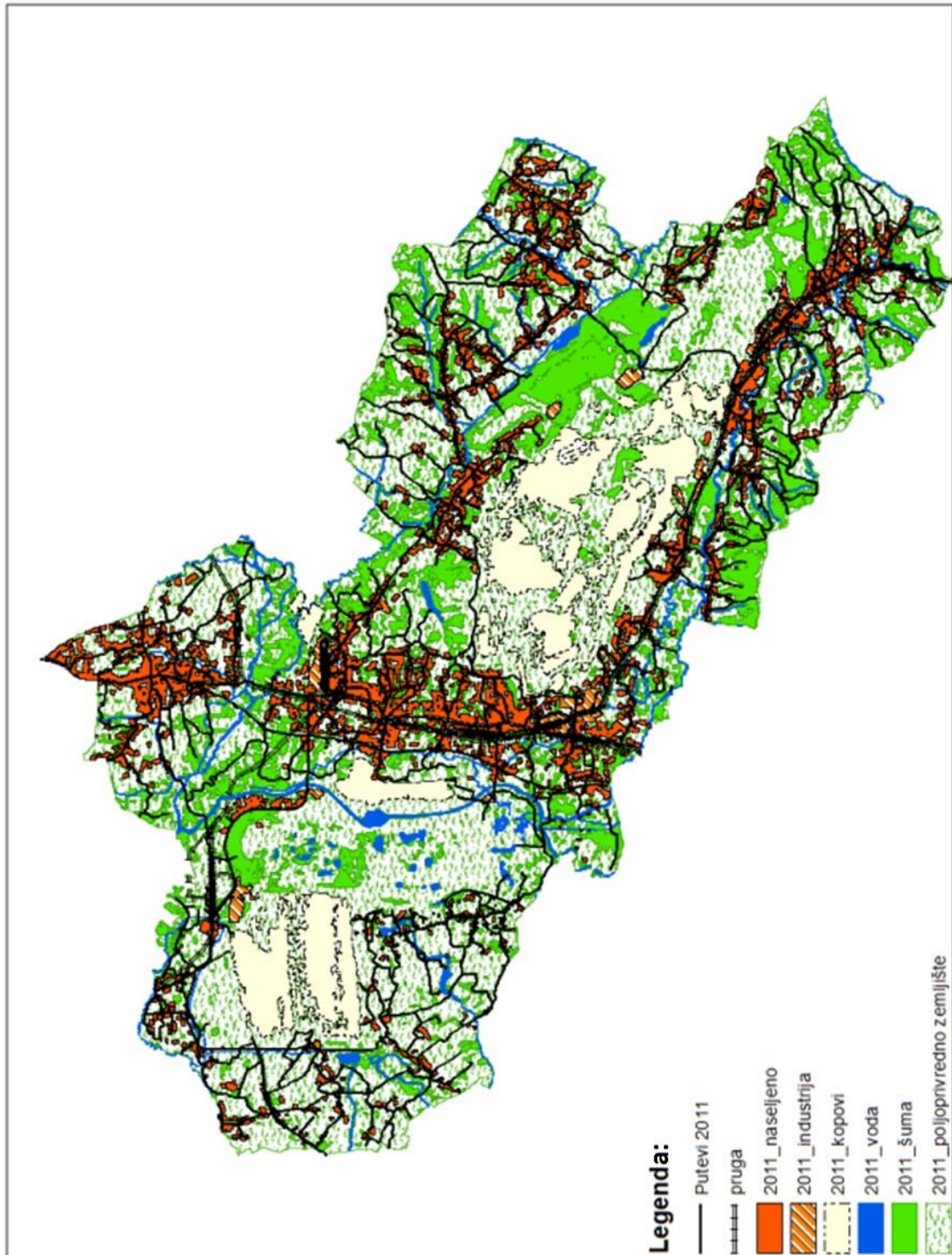
Прилог 80. Намена коришћења простора 1991. године



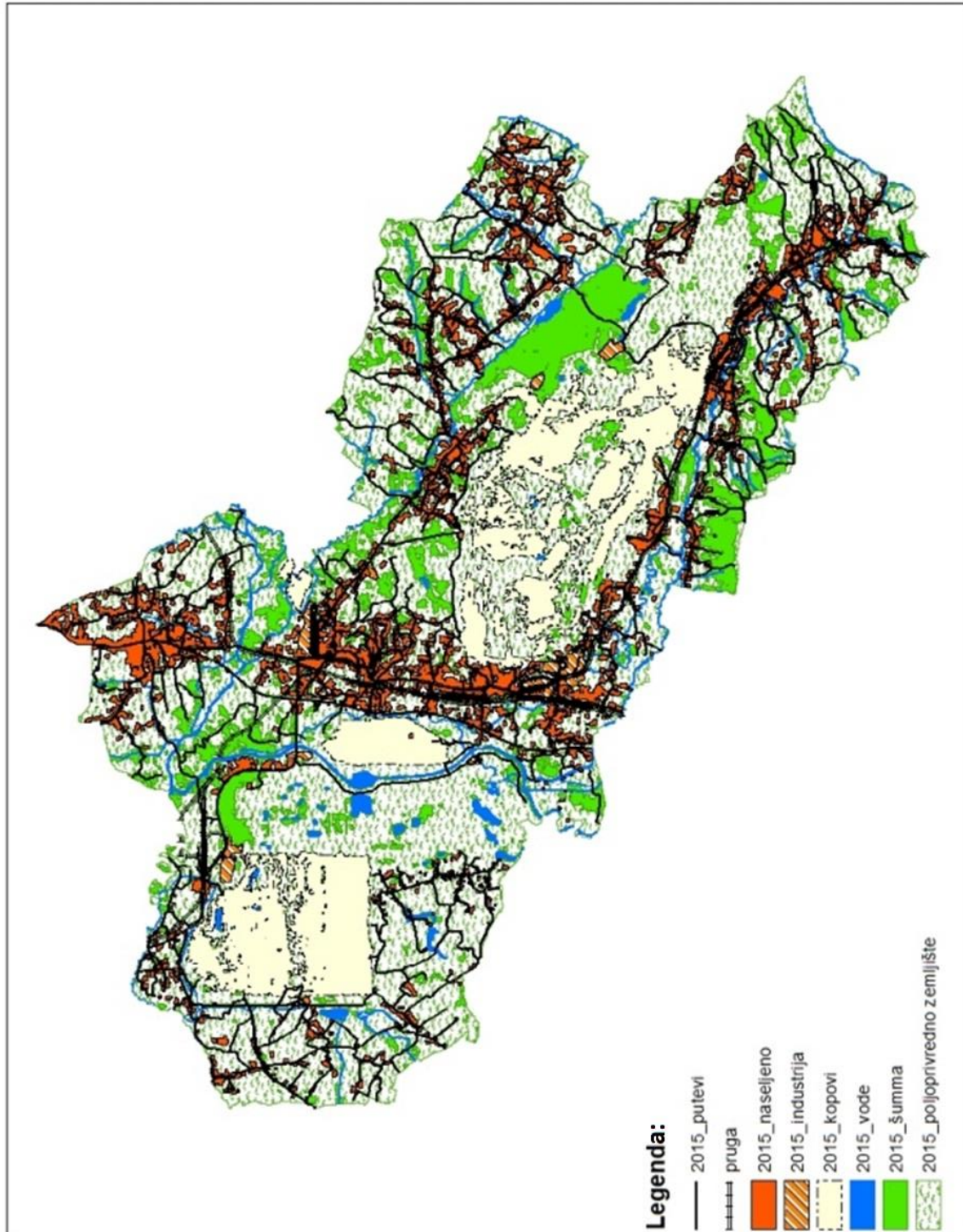
Прилог 81. Намена коришћења простора 2001. године



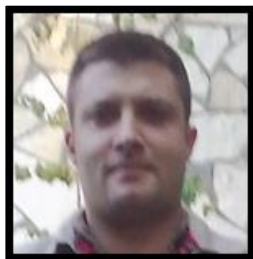
Прилог 82. Намена коришћења простора 2011. године



Прилог 83. Намена коришћења простора 2015. године



БИОГРАФИЈА АУТОРА



Милисав Томић је рођен 03.11.1976. године у Београду, Србин православне вере, отац једног детета (ћерка Бранислава). Основну школу завршио у Великим Црљенима, а Гимназију у Лазаревцу. Завршио Географски факултет Универзитета у Београду где је дипломирао на предмету Геопросторне основе животне средине са темом **„Утицај термоенергетског система Колубара на животну средину општине Лазаревац“**, под менторством проф. др Милутина Љешевића. Постдипломске студије завршио је на Географском факултету Универзитета у Београду на смеру Геопросторне основе животне средине, под смером **Управљање животном средином са просечном оценом 9,75** и одбранио мастер рад на тему **„Контрола и управљање животном средином у систему прераде угља на примеру РЕИК-а“**, под менторством др Славољуба Драгићевића.

Докторске студије на Шумарском факултету, одсек Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса, уписао је школске 2011/2012. године. Успешно је обавио све активности предвиђене наставним планом и програмом докторских студија и положио испите са просечном оценом 10,00. Пројекат докторске дисертације одбранио је 15.09.2014. године.

Од 2007. године је запослен у РБ „Колубара, Огранку „Прерада“ у Вреоцима, са решењем Истраживач у Одељењу за заштиту и унапређење животне средине. Од 2009. године обавља послове Управљања индустријским отпадом и опасним отпадом на нивоу Огранка „Прерада“ Вреоци. Од 15. 04. 2010. године обавља послове инжењера за површинске, подземне и отпадне воде у Служби за заштиту и унапређење животне средине Огранка „Прерада“ Вреоци, РБ „Колубара“, Лазаревац.

Учествовао је на више научних скупова у земљи од којих су неки међународног карактера.

Поседује Сертификате:

- Израда планова управљања отпадом-“Victoria Consulting”, д.о.о.;
- ECDL- European Computer Driving Licence;
- Захтеви и коментари међународног стандарда ISO 14001:2004- „DQM“.
- Концепт енергетске ефикасности и међународни стандард у области енергетског менаџмента ISO 50001-„DQM“.
- GRI смернице – Извештавање о друштвеној одговорности-“Victoria Consulting”, д.о.о.

Учествовао на изради пројекта „План управљања отпадом у РБ „Колубара“ д.о.о. Огранак „Прерада“ - Вреоци (2010-2013); Огранак „Пројект“ Лазаревац.

По основи свог интересовања и радних обавеза, усмерен је на област географских информационих система (ГИС-а), и даљинске детекције, а посебно на област животне средине и заштити земљишних и водних ресурса из које је објавио 14 радова.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а _____ Милисав Д. Томић _____

број уписа _____ 18/2011 _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

**Анализа антропогених утицаја на природне ресурсе у зони Рударског басена
„Колубара“ даљинском детекцијом**

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, _____

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора _____ Милисав Д. Томић _____

Број уписа _____ 18/2011 _____

Студијски програм _____ еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних
ресурса; Шумарски факултет; Универзитет у Београду _____

Наслов рада _____ Анализа антропогених утицаја на природне ресурсе у зони
Рударског басена „Колубара“ даљинском детекцијом _____

Ментор _____ др Миодраг Златић, др Мишко Милановић _____

Потписани _____ Милисав Д. Томић _____

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској
верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног
репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског
звања доктора наука, као што су име и презиме, 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 докторанда

У Београду, _____

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Анализа антропогених утицаја на природне ресурсе у зони Рударског басена „Колубара“ даљинском детекцијом

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, _____

1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.