

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Мр Јелена Б. Голијанин

**ГЕОЕКОЛОШКА ЕВАЛУАЦИЈА
ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА РАВНЕ
ПЛАНИНЕ И ПАЉАНСКЕ КОТЛИНЕ У
ФУНКЦИЈИ ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА**

докторска дисертација

Београд, 2015

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF GEOGRAPHY

Jelena B. Golijanin

**GEOECOLOGICAL EVALUATION OF
NATURAL POTENTIALS OF THE RAVNA
MOUNTAIN AND PALE VALLEY IN THE
FUNCTION OF SUSTAINABLE
DEVELOPMENT**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015

Ментор:

др Мирољуб Миљинчић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Географски факултет

Чланови комисије:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

Датум одбране докторске дисертације:

Геоколошка евалуација природних потенцијала Равне планине и Паљанске котлине у функцији одрживог развоја

Резиме

У раду је извршена идентификација и детерминација погодности природних потенцијала за развој појединих грана привреде на простору Равне планине и Паљанске котлине. Употребом метода геоколошке евалуације, међу којим издвајамо интеграцију модела аналитичког хијерархијског процеса (АХП) и географског информационог система (ГИС), добијени су постојани резултати и потврђено је да природни потенцијали имају доминантан утицај на развој привредних дјелатности као што су пољопривреда, шумарство и туризам. За провјеру тачности тежинских коефицијената добијених АХП методом коришћен је степен конзистентности матрице (CR).

Основни критеријуми на основу којих је извршена евалуација су: рељеф, клима, хидролошке, педолошке и биогеографске карактеристике. На основу ових критеријума изведен је већи број подкритеријума коришћених у поступку евалуације, а њихов број је варирао овисно о намјени евалуације. Највише подкритеријума издвојено је у поступку евалуације природних потенцијала за потребе пољопривреде (петнаест), а најмање за потребе шумарства (осам). За потребе туризма коришћено је десет подкритеријума, од којих два социоекономска.

Све физичкогеографске компоненте у раду анализирани су појединачно и комплетно. У основи евалуација је подразумијевала анализу физичкогеографских елемената, односа и веза, при чему су геокомпоненте, процеси и појаве третирану у развијеном облику. За рационално коришћење простора у сврху пољопривреде, шумарства, и туризма извршена је функционална евалуација, а потом и синтеза добијених резултата. Након provedбе функционалне евалуације урађена је анализа стабилности рјешења на промјене појединих улазних података помоћу методе нумеричке инкременталне анализе која је показала високу стабилност добијених резултата, нарочито у погледу туризма. Креиране су карте погодности проучаваног простора за потребе пољопривреде, шумарства и туризма, а у коначници и синтезна карта којом су квалитативно идентификоване површине најбољих физичкогеографских потенцијала свих анализираних дјелатности.

Евалуација је показала различит степен погодности за поједине привредне дјелатности, при чему су зоне шумарства и рекреативног туризма добиле највише оцјене и највећи просторни обухват, док су зоне повољне за пољопривреду заступљене са најмањим удјелом. Коришћена методологија показала је да се најпогодније просторне цјелине за шумарство и рекреативни туризам територијално поклапају са заштићеним зонама шума планинског јавора и атрактивним рекреативним површинама на Равној планини, док се пољопривредно највреднији простори налазе на хипсометријски нижим теренима, уз ријечне долине. У поступку евалуације издвојене су и елиминаторне површине којима су поједини дијелови простора изузети из употребе због: насељености и примарне функције становања, инфраструктурног коришћења простора, минираних површина, али и услед специфичности физичкогеографских одлика простора.

Методологија геоколошке евалуације примијењена у раду дала је одговоре на постављена питања и довела до поузданих резултата који се подударају са реалном

ситуацијом на терену. Потврђено је да је мултифункционалне просторе могуће успјешно вредновати и да резултати тих вредновања могу наћи примијену у превазилажењу конфликта између социокултурног, еколошког и економског аспекта животне средине. Са те стране, резултати добијени овим истраживањем имају апликативан карактер и могу се користити за планирање, пројектовање и праћење развоја туристичких капацитета заснованих на природним потенцијалима, као и у функцији планирања објективних могућности за развој шумарства и пољопривреде. Установљено је да физичкогеографске карактеристике проучаваног простора посједују добре предиспозиције у погледу одрживог развоја, па истраживање може послужити као полазна тачка за сложеније студије овог и сличних простора у будућности.

Кључне ријечи: геоеколошка евалуација, природни потенцијали, физичка географија, АХП, ГИС, одрживи развој, Равна планина, Паљанска котлина, БиХ.

Научна област: Географија

Ужа научна област: Геопросторне основе животне средине

УДК: 911.2:502.131.1(497.6)(043)

Geocological evaluation of natural potentials of the Ravna Mountain and Pale Valley in the function of sustainable development

Summary

The research carried out in this thesis offers an identification and evaluation of the Ravna Mountain and Pale Valley natural potentials, for the purpose of development of certain economic sectors. Applying relevant geocological evaluation methods, i.e. Analytic Hierarchy Process (AHP) and Geographical Information System (GIS) integratively provided reliable results, and it has been shown that natural potentials predominantly influence the development of such economic sectors as agriculture, forestry and tourism. The matrix Consistency Ratio (CR) was used for checking the validity of parameters obtained by AHP methodology.

The evaluation in the research has been carried out on the basis of several criteria: relief, climate, hydrological, pedological and biogeographical characteristics. The research also implied certain sub-criteria derived out of the above-mentioned basic ones, while their application varied depending on the evaluative purpose. Most sub-criteria were derived for the evaluation of agricultural natural potentials (15), the least for forestry evaluation (8). Ten sub-criteria, two of them being socioeconomic, were used for evaluation of tourism.

All physical-geographical parameters in the thesis were first analyzed separately and then as a whole. Basically, the evaluation implied analysis of physical-geographical elements and their interrelatedness, the relevant geocomponents, processes and phenomena being treated in their developed form. For the purpose of efficient use of the land in agriculture, forestry and tourism, the research first relied on functional evaluation and then synthesis of obtained results. After functional evaluation, the research focused on the analysis of reliability of methods related to changes of some input parameters, such as Numerical Incremental Analysis which have shown that obtained results are highly reliable, especially in domain of tourism evaluation. Finally, the thesis provides the maps offering the evaluation of the researched area sustainability in domains of agriculture, forestry and tourism, along with the overall map offering qualitative identification of areas most suitable in the context of physical-geographical potentials for all analyzed economic sectors.

The evaluation has shown the difference in degree of suitability of the relevant economic sectors: while sectors of forestry and recreational tourism have proved to be most suitable and encompass wildest area, agricultural sector has proved to be the least suitable. The methodology used has shown that the most suitable areas in domain of forestry and recreational tourism territorially match with protected areas of Hildreich's Maple and attractive recreational areas on Ravna planina, while agriculturally most suitable areas are located in lower areas, mostly along riversides. The process of evaluation also singled out certain areas unsuitable for the purpose of sustainable development, primarily due to residential character, infrastructure, mined areas but also due to physical-geographical specificities of the area itself.

Geocological evaluation methodology applied in the research carried out in this thesis has provided answers to relevant questions and results matching to the real situation in the areas. It has proved to be possible to successfully evaluate the multifunctional areas, and apply the results of those evaluations in overcoming conflicts among sociocultural,

ecological and economical aspect of environment. On that hand, the results obtained in this research are of applicative character, and can be used for planning, projecting and monitoring development of touristic potentials based on natural potentials, as well as for assessing real potentials for development of forestry and agriculture. It has been established that physical-geographical characteristics of the researched area possess valuable preconditions for sustainable development, so the research can serve as a starting point for further relevant researches of this and similar types of area.

Key words: Geoecological evaluation (Landscape ecology evaluation), natural potentials, physical geography, AHP, GIS, sustainable development, Ravna Mountain, Pale Valley, Bosnia and Herzegovina.

Scientific field: Geography

Core scientific field: Geospatial and Environmental Science

UDC: 911.2:502.131.1(497.6)(043)

САДРЖАЈ

1	УВОД	1
1.1	Дефинисање проблема и предмета истраживања	2
1.2	Циљеви, задаци и хипотезе истраживања	4
2	ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА	9
2.1	Историјат заштите природног наслеђа на проучаваном простору	14
3	МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА	18
3.1	Теоријско-методолошке концепције геоеколошких истраживања	21
3.1.1	Примијењена геоеколошка истраживања	26
3.2	Методолошки поступци у свијету	28
3.3	Методолошки поступци на нашим просторима	34
3.4	Методологија геоеколошке евалуације примјењена у раду	35
3.4.1	Методе вишекритеријумске анализе	38
3.4.2	АХП метод (Аналитички хијерархијски процес)	41
4	ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ И ГРАНИЦЕ ИСТРАЖИВАНОГ ПРОСТОРА	47
5	АНАЛИЗА ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА РАВНЕ ПЛАНИНЕ И ПАЉАНСКЕ КОТЛИНЕ ..	56
5.1	Анализа геолошке подлоге	56
5.1.1	Геолошко-петрографски услови	57
5.1.1.1	Палеозоик	57
5.1.1.2	Мезозоик	61
5.1.1.3	Кенозоик	63
5.1.2	Тектонска структура	64
5.1.2.1	Основне карактеристике антиклиноријума	65
5.1.2.2	Основне тектонске линије	67
5.2	Анализа геоморфолошких карактеристика	68
5.2.1	Опште морфолошке карактеристике	68
5.2.2	Морфометријске карактеристике	71
5.2.2.1	Хипсометријске карактеристике рељефа	72
5.2.2.2	Вертикална рашчлањеност рељефа	75
5.2.2.3	Нагиб рељефа	77
5.2.2.4	Експозиција рељефа	81
5.2.3	Морфографске карактеристике рељефа	85
5.2.4	Морфоструктурне карактеристике	93
5.2.5	Геоморфолошки процеси и облици	95
5.2.5.1	Падински процеси и облици	95
5.2.5.2	Гравитациони процеси и облици	97
5.2.5.3	Флувијални процеси и облици	101
5.2.5.4	Крашки процеси и облици	106
5.3	Анализа климатских карактеристика	123
5.3.1	Температуре ваздуха	126
5.3.2	Релативна влажност ваздуха	129
5.3.3	Облачност	130
5.3.4	Трајање сунчевог сјаја (инсолација)	132
5.3.5	Падавине	134
5.3.6	Вјетрови	139
5.3.7	Карактер климе на проучаваном простору	141
5.3.8	Анализа климатске варијабилности на простору Републике Српске (БиХ)	146
5.3.8.1	Основни појмови о Оквирној конвенцији УН о промјени климе и Кјото протоколу	146
5.3.8.2	Климатске варијабилности у БиХ	147
5.4	Анализа водних својстава	151
5.4.1	Хидрогеолошка основа	152
5.4.1.1	Водопрпусне стијене	152
5.4.1.2	Хидрогеолошки комплекси	153
5.4.1.3	Стијене са хидрогеолошком функцијом баријера	153

5.4.2	Подземне воде и извори.....	154
5.4.2.1	Врело Паљанске Миљацке.....	155
5.4.2.2	Станско врело	155
5.4.2.3	Врело Праче	156
5.4.2.4	Врело Бистрице.....	156
5.4.3	Издашност и квалитет воде изворишта.....	157
5.4.4	Површински токови	159
5.4.4.1	Ријеке	159
5.5	Анализа педолошког покривача.....	168
5.5.1	Слабо развијена земљишта	173
5.5.1.1	Литосоли	174
5.5.1.2	Сироземи	174
5.5.2	Хумусно-акумулативна земљишта	175
5.5.2.1	Рендзине	175
5.5.2.2	Ранкери	179
5.5.3	Камбична земљишта (смеђа земљишта).....	180
5.5.3.1	Смеђа земљишта на кречњацима и доломитима (калкокамбисоли).....	180
5.5.3.2	Смеђа кисела земљишта (дистрични камбисоли).....	181
5.5.4	Хидроморфна земљишта	183
5.5.4.1	Алувијално-делувијална земљишта	183
5.6	Анализа биоеколошких карактеристика	184
5.6.1	Флора и вегетација	184
5.6.1.1	Вегетација	186
5.6.1.2	Флора	199
5.6.1.3	Административне и шумскопривредне карактеристике	202
5.6.2	Фауна.....	204
5.6.2.1	Бескичмењаци – инсекти	204
5.6.2.2	Рибе.....	205
5.6.2.3	Водоземци	205
5.6.2.4	Гмизавци	206
5.6.2.5	Птице	207
5.6.2.6	Сисари	210
5.6.2.7	Фонд дивљачи.....	212
6	ГЕОЕКОЛОШКА ЕВАЛУАЦИЈА ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА РАВНЕ ПЛАНИНЕ И ПАЉАНСКЕ КОТЛИНЕ	214
6.1	Поступак евалуације природних потенцијала методом АХП	216
6.2	Функционална евалуација природних потенцијала	225
6.2.1	Евалуација природних потенцијала за потребе пољопривреде и шумарства.....	226
6.2.1.1	Евалуација природних потенцијала за потребе пољопривреде.....	227
6.2.1.2	Евалуација природних потенцијала за потребе шумарства	258
6.2.2	Евалуација природних потенцијала за потребе туризма	292
6.2.2.1	Евалуација природних потенцијала у функцији развоја рекреативног туризма..	294
6.3	Синтеза резултата евалуације природних потенцијала.....	310
6.3.1	Детерминација рангова приоритета.....	310
7	ЗАКЉУЧАК	317
	ЛИТЕРАТУРА	324
	ПОПИС ГРАФИЧКИХ ПРИЛОГА.....	337

1 УВОД

У раду ће бити разматран простор Равне планине и Паљанске котлине који се налази у централном дијелу Босне и Херцеговине, југоисточно од Сарајева. Током вишегодишњих парцијалних проучавања појединих природних услова и ресурса (природних потенцијала) на овом простору, јавила се потреба проширивања и синтезе досадашњих истраживања. Након успостављања граница проучаваног простора, те осврта на историјат и преглед досадашњих истраживања, урађена је анализа природних потенцијала која је захтијевала детаљан приказ њихових рецентних карактеристика, на основу чега је установљена реална основа за сагледавање нивоа досадашњих промјена, као и прогноза очекиваних дешавања у будућности. Као резултат обједињене анализе и синтезе добијен је приказ стања природних потенцијала са резултатима који могу послужити као основа у погледу планирања, уређења и одрживог коришћења овог простора. Евалуација природних потенцијала овог планинско-котлинског простора рађена је у сврху успостављања најприхватљивије методологије квантитативног и квалитативног вредновања природних потенцијала (овог и сличних простора). Ово је претходило синтезном дијелу рада и детерминацији рангова приоритета резултата добијених евалуацијом.

Већи дио проучаваног простора, тј. морфолошка цјелина Равна планина, налази се унутар граница предвиђеног Заштићеног пејзажа „Јаворина“. Природни потенцијали ширег простора Јахорине (Јаворине¹) су под различитим режимима заштите још од 1949. године. Сходно измијењеном и допуњеном Закону о заштити природе (пречишћени текст објављен у „Службеном гласнику Републике Српске“, број 113/08)² и Закону о заштити животне средине (Службени гласник Републике Српске, број 28/07) у плану је да се будуће заштићено подручје сврста у пету категорију заштићених подручја, тј. под режим заштићених природних пејзажа

¹ Ранији, изворни назив планине Јахорине био је Јаворина, због велике заступљености шумске врсте јавор на овим просторима. Мојсије Ђерковић у књизи „Пале и паљани, природа и људи“ наводи: „Велика јаворова шума назива се јаворина, отуда назив планина Јаворина.“

² Закон о измјенама и допунама Закона о заштити природе објављен је у „Службеном гласнику Републике Српске“, број 34/08.

(Заштићени пејзаж „Јаворина“³). Наведено је утицало да се у поступку евалуације и синтезе добијених резултата акценат стави на заштиту простора, кроз начела одрживог развоја.

Геоколошко истраживање и вредновање проучаваног простора почело је 2008. године, што је накнадно резултовало одбраном магистарске тезе којом су обрађене геоморфолошке одлике простора Јахорине, те проведено геоколошко вредновање рељефа ове планине у функцији одрживог развоја. У оквиру овог рада продубила су се и проширила проучавања геоколошких карактеристика природних потенцијала датог простора, која су накнадно подвргнута сложеној геоколошкој евалуацији. Након уводних напомена, теоријски оквир истраживања обухватио је цјелине у којима су обрађени: хронолошки преглед досадашњих истраживања, методологија истраживања, географски положај и опште физичкогеографске карактеристике проучаваног простора. Основни резултати рада садржани су у поглављу које обрађује евалуацију природних потенцијала Равне планине и Паљанске котлине кроз форму одрживог развоја. Анализа, синтеза и генерализација су проведене методама и техникама које су дале оквир за интерпретацију комплексних просторних веза терена који је проучаван.

1.1 ДЕФИНИСАЊЕ ПРОБЛЕМА И ПРЕДМЕТА ИСТРАЖИВАЊА

Под природним потенцијалима најчешће се подразумејева комплекс постојећих природних услова, процеса и ресурса одређеног дијела геопростора. Константна промјена природних услова, процеса или ресурса недвосмислено указује да се природни потенцијали ни у ком случају не смију третирати као статична и непромјенљива категорија, већ као динамичка појава која је директно условљена степеном деградације природним и антропогеним процесима (Драгићевић, С. и др., 2008). Појаве и процеси у животној средини, а нарочито могућност њене одрживе валоризације, све су значајније поље интересовања традиционалних и савремених

³ Републички завод за заштиту културно-историјског и природног наслеђа Републике Српске припремио је научно-стручну документациону основу за проглашење која је прослијеђена у ресорно Министарство и тренутно чека одобрење од стране Владе Републике Српске.

фундаменталних и примијењених геопросторних истраживања. Геоколошки приступ и геоколошка евалуација простора омогућавају сагледавање континуитета међусобног дијеловања природних и друштвених комплекса и степен интензивности спрега односно зависности од услова средине и утицаја на њу. Проблеми везани за геоколошку евалуацију природних елемената и потенцијала простора су многоструки и сложени, истовремено су присутне и различите дилеме, а такође се актуелизују и бројна питања. Централни проблем тезе је провјера и иновирање постојеће методологије вредновања геоколошких компоненти простора у циљу детерминације искористивости површина за различите намјене, инкорпорирајући сегменте планирања и заштите проучаваног простора. Као доминантан проблем истиче се и примјена већег броја различитих метода евалуације, које ће бити дјелимично модификоване и прилагођене потребама рада у сврху флексибилности али и у функцији поузданости оцјене природних потенцијала проучаваног простора.

Методолошки приступи квантитативне евалуације започети су 30-их година 20. вијека када је кроз „Њу Дил“ (New Deal) и пројекат Тенеси развијена методологија „Бетеле“ од стране Универзитета Харвард. Ова квантитативна евалуација простора претходила је великом мелиорационом и развојном пројекту у сливу Тенесија (Tennessee Valley Authority – TVA) на простору седам савезних држава САД-а (1933/1935). Са усавршавањем рачунарске технике, програмских пакета, тематских и топографских карата, а посебно фактографског материјала даљинске детекције (информација блиска реалном времену), указале су се могућности обимније и сврсисходније примјене различитих метода евалуације природних потенцијала.

У пракси је често присутан став да се, на основу квазинаучних поставки, природни потенцијал мањих или већих територијалних оквира, третира као „неискоришћена шанса“ и „компаративна предност“ са „неограниченим могућностима“ и сл. Међутим, инвентаризација и евалуација елемената и фактора природних потенцијала у функцији различитих потреба валоризација упућују на сасвим друкчији закључак. Заправо, ради се о све напрегнутијем систему (појединачно и кумулативно) стања елемената и фактора природних потенцијала, на једној, и привредних активности, на другој страни. Зато се проблем уважавања

елемената и фактора природних потенцијала у функцији трајне одрживе привредне активности намеће као императив.

За различите друштвене потребе и активности, по квантитету и квалитету, неопходно је извршити анализу и процјену вриједности појединих елемената природних потенцијала неке средине, али и њихов синергетски утицај на поједине, условно диференциране, геокомплексе. Такође, неопходно је извршити и компарацију, како самих природних потенцијала тако и појединих територијалних цјелина, у смислу њихове употребљивости за постојеће или потенцијално планиране активности. Због тога је валоризација посебно значајна, како за утврђивање оптималне намјене територија (еко-еко валоризација), тако и у смислу предузимања одговарајућих мјера санације, конзервације, проградације, уређења, ренатурализације и сл. Пошто је то, на одређен начин, задатак геоеколошког и просторног планирања, ове методе имају изузетан значај и у овим дјелатностима.

Предмет истраживања дефинисан је у самом наслову тезе. Суштински је значајна геоеколошка евалуација природних потенцијала, сложеног модел система са двије орографски, морфолошки и функционално повезане просторне цјелине, Равне планине и Паљанске котлине у функцији планирања развоја и заштите на принципима одрживог развоја. Евалуација ће се усмјерити ка полиморфном рељефу, наглашеног геодиверзитета, као основног феномена ширег простора, али и другим релевантним ресурсима и условима природне средине. Природни потенцијали дефинисаног простора су неуједначено и, у основи, недовољно истражени, али генерално посједују добре предиспозиције за унапређење постојећих и развој нових, еколошки прихватљивих дјелатности. Комплетна геоеколошка евалуација природног потенцијала олакшаће сагледавање оптималних могућности искоришћавања природне основе простора на основама очувања његовог еколошког (и економског) капацитета. Добијени резултати користиће се за дефинисање рангова приоритета и лоцирање најпогоднијих зона за поједине привредне дјелатности.

1.2 ЦИЉЕВИ, ЗАДАЦИ И ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

Тема докторске дисертације „Геоеколошка евалуација природних потенцијала Равне планине и Паљанске котлине у функцији одрживог развоја“ има широко

постављен и сложен задатак и циљ. Основни циљ рада је двојног карактера – теоријског и емпиријског. Тежиште истраживања је експлицитно наведено у наслову теме са циљем да се укаже на потребу и нужност конципирања основних принципа и изналажења модела геоеколошке евалуације природних потенцијала дефинисаног простора у функцији одрживог развоја. Циљеви и задаци рада треба да, дефинисањем теоријског концепта, у свеобухватном аналитичко-синтетичком сагледавању и оцјењивању свих релевантних фактора, научно провјереном методологијом, остваре рационалан приступ проблематици геоеколошке евалуације. Полазни циљ у раду огледа се у изналажењу и примјени најподесније методологије валоризације геоеколошких својстава на примјеру просторних цјелина Равне планине и Паљанске котлине, са два становишта – методолошко научног и апликативног. Научно-методолошки циљ огледа се у детерминацији метода вредновања елемената простора и његових појединих дијелова у сврху намјене за различите облике валоризације, а у циљу планирања квалитетнијег, у првом реду, комплементарног и интегралног привредног развоја и заштите истраживаног геопростора. Апликативни циљ овако конципираног истраживања је у томе што ће добијени резултати дати објективну слику испољавања утицаја различитих облика, појава и процеса на намјену појединих просторних цјелина, али и планирање, коришћење и заштиту истих у будућности.

Задаци истраживања проистичу из унапријед утврђеног предмета проучавања и научно провјерених чињеница из литературе, статистичких и катастарских извора, сетова карата (орохидрографских, топографских, геолошких, педолошких, хидрогеолошких), сателитских снимака и увида у стање на терену. Основни задатак рада је развој логичког система евалуације и тестирање на овом комплексном просторном моделу. Неопходно је добро проучити релевантну литературу из области геоеколошке евалуације простора како би се изнашла најповољнија рјешења за адекватно вредновање. У складу са предметом истраживања дефинисани су сљедећи задаци:

- Детерминација линеарних граница простора Равне планине и Паљанске котлине – у морфолошком смислу;
- Анализа физичкогеографских и геоеколошких карактеристика истраживаног простора;

- Анализа локација и типова геоеколошких хазарда и процјена њихових посљедица као и могућности предупређења и санације;
- Примјена ГИС технологије у процесу геоеколошке евалуације простора омогућиће да се сагледају опште, посебне и појединачне геоеколошке предиспозиције простора и диференцираних просторних подсистема;
- Функционална евалуација геоеколошких елемената Равне планине и Паљанске котлине – за потребе различитих привредних грана;
- Резултати евалуације природних потенцијала истраживаног простора (подразумијевају синтезу резултата погодности простора за вишенамјенско коришћење). На основу синтезне карте простора за вишенамјенско коришћење приказане се само терени са најповољнијим условима за развој појединих дјелатности. Ово конкретно значи даће се претходно добијени резултати вредновања истраживаних цјелина (у функционалној евалуацији) искористити у поступку обједињавања, тачније искористиће се само ареали терена који су задобили највише оцјене;
- Детерминација рангова приоритета и подршка просторном планирању на принципима одрживог развоја. У склопу овог задатка дефинисаће се приоритетно погодне зоне за развој анализираних привредних дјелатности као и зоне непогодне за поједине намјене.

Један од могућих задатака може бити и издвајање дијелова простора специфичних по основу физичкогеографских одлика и на које би се требала обратити посебна пажња у смислу заштите од деградације и негативног природног и антропогеног дијеловања. Кроз одредбу осјетљивости и рањивости геопростора могуће је дефинисати ограничења проучаваног простора у погледу издвајања локација и зона које посједују потенцијални ризик од природне и индуковане појаве могућих геохазарда.

Основна (радна) хипотеза од које се пошло у изради докторске дисертације о евалуацији природних потенцијала Равне планине и Паљанске котлине, почива на чињеници објективног постојања сложеног система међузависности између елемената и фактора природне основе и одрживог развоја. Будући да се проучавани простор налази у привредно слабије развијеном дијелу Републике Српске те да, са друге стране, посједује прилично повољне физичкогеографске и

друштвеногеографске карактеристике за развој, јавила се оправдана потреба за реализацијом квалитативне и квантитативне евалуације, физичкогеографских компоненти простора. Евалуација би послужила за успостављање квалитетнијег планирања развоја и заштите овог простора, али и шире регије. Циљ је да се на основу квалитативне и квантитативне валоризације постигне што већа објективност евалуације природних потенцијала, али и унаприједи теоријски оквир и апликативност примијењених метода. Резултати евалуације требају омогућити детерминисање потенцијално погодних локација за развој приоритетних (основних, комплементарних, кооперативних) дјелатности које би биле најпогодније у погледу интеграције циљева одрживог (еко-еко) развоја.

Радна хипотеза докторске дисертације базирана је на претпоставци да је интеграцијом метода геоеколошког вредновања и ГИС технологија, могуће провести комплексну евалуацију природних потенцијала простора, те урадити детаљну анализу и компарацију добијених резултата. У поступку синтезе добијени резултати, имајући у виду реалне потребе, омогућиће да се на самом крају детерминишу зоне са различитим нивоима погодности за реализацију одређених привредних дјелатности са становишта одрживог коришћења простора. Уопштено посматрано, детаљно познавање својстава и могућности физичкогеографских потенцијала значајано је са аспекта сагледавања тренутних и будућих развојних потреба, кроз одрживо коришћење ресурса и услова простора. Нпр. вертикална и хоризонтална рашчлањеност рељефа, експозиција падина, климатски услови, биогеографска обиљежја и др. својства представљају факторе и модификаторе могућег развоја за пољопривреду, шумарство, туризам, рекреацију, спорт, инфраструктуру и друге активности и потребе становништва. На основу геоеколошке евалуације могуће је сагледати међуутицаје физичкогеографских елемената на појединим дијеловима истраживаног простора, а који су погодни за специфичну привредну валоризацију која је до сада била ријетко коришћена. На основу наведеног могуће је издвојити и потхипотезе:

- Територија Равне планине и Паљанске котлине представља простор са веома разноликим природним потенцијалима које је могуће боље искористити, како за потребе локалне заједнице тако и за развој Сарајевско-романијске регије.

- Методе евалуације природних потенцијала интегрисане са ГИС технологијама могу дати објективне квантитативне показатеље вредновања.
- И поред релативно развијене путне мреже и отворености (доступности) овог простора, природни потенцијали релативно су слабо валоризовани. Претпоставка је да се на бази добро усмјерене и квалитетне евалуације искоришћеност простора и природних потенцијала може увећати и више пута од досадашњег.
- За очекивати је да на овако разуђеном простору, са различитом геолошком структуром, вертикалном и хоризонталном рашчлањеношћу, разнородним типовима и квалитетом земљишта и другим природним разноликостима може да се обезбиједи полифункционално и поливалентно коришћење.

Проучавани простор је перспективан са становишта планирања развоја туризма али и осталих привредних дјелатности, па се често у развојним студијама назначавало као потенцијални „мотор“ развоја Сарајевско-романијске регије и источног дијела Републике Српске. Са те стране, резултати ове тезе могу наћи примјену у свим сегментима планирања и пројектовања.

2 ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

Бројни истраживачи, различитих профила проучавали су природне и антропогене одлике простора Равне планине и Паљанске котлине, обично у склопу шире просторне цјелине Јахорине или, у нешто мањем обиму, Романије. Међу њима, у погледу истраживања природних потенцијала у најранијем периоду, доминантну улогу су имали истраживачи Земаљског музеја у Сарајеву, али и бројни други научници и љубитељи природе дали су свој допринос. Накнадно, истраживање овог простора је вршено посредством већег броја института, факултета, завода и других организација чији су стручњаци, најчешће у склопу пројеката, студија и сл., истраживали, картирали и похрањивали бројне податке о природним одликама овог простора. Такође, ту спада и већи број истраживача различитих профила који су учествовали у изради обимне просторно-планске документације за потребе одржавања XIV зимских олимпијских игара у Сарајеву, од којих многа имена неће бити поменута како због обимности, тако и због недостајућих и некомплетних података.

Истичу се имена бројних страних и домаћих геолога, палеогеографа, спелеолога, географа, педолога, хидролога и инжењера грађевинарства, биолога, инжењера шумарства, историчара, туризмолога итд. Са те стране, у погледу природне основе, кренувши од геолошких и палеогеографских одлика простора, прве податке о геологији овог терена дао је Боие А. 1840. године. Након њега, овај регион истражује велики број аустријских истраживача: Роскиевич Ј. 1866. – бавио се Палеозоиком Праче, Битнер А. 1880, урадио палеонтолошку анализу палеозојских седимената, Хауер Ф. 1887. – одредио ханбулошку фацију карактеристичну по великом броју цефалопода-амонита, Мојсисевић, Титзе и Битнер 1880. – израдили прву геолошку карту овог простора. Китл је 1904. извршио биостратиграфско проучавање околине Праче. Кацер Ф. је поставио темеље геолошког проучавања цијеле БиХ, а овај простор је проучавао 1906. год.

Од домаћих аутора, Костић-Подгорска В. је извршила ревизију дотадашњих биостратиграфских односа у рејону Праче, а Сикошек Б. 1961. поред биостратиграфских истраживања пружа и појашњење могућих тектонских односа у овом простору. Анализом мезозојских седимената се бавио Јовановић Р. 1957.,

док је Живановић М. 1972. године испитивао палеозојске брахиоподе. Димитријевић М. и Димитријевић М. Д. су 1969. истраживали флишне серије, а исте године Миловановић Б. и Ћирић М. су проучавали тектонику, о којој најцјеловитији приказ дају Петковић К., Анђелковић М. и Николић П. 1976. године (Вујновић, Л., 1983). Поред наведених аутора, детаљнија геолошка и хидрогеолошка истраживања на проучаваном простору радили су геолози Института за геологију у Сарајеву, Завода за геологију и хидротехнику Грађевинског факултета у Сарајеву, као и други експерти и стручњаци који су радили студије за потребе водоснабдјевања града Сарајева и сл. Инжењерско-геолошка истраживања била су ријетка, а први значајнији резултати из ове области односе се на околину Сарајева. Детаљнија регионална истраживања БиХ односила су се на израду Основне инжењерско-геолошке карте БиХ и анализу стабилности природних падина и испитивања анизотропије стијена и апликације на инжењерско-геолошка својства (Рокић, Љ., 1973). Истраживања су вршена због спознаје о квалитативно-квантитативним својствима тла ради интензивне градње у зони Олимпијског центра, као и због израде инвестиционо-техничке документације за урбано и просторно планирање проучаваног простора.

У проучавању геоморфолошких особености није било изразитих организованих студија, изузев оних које су се одвијале седамдесетих и осамдесетих година прошлог вијека при изради Геоморфолошке карте СФР Југославије, која је рађена у размјери 1:500.000, што у погледу површине проучаваног простора, даје прилично површан геоморфолошки приказ. Осамдесетих година прошлог вијека Лазаревић Р. је третирао проучавани простор у погледу проучавања интензитета ерозије и његовог картирања. Наведено је објединио у дјелу „Ерозија у Босни и Херцеговини“, које је издато 2010. год. Монографија обједињује истраживања овог аутора у периоду од 1980-1984. године, при чему су дјелимично обрађени неки од ерозивних процеса који су примијећени на ширем простору околине сарајевских планина. У нешто већем обиму проучен је крашки рељеф Равне планине од стране Бахтијаревић А. током 1986. год. Овом истраживању претходила су спелеолошка истраживања током осамдесетих година прошлог вијека од стране СД „Босанско-херцеговачки крш“ из Сарајева и СД „Протеус“ из Београда. Новија спелеолошка истраживања Равне планине рађена су 2005. од стране чланова СД „Понир“ из Бање

Луке. Већа пажња посвећена је истраживању спелеолошких објеката на простору Романије, гдје се нарочито истичу радови Пецељ М. и др. који обрађују пећину Орловачу и друге пећине романијског простора (Пецељ, М., Марковић, С., Јовановић, М., 2002; Пецељ, М. и др. 2012-2013). Морфографску и морфометријску анализу и геоеколошко вредновање рељефа Јахорине, урадила је у периоду 2010-2012. Голијанин Ј.

У погледу истраживања климатских карактеристика, на проучаваном простору се истиче низ проблема. Овај простор у току протеклог периода није континуирано метеоролошки осматран, тако да не постоји валидан климатолошки низ података на основу којег би се дала јасна слика о клими проучаваног простора, а на основу тога и прецизна оцјена о промјенама климатолошких елемената у протеклом периоду. До 1992. године постојала је метеоролошка станица на Палама, али она је престала са радом почетком ратног периода. Такође, на овој станици нису вршена детаљна метеоролошка осматрања већ је вршено праћење само основних климатских параметара. Поједини климатски параметри анализирани су у студији Михаић Ј. Љ. из 1987. те су исти често коришћени у накнадним проучавањима и анализама климе за простор Пала и околине. Покушај дендроклиматолошких истраживања на простору Јахорине проведен је 2007. од стране Говедар З., Голијанин Ј. и Марковић С. Недостатак метеоролошких мјерења за конкретан простор осматрања утицао је на резултат истраживања, с обзиром да су се морали користити параметри мјерења температура и падавина са метеоролошких станица у окружењу.

Интензивнија хидролошка и хидрогеолошка истраживања овог простора новијег су датума. О првим истраживањима постоје сиромашни извори који се односе на период турске и аустроугарске управе у БиХ, а која су вршена због рјешавања проблема водоснабдјевања града Сарајева. Почетком седамдесетих година прошлог вијека вршена су значајнија истраживања (Ђерковић, Б., 1971) – комплетно сагледавање хидрогеолошких функција стијенских маса и комплекса, приказ хидрохемијских карактеристика подземних вода и могућности водоснабдјевања градских подручја. Осамдесетих година, у циљу припрема за одржавање зимске олимпијаде у Сарајеву, извршена су детаљна хидрогеолошка и хидролошка истраживања проучаваног простора и урађени значајни

хидротехнички радови у домену побољшања водоснабдјевања, регулације површинских водотока и уређења водозащитних површина.

Интензивнија педолошка истраживања почела су 1964. када је Поповић Б. анализирао земљишта развијена на верфенским седиментима. Недуго затим, 1966. Манушева Л. је проучавала земљишта развијена на перм-карбонским пјешчарима и глинцима. Године 1982. Бурлица Ч. и Мијатовић Д. истраживали су водна својства земљишта. У периоду од 1976-1978. Вукореп И. и Стефановић В. урадили су вегетацијску и педолошку карту у размјери 1:10.000; уз карту је написан тумач са законитостима појављивања земљишних типова, својствима земљишта и сл. Истраживања и картирања за простор Горње Праче урадио је Таловић Н. 1977-1978. Картирања земљишта у размјери 1:50.000 рађена су у склопу пројекта Педолошке карте БиХ. За све карте написани су тумачи који су коришћени у овом раду. Динамику и својства земљишта суббалпског појаса испитивала је Манушева Л. 1976. године. Накнадним узимањем узорака и истраживањима дошло се до података о физичко-хемијским својствима типова земљишта. Анализом распореда картографских јединица уочила се законитост појављивања земљишних типова у односу на топографске карактеристике терена. Међутим, у погледу истраживања земљишта недостају детаљнија истраживања земљишних својстава и картирања крупнијих размјера, те специјалистичка истраживања ријетких и нестандартних појава.

У погледу истражености флоре и фауне, проучавани простор истраживан је још од краја 19. вијека. Најстарији подаци који се односе на истраживање флоре Јахорине датирају од Фиала (Fial), 1893, 1895; а потом Бек-Манагета (Bek-Mannagett) 1886-1898, 1903-1923, Малија (Maly), 1938-1939, Бјелчићеве 1964-1966. Славнић је у већем обиму проучавао вегетацију, а шумску вегетацију проучавали су Фукарек и Стефановић 1958. године. Истраживање флоре и вегетације нарочито је било интензивно од стране Малија 1931-1932, Кушана 1952, Павловић Д., 1976. године као и у студији Лакушића из 1981. године, који је урадио анализу екосистема тресетишта Равне планине. Године 1982. извршено је картирање вегетације сарајевских олимпијских планина за потребе Просторног плана и Регулационог плана посебне намјене (Лакушић и Мишић). Терцијарну флору обрадила је Петронић С. 2000., а рудералну вегетацију такође Петронић С. 2006.

Почасно мјесто у истраживању флоре ових простора припада Карлу Малију, јер на резултате његових истраживања касније су се позивали сви остали истраживачи. Поред њега, истичу се имена Бек Г. и Главоцки Ј. који су почетком 20 вијека обавили исцрпна истраживања маховина.

Истраживање фауне везано је за радове Апфелбека В., који се бавио истраживањем инсеката од 1888. године до почетка Другог свјетског рата. Поред њега истичу се Винегут А., Рајзер О. и др. Након Другог свјетског рата, од 1961-1963. истраживачи Шумарског факултета и Института за шумарство у Сарајеву истраживали су ентомофауну ових простора. Ова истраживања допуњена су седамдесетих година прошлог вијека. Дровеник Б. и Табаковић-Тошић М. такође су дали свој допринос истраживању карабиде. Фауна водоземаца и гмизаваца је недовољно истражена, док се истраживањем фауне птица бавио Рајзер О. Фауна сисара је такође недовољно проучена. Више о овој фауни може се пронаћи у радовима: Петрова (1992), Болкаја (Bolkay, 1926-1928), Залескија (Zalesky, 1938), Микеша (1978) и др. Новија истраживања проведена су у периоду 2005-2009. за потребе израде студије Републичког завода за заштиту културно-историјског и природног наслеђа Републике Српске.

Истраживање друштвене компоненте овог простора је комплексније. Постоје радови појединих аутора који у већем обиму третирају историјат и опште, махом друштвеногеографске карактеристике овог простора. Са те стране истичу се радови Мухић Ј. Љ. 1976. и 1984. године, Ђерковић М. 1999. и 2004. године, Ждрале М. 2011., али и бројне студије и радови аутора који су у највећем обиму третирали туризам као доминантну привредну грану, превасходно на простору Јахорине.

Истраживања природних карактеристика, вршена у ранијим временским периодима била су свеобухватнија, док су новија истраживања (по завршетку грађанског рата), рјеђа и спорадично се одвијају. У погледу проучавања природних потенцијала у новијем периоду допринос су дали истраживачи Републичког завода за заштиту културно-историјског и природног наслеђа, који су у децембру 2009. године завршили израду Научно-стручне основе за заштиту планинског масива Јахорине на територији Републике Српске, као заштићеног пејзажа. Генерално посматрано, простор Равне планине и Паљанске котлине недовољно је истражен. У погледу истражености природних потенцијала овог простора, може се закључити

да постоје реалне основе од којих је могуће кренути у даља истраживања, али и да се јављају отворене могућности за низ додатних физичкогеографских, али и осталих географских истраживања на овом простору.

2.1 ИСТОРИЈАТ ЗАШТИТЕ ПРИРОДНОГ НАСЉЕЂА НА ПРОУЧАВАНОМ ПРОСТОРУ

Близина планинског система Јахорине у односу на главни град БиХ, њен значај у погледу зимског туризма, те квалитативно висок степен геодиверзитета и биодиверзитета, умногоме су утицали на интензитет и обухват истраживања на проучаваним просторним цјелинама. Са те стране, релативно рано се јавила и идеја о заштити овог планинског масива. У наставку ће се дати кратак приказ историјата заштите простора Јахорине, што се директно односи и на већи дио проучаваног простора (Равну планину).

Први законски пропис – Закон о заштити споменика културе и природних вриједности, у бившој СР БиХ донесен је прије више од 60 година.⁴ На основу овог закона Босна и Херцеговина је била прва федерална јединица у оквиру бивше Југославије у којој су била правно уређена питања заштите споменика природе и културе. Закон је био заснован на начелу: споменик је јавно добро. У првом члану закона је прецизирано: „Сви непокретни и покретни културно-историјски споменици, умјетнички и етнографски споменици, као и природне ријеткости зоолошког, ботаничког, геолошко-палеонтолошког, минералошко-петрографског и географског карактера или нарочите љепоте, без обзира на то чије су власништво и у чијем се посједу налазе, стоје под заштитом државе. Научне и естетске вриједности ових предмета су општеном добро“. Закон је кратко, јасно, суштински и садржајно дефинисао јединствен систем институција заштите, у само 28 чланова. Влада се обавезала чланом 16. поменутог Закона да ће основати Земаљски завод за заштиту и научно проучавање споменика културе и природних ријеткости и друге заводе у складу са потребама. Као резултат ове одлуке,

⁴ Закон о заштити споменика културе и природних вриједности у БиХ донијела је Народна скупштина НР БиХ, а прогласио је Президијум Народне скупштине НР БиХ и предсједник Президијума 17.04.1947. године (Службени Лист НР БиХ бр. 19/47).

формирани су Завод за заштиту културно-историјског и природног наслеђа БиХ и Земаљски музеј у Сарајеву (Голијанин, Ј., Петронић, С. и Лукић, М., 2013).

Уочене природне вриједности ширег простора Јахорине (Равне планине), преточене су у Одлуку Владе СР БиХ још 1949. године, којом се овај простор проглашава Туристички заштићеним предјелом (Службени Лист СР БиХ бр. 50/49). Овом Одлуком простор Јахорине и његове природне карактеристике оцијењени су као „веома значајни за коришћење у рекреативне сврхе, развој туризма и зимских спортова.“ Рјешењем Земаљског завода за заштиту споменика културе и природних ријеткости у Сарајеву (број 19 из 1954. год.), Јахорина је проглашена заштићеним простором – као туристичко-рекреационо подручје у укупној површини од 1600 ha. Извор Паљанске Миљацке је, као хидролошки споменик, стављен под правну заштиту 1955. а недуго затим, 1957. и седрено подручје Пале са слапом на Паљанској Миљацки (Петронић, С. и др., 2009). Јахорина је у категорији подручја ванредне љепоте под заштитом од 1957. Да би се очувао биодиверзитет планине, општина Пале исте године доноси Одлуку о забрани изгона стоке на пашњаке Јахорине, а 1975. и Одлуку о забрани сјече шуме на Јахорини – осим санитарне и вјетроизвала (Петронић, С. и др., 2009).

Закон о заштити природе из 1960. године представљао је добру полазну основу за квалитетну и садржајну заштиту на истраживаном простору. Нажалост, бројне измјене закона 1961, 1978, 1985. и 1996. године нису створиле услове за континуирану заштиту и складан развој у овој области. Очување природног и градитељског наслеђа није интегрисано у развојне токове, изостала је „активна заштита“ природних вриједности и споменика културе на истраживаном простору. Компликована и неусклађена законска рјешења, без адекватних институционалних оквира дуги низ година, учинили су стање у овој области још сложенијим.

По завршетку грађанског рата у БиХ, на простору Републике Српске формиран је Републички завод за заштиту културно-историјског и природног наслеђа Републике Српске, који представља институцију на ентитетском нивоу која врши послове заштите природног и културног наслеђа и која има структуру и капацитет за обављање стручних послова у овој области.⁵

⁵ Завод дјелује у сарадњи са Министарством просторног уређења грађевинарства и екологије и Министарством просвјете и културе Републике Српске.

У погледу просторно-планске документације која је третирала подручје Јахорине са становишта заштите и очувања њеног простора, ситуација је такође комплексна. Прва значајна и прилично обимна просторно-планска документација рађена је за потребе одржавања XIV зимских олимпијских игара. Поред тога, простор Јахорине третиран је и у другим просторним плановима. Кратак преглед документационе основе која је третирала простор Јахорине слиједи у наставку.

Завод за планирање развоја града Сарајева је 1979. израдио „Просторни план посебног подручја за потребе одржавања XIV зимских олимпијских игара Сарајево 1984. године“ (Службене новине града Сарајева, бр. 26/79). Циљеви, основне поставке и величине утврђени у току израде и усвајања овог документа, представљали су основу за израду Регулационог плана „Спортско-рекреативног подручја Јахорина“, који је донесен почетком 1982. Аутори су за циљ имали да реализација плана допринесе што бољој организацији значајног спортског догађаја, као што су зимске олимпијске игре; али и вриједностима које ће остати трајне (квалитетне скијашке стазе и вертикални транспорт, квалитетне саобраћајнице и довољно мјеста за паркирање, удобни хотели и смјештај, одговарајућа инфраструктура и сви потребни пратећи садржаји).

На основу документационе основе Просторног плана СР БиХ из 1981. године, простор Јахорине био је предвиђен за стављање под заштиту као Регионални парк природе. С тим у вези, у регистру заштићених добара БиХ Јахорина је евидентирана као Парк природе под бројем 681-54 (Голијанин, Ј., Петронић, С. и Лукић, М., 2013). Надаље, у просторном плану Републике Српске, усвојеном 1996. године, Јахорина је са извориштем Праче била предвиђена за издвајање у форми националног парка. На основу просторног плана Републике Српске из 2008. године (Просторни план Републике Српске до 2015. године), простор Јахорине је предвиђен за издвајање и заштиту у категорији заштићени пејзаж. Такође, овим планом Јахорина се заједно са Романијом, издваја као једна од потенцијалних туристичких регија Републике Српске – тзв. Јахоринско-романијска зона. Регулациони план из 1982. године је формално-правно био на снази све до 2008. када је усвојен нови Регулациони план „Посебног подручја Јахорина“ који је тренутно актуелан и на основу ког се руководи у поступку градње и сл. у туристичком дијелу планине. Наравно, овим документом предвиђене су и заштитне мјере на ужем простору који третира план

које се највише огледају у заштити вегетације, земљишта, вода и ваздуха, као и спречавању бесправне градње у најужем дијелу туристичке зоне Јахорине.

Иако је предмет заштите већ дуже од пола вијека, до 2009. године није рађена цјеловита научно-стручна студија из које би произашла адекватна заштита геопростора Јахорине. Тренутно, простор Јахорине уписан је на Привремену листу националних споменика БиХ под редним бројем 271, са циљем да се очувају и заштите у првом реду његове изузетне природне вриједности и љепоте (Службени гласник РС, бр. 79/02). Истраживачи Републичког завода за заштиту културно-историјског и природног наслеђа, урадили су студију која је резултат мултидисциплинарног истраживања ове планине, започетог 2005. године. Завод је овим документом по први пут објединио све научне податке, урадио научно-стручну студију на основу које су валоризоване и категоризоване природне и културне вриједности, те одређене зоне и режими заштите.

3 МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

Уважавајући опште научне методе истраживања, спроведена је геоеколошка евалуација природних потенцијала у функцији одрживог развоја на геопростору Равне планине и Паљанске котлине. Концепција рада и мултидисциплинарност теме захтијевали су коришћење већег броја општих и посебних научних метода и техника, међу којима се нарочито истичу: опште и посебне географске методе, еколошке методе, картографске методе, методе даљинске детекције и ГИС-а, математичке методе, статистичке методе, методе компарације, анализе и синтезе, графичке методе, методе моделирања, теренска осматрања и бројне друге.

Приликом истраживања и писања овог рада примијењен је низ општих научних метода које се ослањају на примјену статистичких поступака и моделирања. На бази дедукције, конкретизације и спецификације рашчлањене су све чињенице, да би се синтезом, генерализацијом, индукцијом и апстракцијом објединиле у јединствену цјелину. Током анализе физичкогеографских карактеристика третираног простора, примјењивани су посебни научни поступци и методе помоћу којих се дошло до општих и посебних сазнања о природним потенцијалима, на основу којих се накнадно провела геоеколошка евалуација. Са те стране, у сврху јаснијег дефинисања и реализације постављених задатака, у већој мјери коришћене су: физичкогеографске, еколошке, графичке и рачунарске научне методе, као и резултати теренских истраживања. Ове методе су послужиле и током процеса геоеколошке евалуације природних потенцијала, при чему је коришћен извјестан број посебних, у првом реду квантитативних научних метода, заснованих на примјени математичко-статистичке анализе и компарације посредством ГИС-а.

Сагласно са циљем и задатком истраживања, а у оквиру постављене хипотезе, истраживање је изведено методом теоријске анализе и емпиријско-неексперименталном методом. Метода теоријске анализе се превасходно користила у стварању теоријске основе истраживања са циљем да се теоријски расвијетли проблем истраживања. Она је подразумијевала анализу студија, монографија, научних радова, стручних чланака и сл., који су у непосредној или посредној вези са питањем које је предмет овог истраживања. Ова метода је коришћена и у фази интерпретације резултата истраживања. Емпиријско-

неекспериментална метода подразумијевала је емпиријско истраживање, с циљем да се прикупе чињенице о стварности, да се анализирају и утврде корелације међу показатељима. Резултати до којих се дошло компарирали су се како међусобно, тако и са сазнањима добијеним методом теоријске анализе. Поред поменутих, опште методе које су се у већој мјери примјењивале током реализације овог истраживања су:

- Аналитичко-синтетичке методе – квантитативна анализа простора подразумијева утврђивање геоеколошких појава и процеса помоћу бројчаних параметара. За потребе овог рада урађене су и анализирани хипсометријска карта, карта нагиба рељефа, карта експозиције рељефа, карта вертикалне рашчлањености рељефа и сл. Извршена је физичкогеографска анализа простора који је предмет истраживања. Детерминисани су релевантни фактори и чињенице које су од мањег или већег значаја за сагледавање постављеног проблема. Синтетички метод представља завршни дио аналитичког рада. Синтеза је омогућила уочавање веза између појединих анализираних изолованих параметара који су утицали на испитивани процес, што је резултирало доношењем одређених закључака.
- Метод компарације – претпостављао је поређење добијених резултата са другим сличним или различитим резултатима. У раду се провела компарација добијених резултата евалуације двије морфолошки различите цјелине – планине и котлине. У том смислу анализирана је оправданост коришћења појединих параметара, односно њихова валидност.
- Метод корелације – подразумијевао је упоредно извођење закључака о узајамним односима појединих географских фактора.
- Математичко-статистичке методе – послужиле су у сврху анализе расположивих морфометријских, климатских, хидролошких и других података.
- ГИС технологије – коришћене су као основни алат у раду. Анализа дигиталног модела терена рађена је примјеном ГИС алата и поступака, чему су придружене поједине квалитативне особине терена (густина вегетационог покривача, типови земљишта, геолошка подлога, ријечна

мрежа...). Већи број дигитализованих и векторисаних топографских карата Р 1:25.000 (еквидистанца 10 m) и Р 1:50.000 (еквидистанца 20 m) послужиле су за израду дигиталног елевационог модела (DEM) проучаваног простора. Помоћу програмског пакета ArcGIS извршена је анализа већине геоеколошких параметара. Такође, за дигиталну анализу терена коришћен је већи број дигитализованих и векторисаних тематских карата и сателитских снимака. Овим је створена база података која је, између осталог, послужила за картографску и графичку презентацију морфометријских и осталих физичкогеографских параметара. Такође, сам поступак евалуације је умногоме олакшан захваљујући ГИС-у. У коначници, на основу прегледних картографско-графичких прилога, добијени резултати вредновања су послужили за лоцирање (картирање) најпогоднијих простора за поједине привредне дјелатности.

- Картографски метод – ослања се на чињеницу да је визуелни облик приказа једнако добар, а у неким случајевима и бољи од аудитивног. У већини случајева, овај метод представља почетни, али и завршни дио сваког географског рада. У аналитичком дијелу рада овим поступцима добијени су нумерички, односно морфометријски подаци који су од значаја за проучавану појаву, засновани на анализи топографских карата. У синтезном дијелу рада поступцима тематске картографије, у виду специјалних карата, графички су представљени добијени резултати, чиме се на најбољи могући начин уочава просторна дистрибуција појава. Крајњи резултати рада представљени су на картама могуће намјене простора Паљанске котлине и Равне планине.

Поступци прикупљања података и материјала, истраживања, обраде и др. проведени су кроз више фаза. У емпиријској фази истраживања прикупљен је већи број података, у почетку на терену а потом и кабинетски, при чему су коришћене квантитативне методе, посматрање различитих компонената у простору, као и стационарне методе мјерења и осматрања. Приликом прикупљања података на терену вршена су непосредна истраживања и запажања, те успостављена сарадња са одговарајућим стручним службама. У кабинетској фази проучавани су објављени радови, елаборати, студије, пројекти, фондовски и архивски материјал

као и картографске подлоге, при чему су прикупљени и обрађени основни статистички подаци. Дио података преузет је и са одговарајућих интернет сајтова. Помоћу ГИС метода и техника, картографски и статистички материјали, као и материјали даљинске детекције рачунарски и графички су обрађени и похрањени, те накнадно коришћени за компарацију, анализу и синтезу просторних односа и веза, као и сам поступак евалуације. У фази систематизације, класификацијом података и обрадом прикупљеног материјала заокружена је ширина истраживања, а потом и његова схематско-картографска презентација. Карте, графици, дијаграми, картограми, картодијаграми и графичке илустрације олакшали су анализу и допринијели визуелној презентацији рада. У завршној фази се генерализацијом свих компонената, које су директно или индиректно биле укључене у систем вредновања, преко комплексне геоеколошке евалуације дошло до одговара на постављене хипотезе и до реалних теоретских закључака.

У наставку овог поглавља, посебан осврт даће се на упознавање и преглед теоријско-методолошке концепције геоеколошких истраживања, те примијењених геоеколошких истраживања, како у свијету тако и на нашим просторима. Такође, посебан осврт даће се на методологију примијењену у функцији вредновања природних потенцијала проучаваног простора.

3.1 ТЕОРИЈСКО-МЕТОДОЛОШКЕ КОНЦЕПЦИЈЕ ГЕОЕКОЛОШКИХ ИСТРАЖИВАЊА

Геоекологија (енгл. Landscape Ecology), позната и под називом пејзажна екологија или екологија предјела, јесте интердисциплинарна наука која проучава интеракције и међусобне везе између природних и друштвених елемената у животној средини. Геоекологија је једна од млађих научних дисциплина која је свој развој интензивирала након Другог свјетског рата у земљама Централне и Источне Европе, а потом и шире (Америка и Азија). Коријен ове научне дисциплине лежи дубоко у географској науци, геоботаници као и научним дисциплинама које се тичу планирања и управљања земљиштем (Farina, A., 2006).

Њемачки географ Карл Трол 1939. године је утемељио назив геоекологија (ландшафтна екологија – њем. Landschaftsökologie). Трол је сматрао да је

геоекологија наука која еволуира комбиновањем просторног „хоризонталног“ приступа географа са функционалним „вертикалним“ приступом еколога. Међутим, знатно раније њемачки природњак и географ Александар Хумболт посматрао је предјел као „свеукупан карактер региона“ (Farina, A., 2006).

Концепт геоекологије настао је на маргини два научна гледишта – географског и биолошког. Изрази геоекологија и екологија предјела, у складу са схватањем које је изнио Трол, означавају синониме за исту научну дисциплину. Пролазећи кроз различите стадијуме развоја, геоекологија је теоријско-методолошки уобличена након Другог свјетског рата. Трол је сматрао да екологија предјела нема претензије да постане дисциплина неке од постојећих наука, већ да преферира да интегрише више сродних наука кроз аутентичан интердисциплинаран приступ, међутим схватање геоекологије као интердисциплинарне науке која се бави међуодносима између човјека и његовог животног простора (природног и изграђеног предјела), новијег је датума (Пецељ, М., 2011).

О проблему идентитета геоекологије унутар хијерархијског система наука, који је последица још увијек недефинисаног и недовољно препознатљивог предмета истраживања, расправљају бројни аутори. То показује и широк распон различитих међусобно неконзистентних дефиниција: док поједини аутори геоекологију јасно дефинишу као дисциплину екологије која проучава еколошке интеракције организама и њихове животне средине на нивоу предјела (Leser, H., 1997; Fahrig, L., 2005; Turner, M., 2005; Molles, M., 2008), други инсистирају на функционалним дефиницијама организације предјела и животне средине за потребе човјека (Miklós, L., 1994; Drdoš, J., 1996). Поједини аутори иду корак даље, сврставајући под њен предмет интереса животну средину у најширем смислу (Miklós, L., 1996) или пак предмете интереса различитих других дисциплина од географије, екологије, социологије, биологије до просторног планирања, управљања ресурсима, пољопривредне политике и етике животне средине (Wiens, J. и Moss, M., 1999). Према Мосу (Moss, M., 2000б) то је последица њеног положаја на раскршћу традиционалних наука – географије и екологије – које су довољно снажне и уважене да шире своје дијеловање на подручја која се покажу потребнима. Други важан проблем који произлази из тог положаја је постојање двају приступа – геоеколошког и биоеколошког – који усмјеравају њен развој и истраживања, а међу

којима није дошло до интеграције нужне за дефинирање јединственог и својственог предмета интереса (Moss, M., 2000б; Opdam, P. et al., 2002). Лесер (Leser, H., 1997) и Мелник (Melnyk, A., 2008) наводе да се у Њемачкој геоекологија сматра дијелом екологије предјела – што је илустровано и на слици (Слика 1) (Antrop, M., 2006). У источноевропским земљама устаљено је њено сврставање у географску науку, а неки аутори (Huggett, R., 1995; Ostaszewska, K., 2004) је изједначавају са комплексном физичком географијом, док су биоколошки приступи доминантнији у Сјеверној Америци.

Док је у Сјеверној Америци геоекологија и даље знатно биоколошки оријентисана тежећи развоју општих спознаја, у Европи она постаје све више холистичка дисциплина, усмјерена на рјешавање савремених друштвених и еколошких проблема. Геоеколошки приступ, базирајући се на геокомплексима, омогућава велик допринос географа (Bastian, O., 2001). Неф је још 1982. године истакао да су први геоеколози били географи. Зоневелд је 1972. године (према: Cushman, S. et al., 2010), у својим ранијим радовима видио структуру абиотичког комплекса животне средине као средишњи предмет истраживања геоекологије због чега ју је везивао више уз географију него уз екологију. У каснијем раду овај аутор (Zonneveld, I., 1990) геоекологију описује као „брак“ између географије (предјел) и биологије (екологија), иако наводи и бројне друге струке које се баве њоме. На сличан начин Фердандез и др. (Fernandes, J. et al., 2006) расправљају о условљености геоекологије географијом јер проучава предјел, који представља просторну јединицу унутар којег објекти и процеси, који се одвијају међу њима, чине географску стварност. Кушман и др. (Cushman, S. et al., 2010) сажето описују историјски развој, садашње стање и перспективе геоекологије везујући их уз развој географије.

Павић (Павић, Р., 1987) указује на двије сличности географије и екологије:

- 1) док већина наука истражује појаве, географија и екологија проучавају везе, интеракције и процесе међу појавама,
- 2) обје научне дисциплине примјењују холистички приступ у сагледавању и рјешавању проблема.

Павић наглашава да су садржаји физичке географије најуже повезани с еколошком проблематиком и зато пружају велике могућности за примијену у

екологији. Закључује да се геоекологија или екогеографија може сматрати посебном географском дисциплином на контакту географије и екологије. Слично је мишљења и Халас (Halás, M., 2003), који тврди да су досадашње праксе показале већу укљученост физичких географа у односу на друштвене географе у процесима планирања коришћења земљишта те да би свако планирање коришћења земљишта требало у обзир узети физичког географа као представника природних наука.



Слика 1 Развој геоекологије – према Марку Антропу (извор: Antrop, M., 2006)

Предмет истраживања геоекологије је предјел (енгл. Landscape).⁶ Значење овог израза са географског становишта односи се на цјеловиту биофизичку и антропогену структуру која је потпуно природна, дјелимично или пак потпуно антропогенизована. Према Зоневелду и Форману предјел је просторна и материјална димензија Земљине стварности. Он обиљежава комплексни систем који обухвата облик рељефа и воду, вегетацију и тло, стијене и атмосферу. Невех 3. предјел посматра као потпуно јединствену холистичку цјелину, која представља

⁶ Према Европској конвенцији о предјелу (European Landscape Convention - COE), која је потписана 20. октобра 2000. године у Фиренци, предјел је дефинисан на следећи начин: „Предјел је одређено подручје, виђено људским оком, чије су карактеристике резултат међусобног дијеловања природних и/или културних, тј. људских фактора.“

јединство које је цјелисходније него збир његових дијелова. Због тога сматра да предјеле треба јединствено истраживати у цјелости. Форман и Гордон сматрају да је предјел хетерогено подручје, неколико километара ширине, исте климе и истог или сличног облика рељефа у коме се јавља и понавља иста група екосистема који су у интеракцији и имају исту групу нарушавајућих утицаја. Генерално, предјел можемо подијелити у двије групе – природни и културни предјел (Пецељ, М., 2011).

Слика 1 резимира историјски развој геоекологије и интеракције између дисциплина. Дисциплине уоквирене правоугаонцима су оне које су према Антропу допринијеле активном развоју геоекологије. Болдованим словима су обиљежене дисциплине (углавном географија и екологија) које су дефинисале основне појмове и методе геоекологије. Концепти, технике и методе које су важне за њен развој су подвучене. Неки важни научници који су према овом аутору стимулисали развој геоекологије, обиљежени су у курзиву. Три стрелице које указују на спољашњу десну страну указују да се „кишобран“ геоекологије затвара уз примјену основних знања у стварном управљању предјелом означеним са лијеве стране.



Слика 2 Хијерархијски и плуралистички приказ геоекологије и њен однос према одрж. развоју (извор: Wu, J. et al., 2006)

Радови о потенцијалу примјене геоеколошких знања, приступа и метода у просторном планирању о ком су писали Опдам, Халас и бројни други аутори (Opdam, P. et al., 2002; Halás, M., 2003; Bryl, M. & Łyczkowska, G., 2010; Mizgajski, A. et al., 2010), наводе могућност и потребу дефинисања данашње геоекологије као мултидисциплинарне научне дисциплине која би развијањем властите интердисциплинарности могла представљати један од стубова просторног планирања, доприносећи еколошки, социјално и економски одрживом планирању и руковођењу животном средином (Ahern, J., 2005; Termoshuizen, J. et al., 2007; McAlpine, C. et al., 2010).

3.1.1 Примијењена геоеколошка истраживања

Трендови у геоеколошким истраживањима илуструју важне односе између просторних образаца и еколошких процеса и укључују примјену квантитативних метода које повезују просторне обрасце и еколошке процесе на широким просторним и временским скалама. Повезивање времена, простора и промјена животне средине може да помогне у процесу имплементације планских рјешења и управљања простором у функцији одрживог развоја (Turner, M. et al., 2001). Посљедњих година обраћа се већа пажња на просторну динамику, те наглашава потреба за развојем и коришћењем нових квантитативних метода које могу да анализирају узорке, утврде значај просторно експлицитних процеса на предјел и развију поуздане моделе намјене предјела, у првом реду водећи рачуна о одрживом коришћењу истог.

Геоекологија као модерна интердисциплинарна наука користи квантитативне истраживачке методе и технике. Потенцијалне методе које се користе у ове намјене су: анализа по моделу, просторна статистика, фрактали, просторно моделирање, студије широког обима и др. Свака од ових метода се имплементира са довољно детаља да буде прилагодљива различитим истраживачким проблемима. Квантитативне методе у геоекологији представљају важан ресурс за истраживаче, што је нарочито изражено при разумијевању и анализирању динамике сложених просторних система. Методи мултикритеријумске анализе (врста статистике која укључује више промјенљивих), често се користе за испитивање нивоа предјелних одлика вегетације. За класификацију вегетације, бројне студије нпр. у мочварним и

приобалним подручјима користиле су различите статистичке технике и методе, као што су кластер анализе, канонска анализа кореспонденције (ССА) или анализа тренда посљедње кореспонденције (УКА) (Turner, M., Gardner, R., 1994).

Главне области проучавања геоекологије укључују пољопривреду и шумарство, анализу и заштиту животне средине, одлагања отпада, као и ревитализацију деградираних површина и сл. Такође, географима и просторним планерима геоекологија пружа основне смјернице у погледу оптималног управљања и развоја геопростора. Ово се нарочито огледа кроз методе функционалне (гранске) евалуације простора, које се проводе за потребе одређених људских активности. Придржавањем геоеколошких принципа при управљању простором, ублажавају се и смањују могућности девастације простора уз истовремено максималну искоришћеност. Геоекологија је уско повезана са примијењеним дисциплинама, као што су пољопривреда и шумарство. У пољопривреди, геоекологија анализира нове могућности за контролу и управљање еколошким пријетњама које доноси интензивирање пољопривредне праксе. Једна од основних детерминанти људског утицаја на екосистеме одвија се кроз пољопривредну активност (Ryszkowski, L., 2002). У области шумарства, промјене у потребама потрошача утицале су на начин очувања и коришћења шумских предјела, од традиционалне намјене шума као природног ресурса (огрјевно дрво, материјал за градњу и сл.), до рекреативне и естетске улоге.

Геоеколошка евалуација дио је примијењене геоекологије. Геоеколошко вредновање и планирање је комплексан задатак који се базира на интердисциплинарном приступу. У те сврхе се код нас и у окружењу користе различите методе, међу којима се посебно издвајају метод бонитације, индекс рекреативног потенцијала и сл. Примјеном ових метода може се урадити геоеколошка евалуација заштићених подручја или њихових појединих дијелова као што су: национални паркови, споменици природе, паркови природе, заштићени пејзажи, као и интересантни примјери геонаслеђа и геодиверзитета, али и рељефа и рељефних форми (долине, спелеолошки објекти итд.) (Пецељ, М. – непубликован материјал).

Истичу се бројни примјери гдје се геоеколошким истраживањем могу дати озбиљни резултати у евалуацији и планирању предјела у функцији просторног

планирања. У том правцу вреднују се предјели ради: намјене земљишта, економског инвестирања, саобраћајне инфраструктуре, заштите животне средине, здравствене заштите и сл. Планирање и коришћење предјела пролази кроз више фаза међу којима је потребно урадити геоеколошку евалуацију предјела или пак појединих његових дијелова које одликује одређен спецификум (Пецељ, М. – непубликован материјал).

Рачунарска технологија и методе (ГИС и даљинска детекција) нашле су широку примијену у примијењеним геоеколошким истраживањима, тј. у геоеколошком планирању и евалуацији. Геоеколошка евалуација и планирање предјела постаје један од најзначајнијих праваца и једно од најперспективнијих поља у вредновању простора. У оквиру геоеколошког планирања посебна пажња посвећује се сљедећим питањима:

- Рационално коришћење природних извора;
- Обликовање еколошки оптималне структуре предјела и базе еколошких података за управљање предјелима;
- Обликовање услова живљења за становнике насеља и усклађивање процеса урбанизације са еколошким приликама;
- Трансформација природе у складу с развојним потребама различитих грана националне економије која утиче на еколошке прилике и
- Очување природе и одржавање природне генетске резерве живих организама (Bognar, A., Lozić, S., Saletto, M., 2002).

Геоеколошка евалуација и планирање су комплексни задаци који се базирају на интердисциплинарним приступима. Са те стране, у геоекологији је развијено више метода планирања гдје се као једна од најкомплекснијих и најоптималније примјењиваних користи концепт ЛАНДЕП.

3.2 МЕТОДОЛОШКИ ПОСТУПЦИ У СВИЈЕТУ

Све актуелнија питања деградације животне средине те њена заштита и очување, нарочито се огледају у случају просторног уређења и начина коришћења простора. Геоекологија, примијењена наука о предјелу, има практично значење у процесу рјешавања проблема управљања животном средином. Једна од практичних геоеколошких метода погодних за планирање оптималног управљања простором

јесте геоеколошка евалуација природних потенцијала. Циљ ове методе је утврђивање погодности или ограничења простора за одређену друштвену дјелатност. Према Зоневелду вредновање (евалуација) простора представља утврђивање корисности природних компоненти животне средине у појединим сферама људског друштва, а према Ван Лиеру испитивање погодности (Zee, D., 1992). Поред већ наведених, бројни други научници дали су допринос, како развоју геоеколошке мисли, тако и развоју опште али и посебне геоеколошке методологије. Овдје ће се уопштено споменути методе и технике које су се примјењивале или се још увијек примјењују у сврху геоеколошке евалуације.

Међународне расправе и састанци на тему вредновања предјела резултирале су договором у вези основних принципа вредновања. Године 1976. FAO је издао тзв. „Оквирна начела вредновања простора“ („Framework for Land Evaluation“). Ова начела су широко прихваћена и коришћена у свијету, а омогућила су и развој већег броја различитих метода вредновања за потребе различитих типова коришћења (Zee, D., 1992). Према тим начелима, вредновање предјела ослања се на одређене принципе као што су:

- Погодност предјела процјењује се и рангира сходно прецизно одређеном облику коришћења. Према овоме не постоји општа погодност предјела, јер различити облици коришћења имају различите захтјеве.
- Вредновање подразумијева компарацију остварене добити у односу на посебно улагање на различитим типовима предјела.
- Захтјева се мултидисциплинарни приступ.
- Евалуација се проводи у складу са физичким, економским и социјалним условима проучаваног простора. Претпоставке на којима се базира вредновање могу знатно варирати између држава, као и између различитих дијелова унутар једне државе. Не постоји универзални приступ вредновању, једнако како не постоји ни универзално рјешење проблема оптималног управљања простором.
- „Погодност“ предјела односи се на његово коришћење базирано на одрживости. Приликом процјене погодности треба у обзир узети и аспект деградације животне средине. У оквиру „Оквирних начела вредновања

простора“ (FAO, 1976) препоручује се класификација на тзв. тренутну и потенцијалну погодност.

- Евалуација укључује компарацију већег броја облика коришћења. Често се вреднује постојећи облик коришћења са новим, могућим обликом коришћења. Ако се у обзир узме само један облик коришћења, постоји могућност да се, иако је предјел стварно погодан за ту намјену, запостави неки други, можда повољнији облик коришћења. Са те стране пожељно би било да се одреди и алтернативни облик коришћења вреднованог предјела (FAO, 1976).

Геоеколошко вредновање данас је широко прихваћено и користи се више метода вредновања. Која ће се метода примијенити, зависи од облика коришћења простора. Основни концепт вредновања везан је за јасно одређен облик коришћења, тзв. „тип коришћења простора“, у старијој геоеколошкој литератури познат као ЛУТ (Land Utilisation Type) (Zonneveld, I., 1979). Одређивање типа коришћења простора први је корак у геоеколошком вредновању. Када се одреди, он мора бити прецизно дефинисан и његови захтјеви према простору морају бити наведени. То значи да се одређена намјена типа коришћења простора мора знати прије почетка вредновања (Zonneveld, I., 1979).

Иако су методе вредновања предјела у сврху планирања његовог друштвеног коришћења развијане широм свијета, примијењена геоекологија се првенствено почела развијати и примјењивати у просторном планирању и другим гранама на простору Европе. Посебан допринос у геоеколошком вредновању и планирању у Европи дали су геоеколози који су у основи географског образовања: Ружичка, Миклош, Урбанек, Винк, Зоневелд, Навех, Дрдош, Лангевелд, Завах, Либерман и други. О томе свједоче радови: Ван дер Марела (Van der Maarel) 1977, Брандта и Агера (Brandt и Agger) 1984, Хабера (Haber) 1990, Шалера (Schaller) 1994. (према: Naveh, Z., 2000; Marull, J. et al., 2007). Ипак, највећи допринос примјени геоеколошких приступа и метода у планирању простора дали су словачки истраживачи, првенствено географи (Ружичка, Миклош, Дрдош и др.).

Главни задаци и циљеви примијењених геоеколошких метода познатих као ЛАНДЕП (Landscape Ecological Planing) и укључивања геоекологије у праксу састоје се у дефинисању еколошки оптималне просторне организације, коришћења

и заштите предјела (Ružička, M., Miklós, L., 1982, 1990). Те задатке разрадио је Институт за геоекологију Словачке академије наука у Братислави и представља најзначајнији допринос физичких географа примијењеним геоеколошким истраживањима, што потврђује и њена препорука у оквиру Агенде 21.⁷ На њеном креирању су радили словачки геоеколози Ружичка и Миклош 1990. године, а на примјени је највише урадио Миклош 1994. године. Концепт ЛАНДЕП је од раних седамдесетих година примјењиван на више од 150 просторних јединица у бившој Чехословачкој, Бугарској, Мађарској, Вијетнаму, Мексику и Непалу (Пецељ, Ј., Пецељ, М. М., Пецељ, Р. М., 2011). Концепт ЛАНДЕП⁸ омогућује интегрисање свих елемената животне средине, као што су ваздух, вода, тло и други извори. Са те стране, циљеви овог метода су:

- еколошки оптимална просторна организација, коришћење и заштита предјела;
- изналагање одговора на питање гдје и како и
- одабирање (еколошки) најмањег зла.

ЛАНДЕП је комплекс примијењених геоеколошких метода чији је циљ еколошки оптимална просторна организација коришћења и заштите предјела, која резултује приједлозима локација које су најпогодније за поједине друштвене активности у датом простору. Дакле, даје одговор на питање гдје, а потом предлаже потребне мјере за осигурање еколошки исправног дијеловања тих активности на датој локацији и даје одговор на питање како.

Суштину ЛАНДЕП-а чини процес доношења одлука (decision making process), који се заснива на конфронтацији и приједлогу начина хармонизације. Тематска подручја ЛАНДЕП-а су:

- Општа теоријско-методолошка питања еколошизације просторне организације, коришћења и заштите предјела;
- Планови еколошки оптималне организације територије;
- Сукоби интереса у предјелу који воде ка проблемима у животној средини и еколошком вредновању друштвено-економских појава;

⁷ Агенда 21, Поглавље 10, параграф 1.0.7., стр. 21. United Nations Conference on Environment and Development, Earth Summit, Rio de Janeiro, 3-12. јул 1992. године.

⁸ Принципи и фазе ЛАНДЕП-а преузети су из (Богнар, А., и др. 2002) и базирају се на радовима: (Ružička, M., и Miklos, L., 1990; Miklos, L., 1994).

- Специфични просторно-еколошки проблеми, као што је нпр. територијални систем еколошке стабилности, еколошки капацитет носивости предјела (носећи капацитет простора), ерозија земљишта и друго. Еколошки капацитет носивости простора представља бит ЛАНДЕП методе. Оптимизација у овом контексту односи се на избор локације, за планирани тип коришћења, на којој ће дата активност људи узроковати најмање негативних посљедица за простор, тј. бити у најмањем сукобу са равнотежом природних компоненти простора.

Метода ЛАНДЕП обухвата опсежну геоеколошку анализу, синтезу, геоеколошко вредновање територија, те израду приједлога за оптималан начин коришћења простора. Концептом ЛАНДЕП-а наглашава се потреба за вредновањем предјела као простора у којем се друштво и друштвене активности развијају поштујући природне појаве и процесе.

Упоредо са техничко-технолошким развојем, развијала се и методологија геоеколошке евалуације. У том погледу, у свијету се данас користи велики број квантитативно-статистичких метода које се учестало примјењују и при евалуацији природне средине. Развојем ГИС-а и информатичких технологија у процесу геоеколошке евалуације све више се користе методи мултикритеријумске анализе. Основа ових метода базира се на квантитативној анализи велике количине просторних података, који због своје сложене структуре и сложених узајамних односа не могу бити задовољавајуће објашњени само једном независном варијаблом. Мултикритеријумски приступ произлази из структурног приступа или парадигме у којој се физичкогеографске одлике не проучавају изоловано, већ у одређеном склопу или цјелини, што истраживању даје холистичко обиљежје. Према овом приступу јасно је да се не тежи само проналажењу елемената од којих је неки систем састављен, већ, прије свега, проналажењу релација између тих елемената. Те релације могу указивати на квалитативне, односно структурне разлике, чак и у случају када су различити системи састављени од истих елемената. Из наведених разлога ова методологија ће бити примијењена у раду на примјеру евалуације природних потенцијала Равне планине и Паљанске котлине.

Табела 1 Поређење фаза и етапа планирања у неколико еколошки заснованих методологија просторног планирања

ФАЗЕ ПЛАНИРАЊА									
Планирање предјела	Геокологија		Пројекта утицаја на животну средину (EIA)	Менаџмент екосистема	Рурално планирање	Геоколошко планирање	Одрживо планирање земљишта		
Fabos, 1985	Steinitz, 1990	Forman, 1995	Zonneveld, 1995	Morgan, 1998 и Trewick, 1999	McGargal, 1998	Golley и Bellot, 1999	Ahern, 1999	Leitao и Ahern, 2002	
Идентификовање проблема/потреба како да се опише предјел?	Репрезентација: како да се опише предјел?	Структурна и функционална анализа	Почетне консултације: циљеви, подаци, итд.	Одређивање оквира	Дефинисање циљева и задатака	Циљеви	Фокус		
Пројекта еколошких и социоекономских ресурса	Процес: како предјел ради?	Успостављање везе између структуре и функције	Истраживања: (а) захтјеви и ограничења употребе земљишта (б) квалитет земљишта	Опис проучаваног простора: окружење, социоекономски, културни	Карактеризација проучаваног простора: животна средина, социоекономска и културна	Пројекта ресурса (А, Б, Ц...), учешће јавности	Анализа, учешће јавности, нпр. SWOT		
Циљеви и задаци	Евалуација: да ли актуелни предјел добро функционише?	Пројекта на основу два атрибута: (а) ријеткост и (б) опоравак	Поређење студија подобности земљишта, усклађивање (а) и (б), друштвено-економска анализа, EIA разматрања	Идентификација и опис окружења и утицаја	Пројекта потреба: идентификација питања	Идентификација просторних конфликата и пројектовање просторних концепата	Дијагноза (идентификација)		
Развој алтернативних планова	Пројекта: како би предјел могао бити промијењен?	Синтеза: постављање приоритета заштите простора	Приказ резултата, дискусија о сценаријима управљања	Предвиђање утицаја на животну средину (понекад укључује развој алтернатива и њену евалуацију)	Проналажење рјешења, њихова алтернативних планова и њихова евалуација	Дефиниција стратегија планирања контраст, анализа трошкова и користи	Прогноза: алтернативни планови и евалуација, учешће јавности, нпр. SWOT		
Избор алтернативе	Утицај: које разлике могу изазвати промјене? Евалуација сценарија		Имплементација: Препоручена употреба	Ублажавање, јавно учешће	Имплементација: укључује мониторинг	Развој сценарија и његова евалуација. Учесће јавности	Синтеза: имплементација и мониторинг		
	Одлука: Треба ли предјел да се мијења и како?	Пост-пројектна евалуација		Мониторинг	Мониторинг	Имплементација			

Извор: Leitao, В.А., Ahern, Ј., 2002

3.3 МЕТОДОЛОШКИ ПОСТУПЦИ НА НАШИМ ПРОСТОРИМА

Овим и сличним проблемима на нашим просторима бавио се релативно мали број аутора. Међу њима свакако треба издвојити имена Љешевић М. и Богнар А. који су међу првима, различитим приступима, у својим радовима дали примјере метода геоеколошког вредновања предјела, на основу којих се касније појавио већи број радова са истом или надограђеном методологијом (Љешевић, А. М., 1983; Љешевић, А. М., 1992; Љешевић, А. М., 2005а). Теоријским поставкама и схватању међуодноса човјека и животне средине бавио се Љешевић М., док је Богнар А. више пажње усмјерио на развој методологије геоеколошког вредновања рељефа и сл. (Богнар, А., 1990; Богнар, А., Богнар, Х., 2010).

Геоеколошка истраживања на простору Босне и Херцеговине, као и земаља у окружењу, нису значајније заступљена, прије свега због малог броја истраживача у том подручју. Нешто већа пажња геоеколошким питањима посвећује се у посљедњој декади 20. в., што се наставља и са почетком 21. в. Од бивших југословенских република, највећи домет у геоеколошким истраживањима остварен је у Хрватској, гдје је објављен већи број радова из ове области. Разрађиване су и примјењиване методе релативног вредновања рељефа (Богнар, А., 1990; Салетто-Јанковић, М., 1994; Богнар, А., Богнар, Х., 2010; Мамут, М., 2005 и 2010), методе индекса рекреацијског потенцијала (Салетто-Јанковић, М., 1997; Лепирица, А., 2006; Бузјак, Н., 2008; Богнар, А., Богнар, Х., 2010) и методе подношљивог капацитета (Шундов, М., 2004) базиране на ЛАНДЕП-у – методу који обухвата опсежну геоеколошку анализу, синтезу, геоеколошко вредновање и израду приједлога за оптималан начин коришћења простора, при томе водећи рачуна о природним појавама и процесима. Геоеколошки метод индекса рекреацијског потенцијала, који може послужити за бонитирање предјела, референтан је и подржан од стране УН „Food and Agriculture Organization“ 1976. године у дјелу „Framework for Land Evaluation“ (www.fao.org). Туристички потенцијал планинског простора са становишта атрактивности вреднован је примјеном кластер и дискриминантне анализе (Fürst-Bjeliš, B. et al., 2000).

На основу разрађене методологије хрватских, али и других аутора, поједини аутори из Босне и Херцеговине вршили су геоеколошка истраживања на простору ове земље. Ваља напоменути да су она још увијек ријетка и спорадична, посебно у погледу геоеколошке евалуације гдје се истичу радови који у највећем обиму третирају рељеф (Лепирица, А., 2006; Тошић, Р. и др., 2011; Голијанин, Ј., 2011б, 2011в; Голијанин, Ј., Љешевић, М., 2011). Такође, у новије вријеме радови са сличном тематиком објављују се на простору Србије (Милинчић, М., Пецељ, М., 2008; Милинчић, М., Шабић, Д. 2009; Шабић, Д., Милинчић, М., и др. 2010; Пецељ Ј. и др., 2011; Пецељ, Р. М., 2011; Крајић, А., 2011 и др.). Већина постојећих геоеколошких радова је теоријског, али и примијењеног карактера. Такође, овдје треба поменути и извјестан број радова који превасходно третирају методологију која се примјењује код евалуације природних компоненти у просторном планирању и сл. (Ђорђевић, Ј., 1996; Ђорђевић, Ј., 2006; Милошевић В. М., Маркићевић, М., 2003; Динић, Ј., 2007; Ахметбеговић, С., 2009 и др.).

3.4 МЕТОДОЛОГИЈА ГЕОЕКОЛОШКЕ ЕВАЛУАЦИЈЕ ПРИМИЈЕЊЕНА У РАДУ

Метод евалуације развијене су да дјелују као евалуациони алати који би омогућили да се процјена понови од стране различитих корисника, али и спроводи у различитим областима и дисциплинама, те даље продукује упоредиве резултате од којих се очекује да дају поуздане и конзистентне информације. Приликом евалуације намјене предјела потребно је користити интердисциплинарни приступ, консултовати стручне радове о евалуацији, те у првом реду, препознати важност основа од којих се почиње. Структурисани метод евалуације предјела, који повезује опис, класификацију, анализу и вредновање (евалуацију), може обезбиједити интегрисани оквир унутар ког се могу доносити одлуке о управљању и коришћењу појединих просторних јединица. Један од највећих проблема у развоју квантитативних метода које се користе у сврху процјене погодности за неку намјену јесте мјерење доприноса појединих елемената природног или антропогеног (културног) предјела на укупну оцјену.

Док су физички географи први започели са увођењем мјерних параметара при геоеколошкој евалуацији, друштвени географи су свој фокус истраживања усмјерили на анализу индивидуалних и друштвених ставова према предјелу и његовом утицају на разне области и сфере људског живљења. Према појединим ауторима (Orland, B. et al., 1995), квалитативни приступи у геоеколошкој евалуацији фокусирају се на процјене сложености предјела користећи оцјене група друштвених субјеката и/или квантитативне приступе као што су они који директно мјере физичкогеографске карактеристике предјела. Према њима, анализа и евалуација физичкогеографског комплекса неке просторне цјелине (предјела) може се провести путем већег броја квантитативних приступа, док се код процјене утицаја друштвеногеографских компоненти у већем обиму користи квалитативна методологија. Из истих разлога, у овом раду настојала се, у првом реду, користити квалитативна методологија, нарочито из разлога јер је тематика тезе везана за евалуацију природних потенцијала, тј. физичкогеографског комплекса простора Равне планине и Паљанске котлине.

Будући да не постоји стандардизован инструмент у овој области, и с обзиром на природу истраживачког проблема, истраживачки инструменти су дијелом самостално конструисани, а дијелом преузети од других аутора и адаптирани за конкретно истраживање. У методолошком погледу, највише простора посветило се развоју модела вредновања геоеколошких фактора природног комплекса – конкретно вредновању: рељефа, водних својстава, климатских потенцијала, педолошког покривача и биогеографских ресурса. Са те стране, између већег броја метода вредновања (евалуације), извршен је увид, те размотрен и изабран најпогоднији метод за евалуацију истраживаног простора.

Метод бонитације (бонитизације) – у основи се састоји у давању бројчане вриједности (бонитета) за одговарајућа својства неког од природних елемената. Приликом бонитирања веома је важна скала бонитета, јер се преко ње утврђују односи у оквиру „вриједности“ просторне цјелине. Што се више обиљежја узме у обзир, резултат је бољи и често квалитетнији (закон великих бројева). Резултат бонитацијског поступка су карте оптималне намјене површина. Оне представљају просторни приказ квалитативних разлика терена у склопу простора који је оцјењиван. Употребом овог метода могуће је извршити и процјену стања

деградације проучаваног простора. Квантитативно вредновање може се заснивати на следећим показатељима:

- Вредновање мјерљивих величина, које се могу одредити на основу карата, авионских снимака, сателитских снимака и сл. (нагиб, вертикална и хоризонтална рашчлањеност, експозиција терена и сл.);
- Вредновање упоредивих својстава појединих површина, када се најприје успоставља скала вриједности, а та скала може бити у квантитативним показатељима (проценти, индекси, редови и сл.). Ово вредновање везује се за атрибутивна обиљежја простора (Јешевећ, А. М., 1983).

Да би се у евалуацији природних потенцијала средине избјегли недостаци произведени субјективношћу и нејединственошћу критеријума оцјењивања, прибјегава се објективизацији метода и поступака оцјењивања вриједности и намјене површина, објеката и елемената средине. То се постиже на тај начин што се квалитативна обиљежја елемената и компоненти средине бонификују и исказују бројчаним величинама. Унапријед утврђени критеријум вредновања елиминише субјективност, јер критеријуми оцјене важе за све истраживаче, без изузетка и у сваком времену. Ови поступци су веома важни код планирања и прогнозирања уређења простора и унапређења средине, јер свака прогноза или план морају почивати на што је могуће објективнијој оцјени вриједности издвојених дијелова (површина) одређеног простора.

Поред општих метода бонитације размотрени су и други сродни методи евалуације као што су примијењени геоеколошки методи, познати и као ЛАНДЕП (Landscape Ecological Planning). Са те стране, пажња се посветила проучавању и анализи низа већ споменутих метода као што су: метод релативног вредновања рељефа, метод индекса рекреацијског потенцијала и метод подношљивог капацитета. Поред побројаних метода, базираних на ЛАНДЕП-у, анализирани су и методе „Project-specific“ evaluation models и „Non-specific“ evaluation models (Björklund, G., 1984) које у већој мјери третирају само рељеф као категорију могуће евалуације простора. С обзиром да ће се у раду највише примјењивати методе

квантитативног вредновања⁹ природних потенцијала простора, при чему се квантитативно оцјењивање вриједности елемената и комплекса животне средине заснива на упоређивању количина и димензија елемената, наведене методе су се чиниле недовољно погодним за овај сложени задатак. Недостатак највећег броја наведених метода јесте тај што у већини случајева експлицитну пажњу посвећују евалуацији само једног елемента животне средине (најчешће рељефа и његових елемената), а што, генерално посматрано, отежава могућност поређења утицаја и међузависности свих фактора који улазе у систем сложене евалуације природних елемената животне средине.

Актуелност и примјенивост метода мултикритеријумске анализе, конструисаних на бази квантитативних показатеља, заснива се на њиховом холистичком карактеру (с обзиром да су изведени на основу већег броја варијабли). Са те стране, као најподеснија методологија за провођење евалуације физичкогеографског комплекса животне средине на проучаваном простору показала се управо ова методологија (али у садејству са методом бонитације), конкретно метод АХП (АНР – Analytic Hierarchy Process). Основа ове методологије заснована је на квантитативној анализи веће количине просторних података (у конкретном случају природних потенцијала), који се због своје комплексне структуре и сложених узајамних односа не могу, на задовољавајући начин, појаснити једном независном варијаблом. Захваљујући оваквом приступу олакшан је проналазак релација (веза) између елемената система, што надаље, знатно олакшава приказ квалитативних (структурних) разлика, чак и у случају када су различити системи састављени од истих елемената.

3.4.1 Методе вишекритеријумске анализе

Посљедњих деценија дошло је до снажног развоја и необичне популарности метода вишекритеријумске (мултикритеријумске) анализе. Разлози овог феномена су и теоријске и практичне природе. У теоријском смислу вишекритеријумска анализа је атрактивна јер се бави недовољно структурираним проблемима, док у

⁹ Под појмом квалитативне одредбе и оцјене средине подразумијева се доношење закључака о томе да ли, и у ком степену, нека средина или неки елемент простора одговара одређеној намјени, или пак утврђивање којој је намјени најподеснија нека цјелина (површина) или територија.

практичном смислу нуди велику помоћ при рјешавању свакодневних задатака избора одлука, управљачких акција, алат су у пројектовању и методолошкој подршци, у експлоатацији најразноврснијих система итд. Методе вишекритеријумске анализе пружају велику помоћ при избору најбољих рјешења у задацима одлучивања управљања, у пројектовању и експлоатацији.

У примјени метода вишекритеријумске анализе, посматра се коначан скуп алтернатива (одлука, управљачких акција, потенцијалних рјешења). Свака алтернатива вреднује се са већим бројем критеријума (атрибута). Постоје три типа вишекритеријумских задатака:

- једно рјешење (вишекритеријумска оптимизација),
- добијена рјешења се рангирају (вишекритеријумско рангирање),
- као рјешење проблема, одваја се скуп добрих од скупа лоших рјешења.

Алтернативе и критеријуми обично се уреде у матричну табелу, при чему се све алтернативе (потенцијална рјешења) вреднују на основу већег броја критеријума, чија вриједност варира. Пошто сви критеријуми нису подједнако важни, њихов „значај“ се представља тежином критеријума. У овом дијелу вишекритеријумске анализе (одређивање тежина критеријума) долази до изражаја субјективизам – појединачни или групни. Суштина је да се субјективизам у анализу уводи на врло уређен начин. Другим ријечима субјективизам у вишекритеријумској анализи је неминовност, али се он може контролисати и ригорозно третирати.

Методе вишекритеријумске анализе у концепцијском смислу нису превише сложене. У формалном смислу, ове методе су једноставније за разумијевање од класичне једнокритеријумске оптимизације. Карактеристично за ове методе је да су настајале у периоду брзог развоја и ширења информационих технологија и да су засноване на примјени рачунара. Три научно-истраживачка центра, у којима су постигнути значајнији резултати у развоју и практичној примјени метода вишекритеријумске анализе су: Paris Dauphine – Универзитет у Паризу, Vrije University – у Бриселу и Michigan University – у САД (Димитријевић, Б., 2012).

Вишекритеријумско одлучивање, као и вишекритеријумска анализа, заокупља пажњу научника дуги низ година. Њихову примјену налазимо у различитим научним областима, али се у домаћој литератури знатно мање пажње посвећује примјени вишекритеријумске анализе у области географије и њој сродних

дисциплина, па и самој геоекологији. Са друге стране, у радовима страних аутора ова методологија је подигнута на врло висок ниво и често се примјењује, нарочито у посљедње вријеме, чему умногоме доприносе развој информатичких технологија и актуелност проблематике вредновања природне средине. О томе свједоче радови: Pereira, J.M.C., Duckstein, L., 1993; Geneletti, D., 2007; Geneletti, D., Duren, I., 2008; Kordi, M., 2008; Ghamgosar, M. et al., 2011; Moradi, M., Bazyar, M.H. and Mohammadi, Z., 2012; Kihoro, J., Bosco, N.J., and Murage, H., 2013; Paydar, Z., Chen, Y., 2014 и бројни други.

Чињеница је да бројне методе вишекритеријумске анализе могу побољшати процес одлучивања у свим гранама привреде, јер се данас, проблеми одлучивања рјешавају на бази квантитативних анализа. Квантитативни методи обезбијеђују максималну тачност, потпуност и правовременост информација које су неопходне доносиоцу одлуке у самом процесу доношења одлука. Са те стране, у радовима који третирају проблеме геоеколошке евалуације и сл. која претходи процесу одлучивања, методи вишекритеријумске анализе високо су ранжирани.

Имајући у виду да ова проблематика код нас није довољно обрађена, неопходно је објаснити улогу и значај метода вишекритеријумске анализе, те разрадити теоријске методе и моделе вишекритеријумске анализе који се могу успјешно примјењивати у пракси која се тиче евалуације природних потенцијала. Пожељно би било да се њихова примјена верификује у будућности, те да се покаже како резултати овакве квантитативне анализе могу корисно послужити за сагледавање и отклањање проблема превасходно у области животне средине.

Методе вишекритеријумске анализе саме по себи представљају скуп квантитативних метода за избор оптималне одлуке. Вишекритеријумска евалуација је често коришћена метода. Односи се на примјену евалуације тамо гдје постоји већи број, често, конфликтних критеријума, што олакшава доношење рјешења за реалне проблеме. „Све класичне оптимизационе методе користе само један критеријум при одлучивању, односно рјешавању, чиме се драстично умањује и реалност проблема који се могу рјешавати“ (Чупић, М. и др., 2003). Са друге стране, присуство већег броја критеријума у моделима евалуације има и негативне карактеристике. Модели постају значајно сложенији у математичком смислу, па постоји опасност да рјешење проблема обухвати само неке од постављених

критеријума. Због тога су реални проблеми рјешавани од случаја до случаја, а тек касније су се развијене методе формализовале и лансирале као методе евалуације за поједине категорије проблема (Драгашевић, З., 2010).

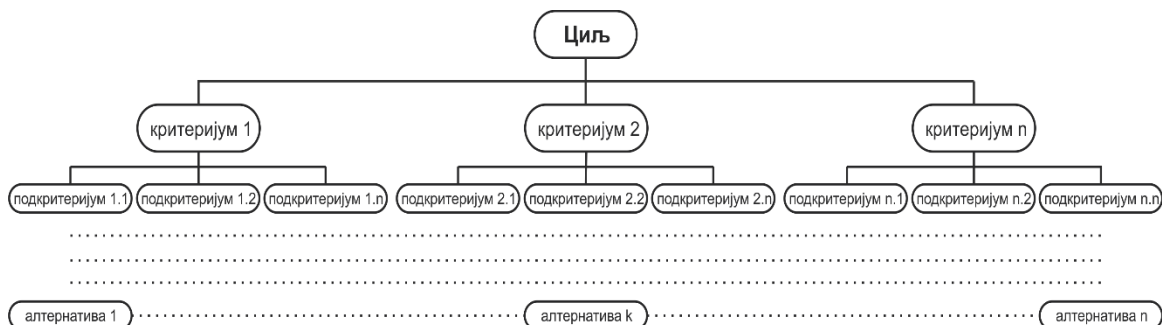
У литератури (доминантно странеј), може се наћи велики број метода вишекритеријумске анализе. Међутим, са становишта геоеколошке евалуације, нису све подједнако теоријски и практично релевантне и важне. Са те стране, у наставку је више пажње посвећено једној од метода вишекритеријумске анализе која је примијењена у раду. Приступ базиран на међусобном упоређивању парова, који је предложен од стране Сатија као дио АХП методе, привукао је пажњу бројних истраживача и практичара. Разлог за то је што је лако примјењив метод и има интересантне математичке особине. Овим методом могуће је вршити међусобно поређење парова у сврху одредбе релативне вриједности сваке алтернативе у односу на сваки критеријум. Поред ове методе, као приступи у одређивању релативних тежина критеријума често су у употреби: метод минималног средњег квадратног одступања, метод сопственог вектора, метод ентропије и други.

3.4.2 АХП метод (Аналитички хијерархијски процес)

У раду је коришћен модел за евалуацију природних потенцијала заснован на АХП методи (Saaty, T. L., 1980). Ова метода изабрана је због тога што модел садржи већи број критеријума, који немају исту важност, те је могуће на основу додатних модела (анализа осјетљивости – осјетљивост резултата на варијације промјене важности – доминације једног критеријума у односу на други), као и поједностављене примјене употребом ГИС алата, провести детаљну евалуацију и добити коначне квантитативне показатеље за промјене субјективно добијених величина.

АХП метода је једна од најпознатијих и најчешће коришћених метода које се употребљавају при евалуацији која претходи доношењу одлука, у случају када одлука зависи од већег броја атрибута који се користе као критеријуми. На почетку примјене ове методе, потребно је дефинисати хијерархијски модел и његове елементе, са циљем на врху, критеријумима и подкритеријумима као слједећим нивоима, и на крају, на посљедњем нивоу су алтернативе. Затим, се прави

математички модел. Овај модел заснован је на међусобном упоређивању парова. На сваком нивоу хијерархијске структуре у паровима се међусобно упоређују елементи те структуре.



Скица 1 Општи хијерархијски модел у АХП-у

Хијерархијски структуриран модел одлучивања у општем случају састоји се од циља, критеријума, неколико нивоа подкритеријума и алтернатива (Скица 1). Циљ је на врху и он се не пореди ни са једним од других елемената. На нивоу 1 је n критеријума који се у паровима, свако са сваком, пореде у односу на непосредно надређени елемент на вишем нивоу. Број потребних поређења приближно је једнак квадрату броја елемената који се пореде (Срђевић, Б., Јандрић, З., 2000). По степену мјерљивости критеријуме (атрибуте) дијелимо на описне (немјерљиве) и мјерљиве.

У радовима (Saaty, T.L., Kainen. P.C., 1986; Harker, P.T., Vargas, L.G., 1987; Alphonse, C.V., 1997) дефинисане су поставке на којима се заснива АХП:

- Реципрочност – ако је критеријум $C1$ n пута значајнији од критеријума $C2$, тада је критеријум $C2$ $1/n$ пута значајнији од критеријума $C1$.
- Хомогеност – поређење има смисла једино ако су критеријуми упоредиви.
- Зависност – дозвољава се поређење међу групом критеријума једног нивоа у односу на елемент вишег нивоа, тј. поређења на нижем нивоу зависе од критеријума вишег нивоа.
- Очекивање – свака промјена у структури хијерархије захтјева поновно рачунање приоритета у новој хијерархији.

За квантификовање односа парова критеријума користи се више врста скала.¹⁰ Поређење два елемента хијерархије у АХП методи врши се помоћу тзв. Сатијеве

¹⁰ Нпр. експоненцијално базирана скала (Lootsma, F. A., 1988), али која ипак не даје тако добре резултате као Сатијева скала.

ске (Saaty, T. L., 1980), која је дефинисана као рацио скала (скала односа). Сатијева скала дефинисана је у интервалу 1-9, има 5 основних вриједности и 4 међувриједности квалитативно описаних оцјена. Ова скала утемељена је прије три деценије од стране америчког математичара и статистичара ирачког поријекла Томаса Сатија, по коме носи назив и добила је статус „скоро стандард“. У табели (Табела 2) дата је Сатијева скала са појашњењем које је у употреби приликом компарације парова.

Табела 2 Скала конверзије квалитативних вриједности, тзв. Сатијева скала вредновања

Оцјена важности	Дефиниција	Објашњење – квалитативни исказ
1	Једнако важно	Двије алтернативе једнако доприносе циљу (Подједнака важност критеријума C1 и C2)
2	Слаба важност	
3	Умјерено важно	На основу искуства и процјена даје се умјерена предност једној алтернативи у односу на другу (Мало већа важност критеријума C1 у односу на C2)
4	Умјерено важно +	
5	Строго важније	На основу искуства и процјена строго се фаворизује једна алтернатива у односу на другу (Јако изражена важност критеријума C1 у односу на C2)
6	Строго важније +	
7	Врло строга, доказана важност	Једна алтернатива се изразито фаворизује у односу на другу; њена доминација доказује се у пракси (Доминантно висока важност критеријума C1 у односу на C2)
8	Веома строго важно	
9	Екстремна важност	Докази на основу којих се фаворизује једна алтернатива у односу на другу потврђени су са највећом увјерљивошћу (Апсолутна важност критеријума C1 у односу на C2)
2,4,6,8	Међувриједности	Потребан компромис или даља подјела
1/2, 1/3,... 1/9	Супротна доминација	

Извор: Saaty, T. L., 1980

Коришћењем Сатијеве скале могу се одредити тежине критеријума њиховим претходним поређењем по паровима. Ово се постиже формирањем матрице поређења,¹¹ чиме се за сваки пар критеријума (C1, C2, C3,...) одређује вриједност доминације једног критеријума у односу на други. Илустративни примјер дат је у табели (Табела 3).

Вриједности у заградама у табели (Табела 3) представљају реципрочан однос преференција, па вриједност (3) на пресеку C1 и C2 има стварну вриједност 1/3 (или 0,33). Просјечне вриједности које нису у заградама означавају преференцију

¹¹ Матрица поређења назива се још и матрица доминације, тј. матрица одлучивања.

једног критеријума у односу на други. Након овог поступка упоређивања парова, на матрици се проводе математичке операције чији је крајњи резултат добијање тежинских коефицијената. На крају поступка добија се приједлог рјешења проблема, тако што се вриједност сваког критеријума и подкритеријума множи са њиховим тежинским коефицијентом у оквиру постављеног задатка, а затим се исти сумирају.

Табела 3 Примјер матрице поређења парова критеријума

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1	(3)	(2)	(7)	(5)	2
C2	3	1	2	(4)	(2)	4
C3	2	(2)	1	(6)	(4)	3
C4	7	4	6	1	2	8
C5	5	2	4	(2)	1	6
C6	(2)	(4)	(3)	(8)	(6)	1

У сврху провјере тачности тежинских коефицијената користи се степен конзистентности матрице (CR). Он се користи за потребе идентификовања и анализирања неконзистентности доносиоца одлуке у процесу расуђивања и вредновања елемената матрице. АХП метода на овај начин мјери и указује на степен неконзистентности настао услед субјективизма доносиоца одлука. Како се у АХП третира конзистентност, објашњено је у наставку. Када би постојала могућност да се прецизно одреде вриједности тежинских коефицијената свих критеријума који се међусобно пореде на поједином нивоу хијерархије, сопствене вриједности матрице биле би потпуно конзистентне. Међутим, ако се нпр. тврди да је C1 много већег значаја од C2, C2 нешто већег значаја од C3, и C3 нешто већег значаја од C1, настаје неконзистентност у рјешавању проблема и смањује се поузданост резултата. Општи је став да вишеструко поређење у паровима чини АХП методом која није превише осјетљива на грешке у расуђивању. Ова метода такође даје могућност да се мјере грешке у расуђивању, тако што се прорачунава индекс конзистентности за добијену матрицу поређења, а затим се израчунава и степен конзистентности. Детаљан поступак примјене АХП методе образложен је у поглављу које третира евалуацију природних потенцијала Равне планине и Паљанске котлине, а о примјени АХП методе у процесу геоеколошке евалуације може се истаћи слjedeће:

- У свијету се данас користи велики број математичко-статистичких метода које се учестало примијењују и при евалуацији природне средине.
- Захваљујући развоју ГИС-а и информатичких технологија, у процесу геоеколошке евалуације све више се користе методе мултикритеријумске анализе.
- Аналитички хијерархијски процес (АХП) је један од најпознатијих и најчешће коришћених метода за геоеколошку евалуацију природних потенцијала, гдје се одлука темељи на више атрибута који се користе као критеријуми.
- На почетку примјене ове методе, потребно је дефинисати хијерархијски модел и његове елементе, са циљем на врху, критеријумима и подкритеријумима као сљедећим нивоима и алтернативама (уколико су понуђене) на посљедњем нивоу.
- Потребно је конструисати математички модел, заснован на међусобном поређењу парова, гдје се на сваком нивоу хијерархијске структуре у паровима међусобно упоређују елементи тог нивоа.
- Преференције доносиоца одлуке изражавају се помоћу скале која је дефинисана као рацио скала.
- У раду је коришћена Сатијева скала која има 5 вриједности и 4 међувриједности, квалитативно дефинисаних оцјена у распону од 1-9.

* * *

Претежно планински простор,¹² који је предмет рада, може да се вреднује вишеструко, нпр. за потребе зимског туризма, рекреације, пољопривредне искоришћености, као еколошки важно станиште одређених биљних или животињских врста и сл. Мултифункционалне предјеле могуће је успјешно вредновати, а резултати тих вредновања могу наћи примијену у превазилажењу

¹² Не постоји јединствен приступ избора критеријума за дефинисање појма планинског или брдско-планинског простора. Проблем диференцирања и дефинисања морфолошких елемената рељефа у литератури фаворизује надморску висину, али се често узимају и други корективни елементи, као што су дисецираност рељефа, особине земљишта, нагиб, густина ријечне мреже итд. У употреби су и административни, демографски, економски и слични критеријуми. У земаљама бивше Југославије планинска подручја дефинисана су као простори изнад 500 m. н. в, док је у Француској, Словенији, Аустрији и Бугарској граница на 600 m, у Швајцарској 800 m итд. (Милинчић, М. и др., 2012).

конфликта између социокултурног, еколошког и економског аспекта животне средине, што би генерално допринијело одрживом развоју (De Groot, R., 2006).

Пошто се тематика тезе везује за евалуацију природних потенцијала, у раду је доминантно разматран природни предјел, са удјелом социјално-културне компоненте, која је од значаја за сагледавање стања утицаја и сам поступак евалуације. Поред доминантно интердисциплинарног приступа, дјелимично ће се примјењивати и холистички мултидисциплинарни концепт, базиран на проучавању предјела са становишта упознавања стања квалитета животне средине, као предуслова индивидуалног и колективног благостања и одрживог привредног развоја проучаваног простора.

4 ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ И ГРАНИЦЕ ИСТРАЖИВАНОГ ПРОСТОРА

За дефинисање положаја и граница проучаваног простора коришћен је већи број различитих картографских и других извора (дигитализоване топографске карте,¹³ електронске карте, сателитски снимци и сл.). Уцртавањем већег броја граничних линија настојало се на прецизнији, свеобухватнији и једноставнији начин анализирати географски положај и однос просторних цјелина Равне планине и Паљанске котлине. Са те стране анализирани су математичкогеографски положај, физичкогеографски положај, административно-политички положај и др.



Карта 1 Положај Равне планине и Паљанске котлине у БиХ и Републици Српској
(извор: ESRI ArcGIS Resource Centers – Topographic map, <http://goto.arcgisonline.com>)

Проучавани простор налази се у централном дијелу БиХ, тј. у југоисточном дијелу Републике Српске, између $43^{\circ}43'31''$ и $43^{\circ}50'18''$ сјеверне географске ширине и између $18^{\circ}31'01''$ и $18^{\circ}43'09''$ источне географске дужине по Гриничу. Простор

¹³ ТК 1:25.000 су дигитализоване, а потом векторисане уз помоћ програмског пакета AutoCAD Map 3D. Детаљна обрада и анализа мапа рађена је уз помоћ програмског пакета ArcGIS.

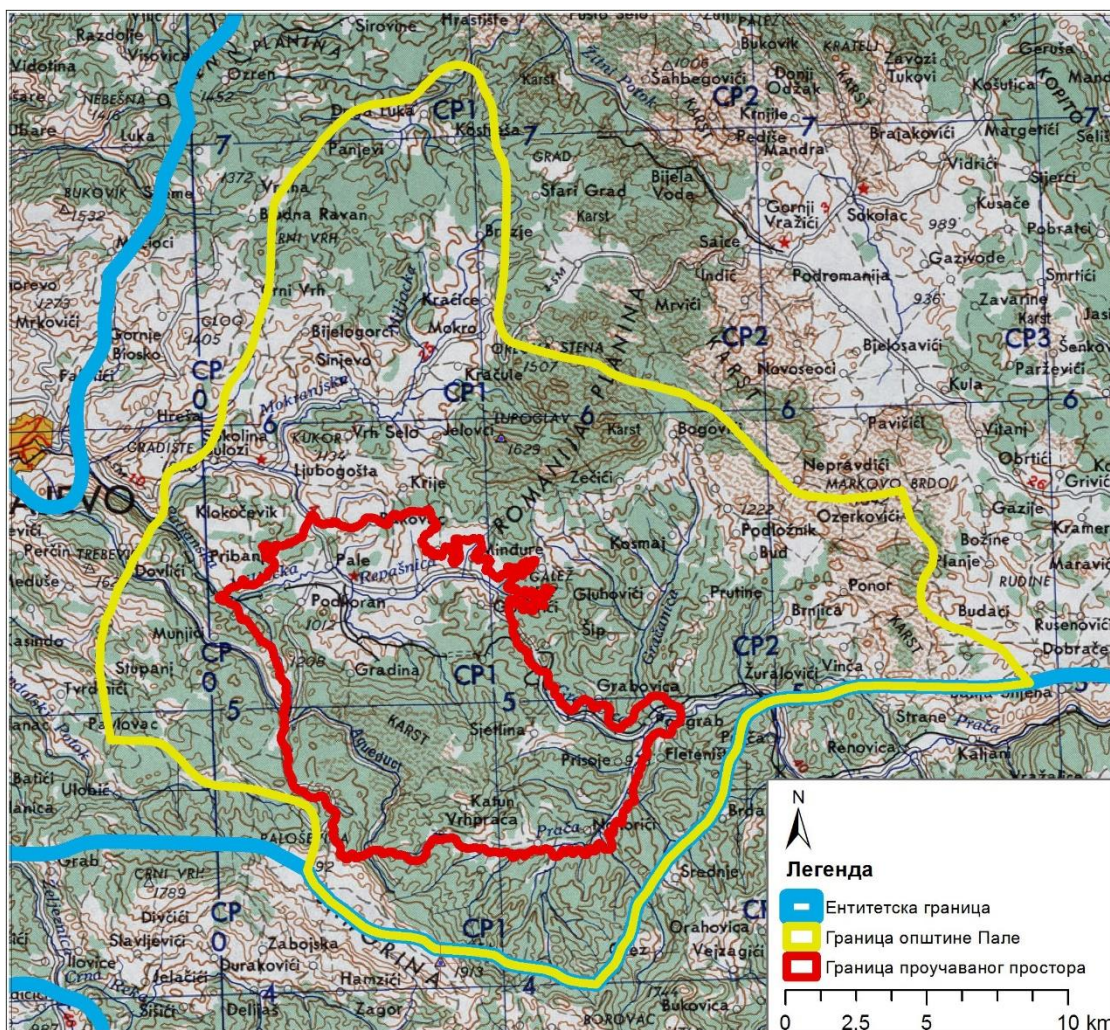
Равне планине обухвата сјеверни дио Јахоринског планинског система. У геотектонском погледу припада средишњим дијеловима Динарског планинског система, тј. централним динаридима. Од шест геотектонских зона у БиХ, проучавани простор припада петој зони (зона алохтоне палеозојске и тријаске формације) (Хрватовић, Х., 2005).

Површина проучаваног простора од укупно 117 km² припада територији општине Пале, тј. налази се у склопу веће територијално-административне јединице града Источно Сарајево. Општинско средиште Пале (22.282 становника)¹⁴ смјештено је на простору Паљанске котлине и представља значајно урбано средиште, тј. важан нуклеус развоја ширег подручја Сарајевско-романијске регије (Карта 2). Општина Пале се у садашњем тренутку састоји од већег дијела пријератне територије општине Пале којој су припојени дијелови пријератних општина Трново и Фоча. Дио пријератне општине Пале остао је у саставу Федерације БиХ и од тог дијела настала је федерална општина Пале – Прача, док је један врло мали дио припојен федералној општини Трново.

На сјеверу овог простора налазе се огранци Романије (1629 m). Са сјеверозападне и западне стране смјештен је Требевић (1630 m), чије падине се стрмо спуштају у Сарајевско поље. Од Требевића, Равна планина је одвојена долином Бистрице. Са југозападне и јужне стране простире се високи плато Голе Јахорине. Од подрињских планина на истоку, простор је одвојен горњим дијелом долине Праче са притокама. Проучавани простор, изузев на сјеверу гдје је у самој котлини смјештен ток Паљанске Миљацке са притокама, прилично је јасно ограничен токовима ријека: Грабовицом на сјевероистоку, дијелом тока Праче на југоистоку и југу те Бистрицом на западу и сјеверозападу. Ово подручје захвата површину од 117 km², од чега је површина Равне планине већа и износи 78,60 km² (тј. 67,2%), а површина Паљанске котлине је мања и износи 38,40 km² (32,8%). На овако дефинисаном простору анализирани су и висинске вриједности. Врх Зелена

¹⁴ Званични подаци броја становника према попису становништва из 1991. године за подручје општине Пале износе 16.355 становника. Међутим, у послеријатном периоду број становништва ове општине вишеструко увећан и према подацима Републичког завода за статистику Републике Српске он је 1996. године износио 26.046, а затим је растао до 2002. године када је износио 26.689 становника након чега прогресивно опада тако да према прелиминарним резултатима пописа становништва из 2013. године Пале имају 22.282 становника (Републички завод за статистику Републике Српске и Агенција за статистику БиХ).

главица је највиша тачка Равне планине и истраживаног простора и износи 1640 m, док најнижа тачка лежи на 720 m надморске висине. На основу тих параметара израчуната је висинска амплитуда која износи 920 m. Средња висина терена износи 1064 m.



Карта 2 Границе и положај проучаваног простора у односу на територију општине Пале (извор: ТК 1:200.000 ВН-МАС)

Равна планина (78,60 km²), као већа цјелина, представља карстификовану планинску површ и сјевероисточни дио пространог масива Јахорине, смјештеног југоисточно од Сарајева. Структурну форму предодредили су радијални покрети који су је одвојили од осталих дијелова планине, формирајући пространу висораван која се степенасто спушта према Паљанској котлини. Равна планина припада Динарском планинском систему, тачније унутрашњим динаридима. Одликује се сложеном орографском структуром у којој доминира пространа карстна површ,

просјечне апсолутне висине 1300 m. На крајњем југозападном дијелу површи налази се највиша тачка истраживаног простора, док је најнижа тачка лоцирана источно, на ушћу Грабовице у Прачу код Подграба. Поред централног, типично планинског дијела, у раду ће бити обрађен и шири обод подножја планине.

Усљед геолошке грађе терена, гдје доминирају тријаски кречњаци те тектонског склопа, на Равној планини су заступљени бројни површински и подземни крашки облици рељефа. Највиши дијелови су безводни, без површинских ријечних токова. У рубном појасу су развијени плувијални, гравитациони и флувијални облици рељефа. Највећи дио простора Равне планине улази у састав планираног заштићеног подручја Јахорине под називом Заштићени пејзаж „Јаворина“ које обухвата површину од 115,47 km² (Петронић, С. и др., 2009).



Слика 3 Јужне стране Равне планине са долином Праче
(извор: Голијанин Ј., 2012)

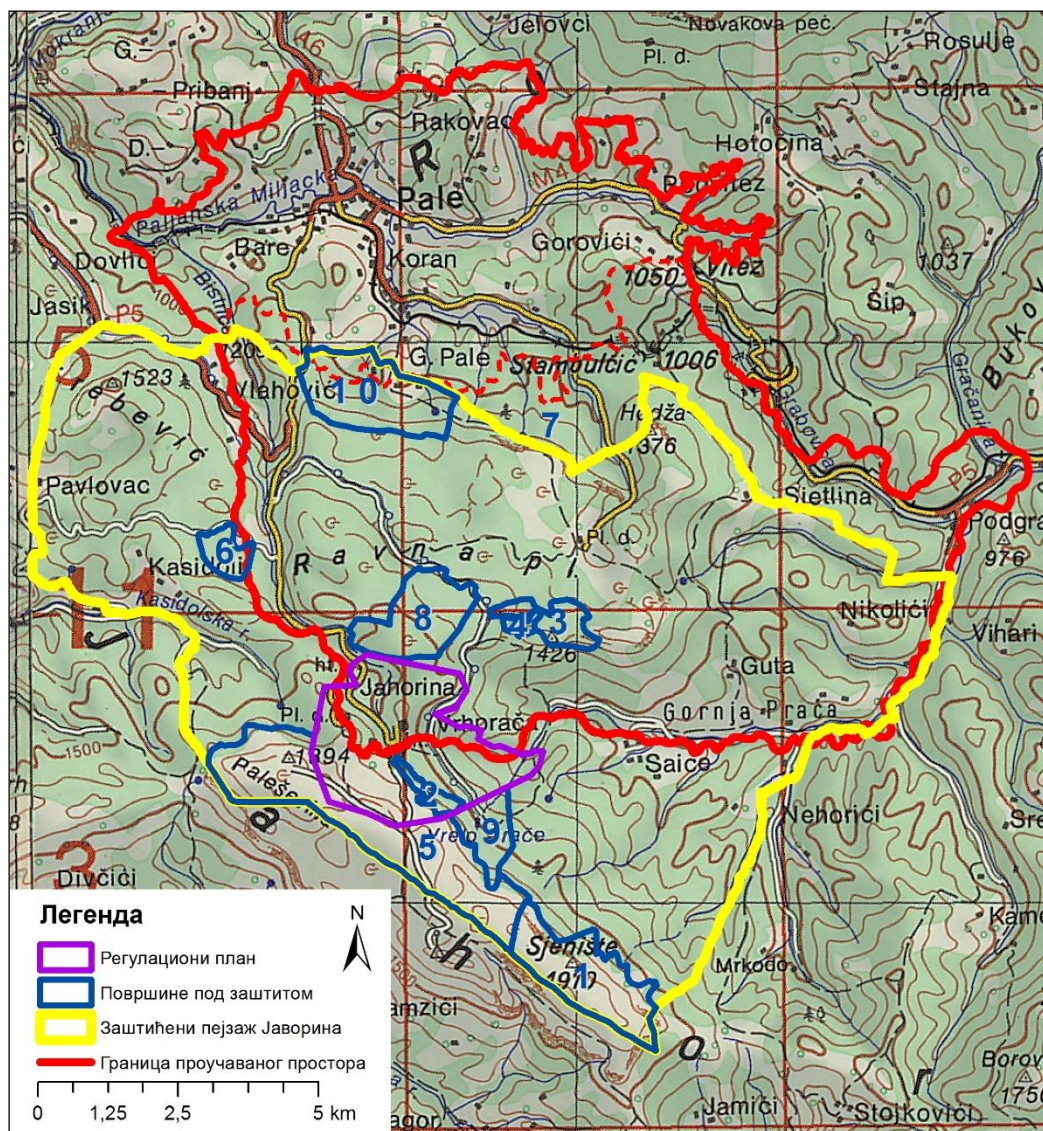
Између Равне планине на југу, обронака Романије на сјеверу и сјевероистоку, на сливном подручју Паљанске Миљацке, налази се простор Паљанске котлине. Цјелокупна површина затвореног дијела котлине износи 38,40 km². Котлина је полигенетског поријекла, спуштена расједима у односу на околне позитивне морфоструктуре простора. Паљанска Миљацка и њене притоке наталожиле су извјесну количину акумулативног материјала по дну котлине. Паљанска котлина је највише морфолошки отворена према сјеверу, одакле почиње ерозивно проширење Мокрањске Миљацке и простор Мокрањске котлине и тзв. Пустопоља. На западној страни је нижа (750 m) и ту се ток Паљанске Миљацке усијеца у отпорне кречњачке стијене и наставља ток градећи клисурасту долину све до саставка са Мокрањском

Миљацком у близини села Булози. Градско насеље Пале¹⁵ смјештено је у котлини, уз ток Паљанске Миљацке, и обухвата површину од око 15,77 km² (Голијанин, Ј., Лукић, М., 2012). Око 38% од укупне површине котлине, према катастарским подацима, припада градском насељу.

Литолошки склоп терена Паљанске котлине је комплексан и чине га кварц-лискуновити пјешчари са ријетким прослојцима глинаца („сарајевски пјешчари“) који представљају хидрогеолошке изолаторе, а у повлати леже свијетлосиви банковити до масивни кречњаци и доломитични кречњаци. По дну котлине активни су процеси акумулације захваљујући тенденцији спуштања морфоструктуре. Алувијална раван Паљанске Миљацке достиже на појединим профилима ширину до 250 m. Од осталих акумулативних облика заступљени су пролувијални наноси и плавине. Низводно од котлине, Паљанска Миљацка усијеца клисуру у кречњацима тријаса, вишеструко повећавајући градијент пада тока.

У погледу заштите природе, потребно је напоменути да се површина будућег заштићеног подручја Јахорине највећим дијелом налази у оквиру граница истраживаног простора. Документ са приједлогом за проглашење, у складу са процедуром регулисаном Законом о заштити природе (Службени гласник РС, бр. 113/08), прослијеђен је Министарству за просторно уређење, грађевинарство и екологију. Завод је урадио научно-стручну студију на основу које су валоризоване и категоризоване природне и културне вриједности, те одређене зоне и режими заштите.

¹⁵ Површина и положај градског насеља Пале утврђена је на основу података о површини катастарске општине (КО) Пале град, добијених у Републичкој управи за геодетске и имовинско-правне послове ПЈ Пале.



Карта 3 Границе и положај проучаваног простора у односу на границе заштићеног пејзажа (извор: ТК 1:200.000 ВН-МАС)

Границе површине Заштићеног пејзажа „Јаворина“ заједно са подручјем које обухвата Регулациони план „посебног подручја Јахорина“, приказане су на карти (Карта 3). Површина будућег заштићеног подручја Јахорине највећим дијелом обухвата простор Равне планине, а нешто мањим дијелом и просторе Голе Јахорине и Требевића на западу. Планирано заштићено подручје Јахорине – Заштићени пејзаж „Јаворина“ обухватало би површину од 11.546,68 ha тј. 115,47 km². На основу већег броја међународних и домаћих критеријума вредновања, донесене су конвенције на основу којих су установљене категорије заштићених природних добара (Табела 4).

Табела 4 Категоризација заштићених природних добара према IUCN у оквиру Заштићеног пејзажа „Јаворина“

Р.бр.	Назив заштићених локација	Категорија	Површина (ха)
1.	Тријеска	Ia	279,20
2.	Златна долина јавора	Ia	31,92
3.	Голубињак	Ia	82,69
4.	Дуго поље	Ia	15,56
5.	Палошевина	Ib	553,31
6.	Мало Двориште	III	58,14
7.	Омладинска пећина	III	-
8.	Велики Јавор	IV	217,93
9.	Врело Праче	VI	104,12
10.	Врело Миљацке са Градином	VI	296,49
11.	Регулациони план „посебног подручја Јахорина“	-	763,28
Укупна површина Заштићеног пејзажа „Јаворина“			11.546,68

Извор: Петронић, С. и др., 2009

Заштићено подручје подијељено је на тростепени режим заштите. У оквиру Заштићеног пејзажа „Јаворина“ издвојене су категорије заштићених природних добара према IUCN¹⁶ категоризацији. Издвојено је пет категорија: категорија Ia – строги резерват природе; категорија Ib – посебни резерват (подручје дивљине); категорија III – споменици природе; категорија IV – подручје управљања стаништем и категорија VI – подручје управљања ресурсима.

Табела 5 Процентуално учешће површина под различитим режимима заштите

Површине под заштитом	ха	%
Површина под I режимом заштите (Ia, Ib)	962,68	8,34
Површина под II режимом заштите (III, IV, VI)	676,68	5,86
Површина под III режимом заштите (подручје изван површина под I и II режимом заштите)	9.144,04	79,19
Површина коју обухвата Регулациони план „посебног подручја Јахорина“	763,28	6,61
Укупна површина Заштићеног пејзажа „Јаворина“	11.546,68	100

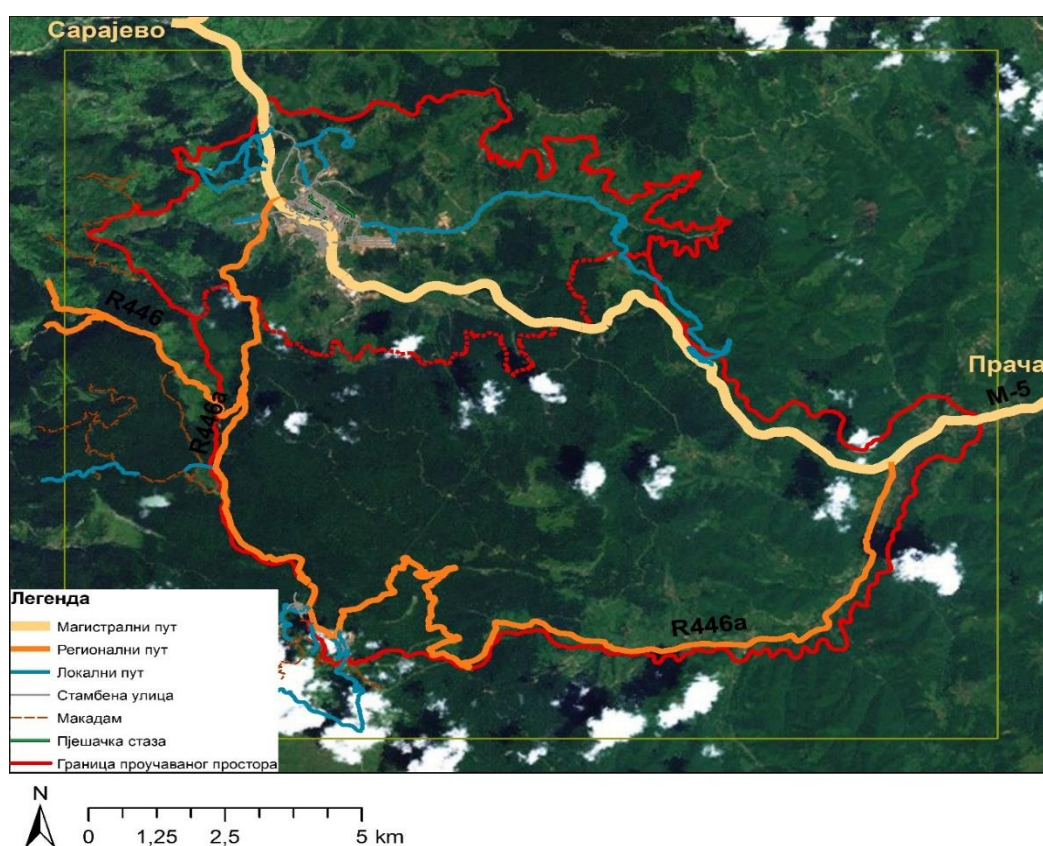
Извор: Петронић, С. и др., 2009

На основу података у табели (Табела 5) уочљиво је да је највећа заступљеност површина под III режимом заштите (79,19%), тј. површина које нису категорисане. Категорисане површине заједно обухватају 14,2% територије заштићеног подручја, при чему предњаче површине под првим, најстрожим режимом заштите са 8,34% укупног заштићеног подручја. Основна вриједност површина под овим режимом заштите огледа се кроз изузетну биолошку разноврсност која се испољава кроз

¹⁶ IUCN – International Union for Conservation of Nature, у преводу – Међународна унија за заштиту природе, основана је 1948. године и данас у њен састав улази преко 1.000 организација чланица у 140 земаља, укључујући 200 владиних и 800 невладиних организација (извор: www.iucn.org).

флористичке, фаунистичке и екосистемске вриједности. Осталих 6,61% површина припада територији која је обухваћена Регулационим планом „посебног подручја Јахорина“.

У саобраћајном погледу, истраживани простор има повољан положај, у првом реду због близине највећег града БиХ Сарајево (15 km) у коме се укрштају путни правци из свих дијелова БиХ, а у граду Сарајеву налазе се и међународни аеродром (непосредно уз магистрални пут М-18) и жељезничка станица. Главна саобраћајница која пролази кроз Сарајево је меридијанског правца пружања – коридор Vc који повезује Средњу са Јужном Европом.



Карта 4 Карта путних праваца на проучаваном простору

Кроз Пале пролази магистрални путни правац М-5 Сарајево – Пале – Вишеград, а непосредно на њега се надовезује и путни правац М-19 Сарајево – Пале – Соколац – Зворник. Од категорисаних путева,¹⁷ међу које су убројани дијелови магистралних и регионалних путева те локани путеви и градске улице, на простору

¹⁷ Категорије путева за простор општине Пале добијене су на основу података из Службених новина града Источно Сарајево, XVIII, бр.9, 2013.

општине налази се 44 km магистралних, 62 km регионалних и 281 km локалних путева (од којих је 59 km асфалтних и 222 km макадамских). Такође, град Пале има 65 km градских улица. Посљедњих година улажу се значајна средства у унапређење локалних путева и улица (реконструкција, асфалтирање, јавна расвјета), као и остале инфраструктуре. На простору општине регистровано је око 85 km јавне расвјете уз путне правце.



Слика 4 Тунели: (а) нови и стари жељезнички тунел на путном правцу М-5; (б) дио путног правца који води према Вишеграду са трасом старе жељезничке пруге и једним од 99 тунела¹⁸
(извор: Голијанин Ј., 2013)

Међутим, главни путни правци пролазе кроз Паљанску котлину, док је простор Равне планине у том погледу у знатно неповољнијем положају. Путеви који рубним дијелом пресијецају ову морфолошку јединицу су регионални правци који воде од Сарајева долином Миљацке, преко Пала до Јахорине (дужине 26 km), те правац који води од Сарајева преко Требевића до Јахорине (дужине 32 km). Поред тога, простор Равне планине повезан је са регионалним путевима Пале – Јахорина и Подграб – Јахорина, те испреплетен мрежом некатегорисаних¹⁹, углавном шумских путева лошег квалитета.

¹⁸ Укупна дужина трасе жељезничке пруге Сарајево – Добрун износила је 166,5 km. Траса пруге пројектована је долинама и странама клисура Миљацке, Паљанске Миљацке, Праче, Дрине, Лима и Рзава. Код Стамбулчића у Палама издизала се на 939,8 m надморске висине, и то је била највиша тачка пруге на простору будуће Југославије која је грађана за јавни саобраћај. Ова пруга имала је 99 тунела, са великим бројем вијадукта, галерија, потпорних и обложних зидова. Траса жељезничке пруге кроз подручје Пала била је дуга 40 km, што је чинило 24 % релације Сарајево – Добрун (www.palalive.com/pale-kroz-istoriju/zeljeznica-voz-ciro).

¹⁹ Путеви који нису категорисани као јавни путеви (Службене новине града Источно Сарајево XVIII, бр.9, 2013).

5 АНАЛИЗА ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА РАВНЕ ПЛАНИНЕ И ПАЉАНСКЕ КОТЛИНЕ

Да би се обезбиједили услови за провођење геоколошке евалуације природних потенцијала, неопходно је дефинисати и издвојити елементе природног комплекса на проучаваном простору. Под природним потенцијалима најчешће се подразумева комплекс постојећих природних услова, процеса и ресурса одређеног дијела територије. На подручју Равне планине и нарочито Паљанске котлине примјетна је константна промјена природних услова и ресурса. Ова појава указује да је природне потенцијале неопходно посматрати као динамичну категорију која је непосредно условљена степеном деградације природним и антропогеним процесима. Из тог разлога, анализа природних потенцијала захтијевала је детаљан приказ њихових рецентних карактеристика, што представља реалну основу за сагледавање нивоа досадашњих промјена, као и прогнозу очекиваних дешавања у будућности.

Као резултат константног дијеловања природних процеса, али и веома брзих демографских, социоекономских и њима условљених технолошких промјена, расте и степен измијењености природних потенцијала. Због тога је од посебне важности било сагледавање и утврђивање интензитета доминантних природних процеса, као и степен њихове модификације под утицајем антропогеног фактора. У овом поглављу анализирани су природни потенцијали, тј. физичкогеографске карактеристике, чиме су сагледане геолошке, геоморфолошке, климатске, хидролошке, педолошке и биогеографске карактеристике истраживаног простора.

5.1 АНАЛИЗА ГЕОЛОШКЕ ПОДЛОГЕ

У регионално-геолошком погледу, проучавано подручје смјештено је у југоисточном дијелу БиХ, који обилује разноврсним минералним сировинама. То је условило и интересовање бројних геолога, од којих Боие А. 1840. даје прве податке о овом терену, а након њега, овај регион истражује већи број аустријских

истраживача од којих је навећи допринос дао Кацер Ф.²⁰ Детаљнија геолошка и хидрогеолошка истраживања у новијем периоду рађена су крајем седамдесетих година прошлог вијека за потребе водоснабдјевања града Сарајева, али и израде просторно-планске документације за изградњу објеката потребних за одржавање XIV зимских олимпијских игара.

5.1.1 Геолошко-петрографски услови

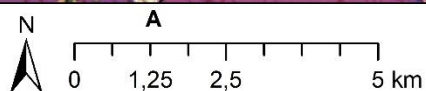
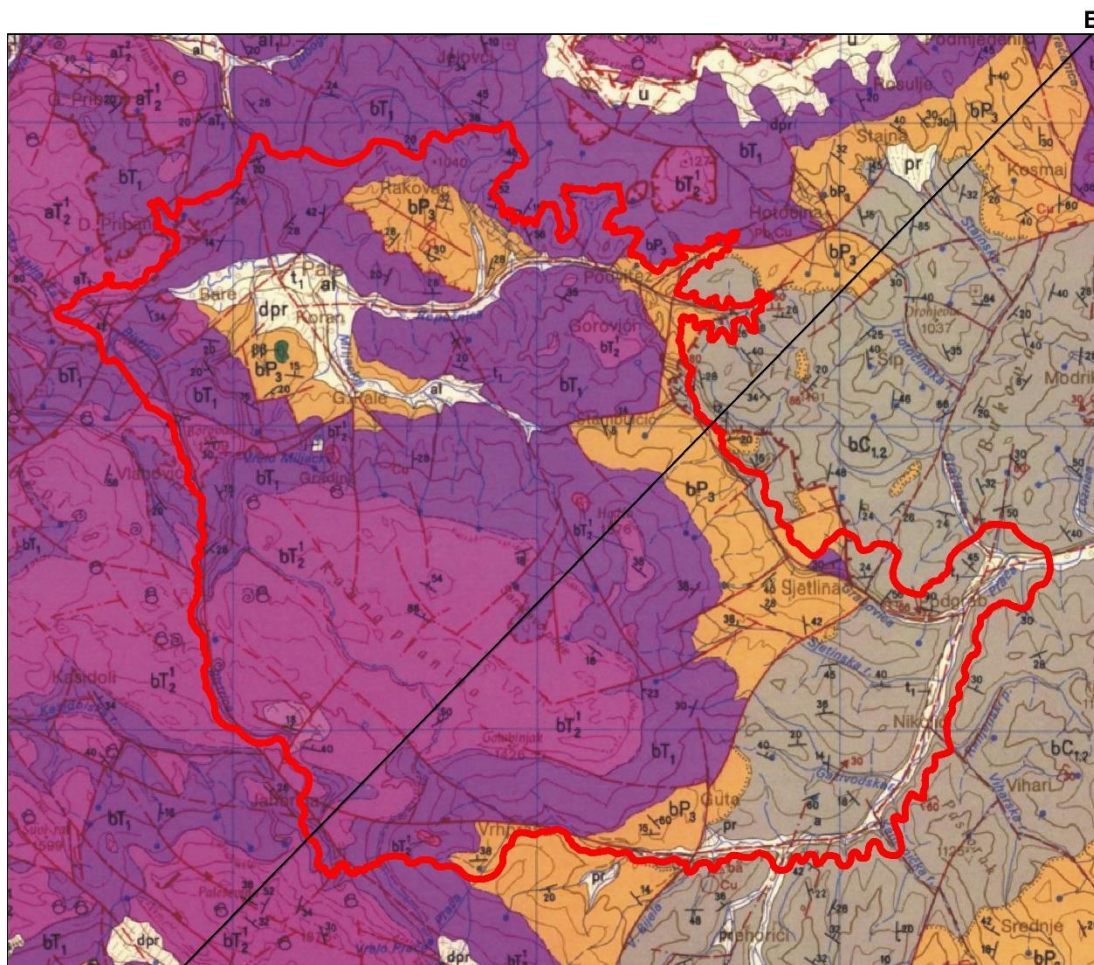
Геолошки састав истраживаног подручја врло је разноврстан, како у фацијалном тако и у стратиграфском погледу. У геолошкој грађи ширег подручја Јахорине заступљене су стијене палеозојског комплекса југоисточне Босне, представљене поглавито кластитима, те мезозојске творевине представљене доњотријаским кластитима и средњотријаским карбонатним стијенама и дијеловима вулканогено-седиментног комплекса. Појава кенозојских творевина, представљених углавном алувијалним седиментима, везана је махом за крајње рубне дијелове Јахорине и Равне планине, тј. за дна граничних долина – Праче, Грабовице, Јахоринског потока, Паљанске Миљацке, Бистрице и других токова.

5.1.1.1 Палеозоик













Најстарија ера геохронолошке скале на проучаваном простору, палеозоик, јавља се на сјеверу у рејону Пала, Подвитеза али и долине Праче. Представљен је различитим типовима метаморфних стијена, од фације зелених шкриљаца преко измијењених седиментних комплекса пијесковито-глиновитог састава до кречњачко-доломитских стијена.





















У дубљим дијеловима су откривени филити, аргилити са лидитима, затим хлоритски шкриљци и филитични пјешчари и конгломерати. Преко филита и разноврсних шкриљаца јављају се доломитични кречњаци, доломити, мермери и дијелом силификовани кречњаци (Вујновић, Л., 1983).

²⁰ Фридрих Кацер (F. Katzer) 1906. издаје Прегледну геолошку карту БиХ (прва шестина – лист Сарајево) у размјери 1:200.000. У наведеној карти компилирана је комплетна фактографија претходних истраживача (Вујновић, Л., 1983).



ЛЕГЕНДА КАРТИРАНИХ ЈЕДИНИЦА

ТРИЈАС		Плочасти ројнаци, кречњаци, туфови и глинци	КВАРТАР		Алувијални нанос
		Дијабази и долерити			Сипари
		Доломити и кречњаци са доломитима (а); банковити и масивни кречњаци (б)			Пролувијални застори
		Кварц-лискуновити пјешчари "Сарајевски пјешчари", шкриљави субгравакни и гравакни пјешчари, алевролити и глинци			Делувијално-пролувијални застори
КАРБОН, ПЕРМ		Белерофонски доломитични кречњаци (а); гравакни лискуновити пјешчари, конгломерати и лидитске брече; доломитични кречњаци (б)		Млађа ријечна тераса: шљункови и пијескови	
		Субгравакни пјешчари, алевритиски пјешчари, глиновити кварц-серицитски шкриљци; лидити (а); сиви плочасти кречњаци (б); масивни кречњаци (с)		Изворски седименти: седрасти шупљикави кречњаци и пијескови	

	Нормална граница: утврђена и апроксимативно лоцирана; преврнута граница		Расјед без ознаке карактера: утврђен, апроксимативно лоциран или покривен, предпостављен и фотогеолошки осматран
	Ерозиона или тектонско-ерозиона граница: утврђена и апроксимативно лоцирана		Релативно спуштен блок; вертикалан расјед, пад расједне површине
	Граница магматског тијела, покривена; граница изливног вулканита, покривена		Чело навлаке или деколмана: утврђено и апроксимативно лоцирано
	Граница олистолита		Чело краљушти: утврђено и апроксимативно лоцирано
	Елементи пада слоја: нормалан, вертикалан, преврнут и хоризонталан слој		Микрофлора; микрофауна
	Оса преврнуте или полегле антиклинале и синклинале		Маринска макрофауна
	Тоњење осе набора		Појаве метала (Cu-бакар, Pb-олово, Mn -манган, Fe-гвожђе)
	Оса малих набора		Гравитациони блок
	Елементи пада кливажа		Клизиште
	Елементи пада пукотине, система пукотина и вертикална пукотина		Понор; крашко врело

Карта 5 Геолошка карта проучаваног простора (извор: Вујновић, Ј. и др., 1982)

5.1.1.1 Доњи и средњи карбон

Кластити доњег и средњег карбона чине основу планинског масива Јахорине и долину горњег тока Праче и њених притока. Ови седименти чине уједно и најстарију периоду геохронолошке скале на проучаваном простору. Изграђују крајњи источни дио масива Јахорине, односно лијеву долинску страну Праче, од Нехорића до ушћа Грабовице. То је релативно дебео пакет кластичних стијена са сочивима сивих плочастих и масивних кречњака, улошцима плочастих мермерисаних и шкриљавих кречњака, те улошцима црних плочастих до слојевитих лидита и рожнаца (Вујновић, Ј., 1983). Основну масу стуба чине кластични седименти. По текстурним карактеристикама, гранулацијском саставу и седиментацијској сукцесији, овај комплетан пакет се идентификује као седиментна серија карбонског флиша. Карбонски кластити су вишеструко убрани, дијелом краљуштани са израженим већим навлачењем према југозападу и накнадно деформисани радијалним покретима. Однос према млађим седиментима је дискордантан, док се према старијим девонским кречњацима претпоставља

континуирани прелаз. Дебљина карбонске серије износи преко 1000 m (Вујновић, Л., 1983).



Слика 5 Карбонске серије глиновитих кварц-серицитских шкриљаца у кориту Дубоког потока (извор: Петронић, С. и др., 2009)

5.1.1.1.2 Горњи перм

Кластични седименти горњег перма налазе се на ободним дијеловима Јахорине. Горњопермске творевине представљене су разноврсним кластичним стијенама, претежно средњозрног кварцног садржаја, као што су: субграувакни лискуновити пјешчари, конгломерати и лидитске брече. Ови седименти јављају се у крајњим рубним дијеловима Равне планине. На сјеверу се јављају на подручју лијеве долинске стране Јахоринског потока, на сјевероистоку и истоку налазе се око горњег дијела долине Сјетлинске ријеке и десне долинске стране Грабовице. На југоистоку седименти горњег перма налазе се на лијевој долинској страни горњег тока Праче, подручје Врхпраче узводно од Нехорића, као и око изворишног подручја Мркодолског потока. Просјечна дебљина ове серије износи око 300 m, а однос према старијим карбонским и млађим тријаским седиментима је дискордантан (Вујновић, Л., 1983).

5.1.1.2 Мезозоик

Мезозојске творевине имају највеће пространство у овој области. Најзаступљеније су тријаске серије које, у развојном погледу, припадају фацијама алпског типа. Доминирају углавном батијални седименти у кречњачко-доломитским фацијама. Седименти доњег тријаса имају знатно распрострањање. Најпознатија фација ових седимената су румени кварцни пјешчари, познати као „сарајевски пјешчари“. Поред ових седимената, знатно подручје заузимају фације средњег тријаса представљене анизијским кречњацима и доломитима и ладинским кречњацима и рожнацима.

5.1.1.2.1 Доњи тријас

Кластични седименти доњег тријаса судјелују у изградњи терена на великом подручју изучаваног простора. Представљени су кварц-лискуновитим пјешчарима (тзв. „сарајевским пјешчарима“), шкриљавим субграувакним и граувакним пјешчарима, алевролитима и глинцима. Боја наведене серије варира од свијетлосмеђе и црвене до љубичасте, а на свјежем прелому је свијетлосиве до зеленкасте боје. Ријетко се налазе крупнозрно гранулиране партије или слојеви са крупним листићима лискуна. Дебљина доњотријаских кластита износи до 600 m, а однос према старијим и млађим седиментима је изражен континуираним седиментацијским слиједом (Вујновић, Л., 1983). Доњотријаски кластити широко су распрострањени ободним дијеловима проучаваног простора, изузев на западу. Окружују млађе карбонатне творевине и чине њихову подину. Мјестимично леже преко анизијских кречњака у виду краљушти (сјевероисточни дио Равне планине). Током морфолошке еволуције терена, а мјестимично и данас, представљали су бочни загат кречњачке табле, чиме су вршили знатан утицај на ток крашког процеса, односно на еволуцију крашког рељефа. Њихово присуство у подини кречњачке масе одређује доњу границу крашког процеса, односно његову ерозиону базу.

5.1.1.2.2 Средњи тријас

У типским плитководним неритским фацијама средњи тријас је развијен претежно као алпски тип са карактеристичним батијалним кречњачко-доломитским спрудним фацијама. Доминирају сиви кристаласти услојени или спрудни кречњаци. Средњотријаске творевине на истраживаном подручју

представљене су двјема фацијама: анизидским кречњацима и доломитима и ладиниским кречњацима и рожнацима.

Седименти анизика заузимају велики простор и махом изграђују веома карстификоване предјеле централних, западних и југозападних дијелова Јахорине и Равне планине и за њих је везана појава краса на овом простору. То су махом банковити и масивни свијетлосиви и сиви кречњаци. Одликују се високим степеном чистоће и фисурације, што представља битан предуслов за развој крашког процеса. Садржај калцијум карбоната у овим кречњацима креће се од 99,97% до 84,20%, а проценат нерастворног остатка од 0,10% до 0,40% претежно глиновито-гвожђевите материје и кварца. Дебљина анизидских седимената износи 450 m (Вујновић, Л., 1983).

Ладиничке творевине само мјестимично прате анизидске кречњаке а заступљене су у истим локалностима. Представљене су плочастим кречњацима, рожнацима, туфовима и глинцима. Јављају се у виду мале оазе у југозападном дијелу Равне планине и у долини Бистрице. Дебљина ладиничких седимената је знатно мања и износи око 250 m.



Слика 6 Серије средњотријаских масивних спрудних кречњака у централној зони Равне планине (извор: Голијанин, Ј., 2010)

У оквиру средњотријаског магматизма издвојена су дијабазна тијела у виду силова и дајкова, најчешће метарских димензија, а заступљени су кластитима перма и доњег тријаса. Дијабазне масе од више стотина метара регистроване су на Корану у Паљанској котлини. То су сивозелене стијене масивне текстуре.

5.1.1.3 Кенозоик

Кенозојске творевине заступљене су са терцијарним и квартарним седиментима и заузимају мањи дио терена. У структури терцијарних седимената доминирају лимничке слатководне серије које су представљене у дубљим дијеловима крупнозрним конгломератима, пјешчарима и лапорцима, а у вишим дијеловима лапорцима, глинцима и гвожђевитим пјешчарима (Вујновић, Л., 1983).

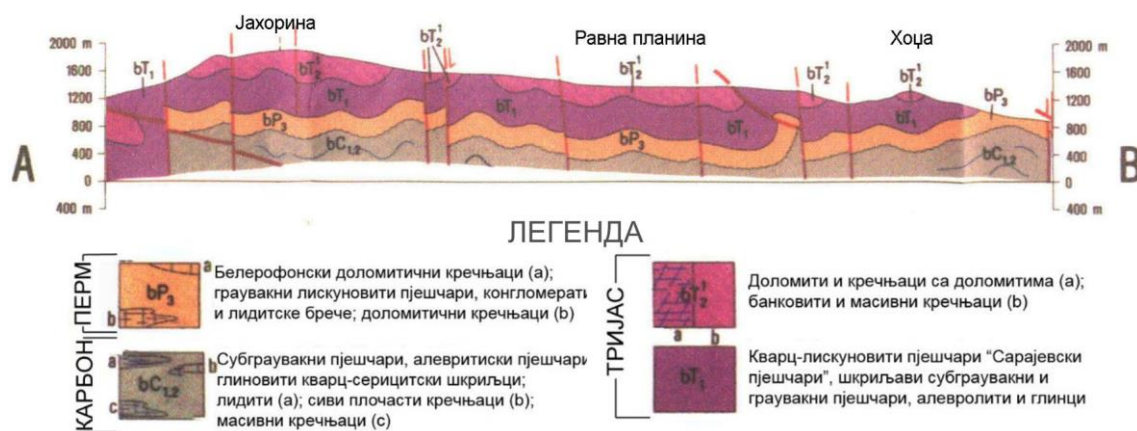
Језерска развојна фаза квартара има посебан значај за развој орографије ове области гдје је од значаја диференцирање терцијарних и квартарних језерских развојних фаза, чији су трагови остали високо на старом тријаском палеорељефу. Квартарне серије су издвојене као глацијалне творевине, језерски седименти и флувиоглацијални седименти, које су биле карактеристичне за плеистоцен, док холоцен карактерише појава језерских и ријечних тераса. Највећу специфичност и потребу врло високог степена заштите захтијевају бигрене насlage у ријечном току Паљанске Миљацке. Јављају се у ријечном току непосредно испод изворишта на дужини од 300 m. Узане појаве уз корита ријека Праче и Паљанске Миљацке изграђују шљункови и пијесци. То су лијепо изражени терасни облици, мјестимично међусобно издвојени терасним одсјеком.

На рубним дијеловима падина Равне планине регистрован је већи дио делувијално-пролувијалних наноса. Издвојене су морфолошки уочљиве депоније често заглињених валутака и фрагмената стијена у облику застора – спралина. Сипаришни материјали издвојени су на свим стрмим планинским падинама. Видљива су многобројна мања и већа точила изграђена од фрагмената и блокова матичних стијена. Због гравитационог момента, у најнижим дијеловима точила или спојених точила, доминирају блокови и крупнофрагментирани материјал, док идући у више дијелове фрагменти су ситније распоређени. Алувијални наноси су регистровани у свим већим поточним и ријечним долинама.

5.1.2 Тектонска структура

Према тектонској рејонизацији БиХ, Јахорина припада Централном тектонском појасу – тектонској јединици прачанског палеозоику са ободом од мезозојских кречњака. У склопу подјеле Основне геолошке карте лист Прача, размјере 1:100.000, Јахорина и Равна планина су двије од девет тектонских јединица које сачињавају структурно-фацијалну јединицу Романија – Прача – Јахорина.

С обзиром на огроман простор који је заузимала у вријеме стварања, ова јединица представља комплекс стијена са посебном еволуцијом. Након седиментације претежно спрудних кречњака, током горњег силура и девона, долази до битних промјена у седиментацијском простору, када се на ширем подручју осјећа тенденција спуштања морског дна и успостављање новог седиментацијског режима. Претпоставља се да су наведене промјене везане за завршетак каледонске орогенезе и успостављање херцинског седиментацијског режима. Током херцинске орогенезе формиране су структуре правца југјугозапад – сјеверсјевероисток, а настало копно постаје основа дистрибуције и седиментације у горњем перму.



Слика 7 Геолошки профил проучаваног простора са легендом (извор: фрагмент профила са ОГК СФРЈ Р 1:100 000, лист Прача, 1982)

Тектонска јединица Јахорине обухвата планински масив Голе Јахорине, а изграђена је од горњопермских кластита са дијабазним тијелима, доњотријаских кластита, те анизичких кречњака и доломита. Највећи дио ове јединице има правилан правац пружања (сјеверозапад – југоисток), са евидентним закретањем структуре на запад дуж више попречних и уздужних разлома (Вујновић, Л., 1983). Тектонска јединица Јахорине одвојена је од тектонске јединице Равне планине

касиндолским расједом. Спуштањем дуж овог расједа, кречњачки блок Равне планине одвојен је од истородних кречњака Јахорине и између њих су откривени доњотријаски кластити.

Тектонска јединица Равне планине обухвата Равну планину, Црни врх и уже подручје Пала. Изграђена је од горњопермских и доњотријаских кластита, анизичких кречњака и малих ерозионих остатака ладичких творевина. Од осталих јединица издвојена је углавном радијалним расједима, тако да највећи дио јединице представља релативно спуштен тектонски блок у виду разломљене плоче изграђене од анизијских кречњака. На западној страни налази се бистрички расјед дуж кога је усјечена долина Бистрице, која одваја Равну планину од Требевића. Дуж овог расједа такође је вршено вертикално помјерање, али је његов износ мањи од дебљине анизијских кречњака, па није дошло до откривања доњотријаске кластичне подине (Вујновић, Л., 1983).

5.1.2.1 Основне карактеристике антиклиноријума

У морфотектонском погледу, овај простор се идентификује као „антиклиноријум Романија – Равна планина – Јахорина“, који се налази између „интерне депресије“ или Сарајевско-зеничког угљеног басена на сјеверозападу и „синклиноријума Бјелашница – Игман“ на југу (Завод за инжењерску геологију, 1972). Овај антиклиноријум представља основну тектонску јединицу и рашчлањује се на неколико мањих структурних јединица.

Примарне структурне форме, иако трансформисане накнадним процесима, представљене су широким антиклиноријумом Романија – Јахорина и синклиноријумом Бјелашница – Игман. Ове структуре, ни у првој фази нису биле мирне усљед неповољног односа пластичних материјала палеозоика и доњег тријаса према крутој кречњачко-доломитској табли, тријаске старости, која лежи у повлати. У овој фази је постојала предиспозиција борања, краљуштања са нормалним или инверзним расједањима и дјелимично навлачењем, усљед чега су се често пластични материјали из подине утискивали између кречњачких маса механизмом дијапиризма, чинећи структуре још сложенијим. Формирањем хорстова и ровова у самој кречњачкој маси условљена је посебна морфогенеза (Завод за инжењерску геологију, 1972). Основне одлике овог антиклиноријума

огледају се у томе да га изграђују палеозојски, доњотријаски и средњотријаски седименти. Антиклиноријум је јасно изражен појавом палеозојских седимената у рејону Подвитеза са карактеристичним крупнозрним конгломератима и кварцитима преко којих леже доњотријаски седименти, а на врху је тријаска кречњачка табла Равне планине и Јахорине, на југозападу, те Романије, на сјевероистоку. Антиклиноријум је различито деформисан и блокови му стоје хипсометријски више у односу на центар, али фацијално се јављају исти елементи у којима, уз верфен, претежно доминирају творевине анизика. Антиклинала је испресијецана расједима чије главне правце прате долине Касиндолске ријеке и Паљанске Миљацке.



Слика 8 Поглед на језгро антиклиноријума Подвитез-Прача²¹ (горе десно), а иза кречњачка тријаска табла Равне планине и Јахорине (извор: Голијанин Ј., 2010)

Накнадним дијеловањем ерозионо-денудационих процеса, уз периодично понављање ендодинамичких процеса, антиклиноријум Романија – Равна планина – Јахорина преформирао се до профила Требевић – Црепољско, гдје је почело тоњење, чиме је у простору антиклиноријума дошло до интензивирања денудационо-ерозионих процеса и стварања веома различитих морфолошких облика (Завод за инжењерску геологију, 1972).

²¹ Језгро антиклиноријума је изграђено од карбонско-пермских крупнозрних конгломерата, пјешчара, шкриљаца и кварцита преко којих леже доломити и кречњаци доњег тријаса.

5.1.2.2 Основне тектонске линије

Процеси карстификације тријаске кречњачке табле били су веома снажни, нарочито усљед ломљења табле, по правилу најприје приближно динарски, а затим попречно на динарски правац. Интензивирање тектонских покрета у млађим фазама развоја рељефа и пратећег, периодичног активног сеизмизма, довело је до посебног скока у рељефу и до још знатнијег дијеловања денудационо-ерозионих процеса. Разламањем југозападног дијела антиклинале Витез – Подвитез у овом простору су дијапиризмом утиснуте масе верфена између кречњачких маса тако да, уз оне које се у профилу нормално јављају, овој области дају специфичан морфолошки карактер. Примарни структурни односи мало су сачувани и имају изванредну хидрогеолошку функцију, међутим, секундарно задобијене морфогенетске форме условиле су даљу разноликост хидрогеолошке функције истих чланова из серије и на тај начин дезинтегрисале хидрогеолошке односе (Завод за инжењерску геологију, 1972).

Долине Бистрице и Црне ријеке имале су изразито снажну линеарну ерозију и јасно показују да је то посљедица примарних структура, а затим макротектонике (разломи вишег реда) која је условила њихово интензивирање (Завод за инжењерску геологију, 1972). То је дало садашње врло сложене морфолошке и структурне форме, а такође и различите хидрогеолошке односе са специфичним локалним одликама.

Издизање верфенских седимената у међупростору Јахорина – Равна планина, а затим на сјеверном ободу ове јединице, указује на одређену емерзију²² старог блока у овом простору, а потом и на тоњење у правцу сјеверозапада у депресију Сарајевског поља. Усљед тога, на овом простору није сигурно утврђено ни присуство горњотријаских седимената, а посебно млађих мезозојских творевина (Завод за инжењерску геологију, 1972). Тако је фаза теригене дезинтеграције у кречњачко-доломитској табли изразито карстна, за разлику од простора које изграђују творевине доњег тријаса и палеозоика, гдје се јављају денудационо-флувијални токови изражени дубоким и мање-више пространим долинама. За кречњачко-доломитске просторе карактеристична је интензивна карстификација до

²² У геологији појам емерзија се односи на издизање морскога дна изнад површине мора.

изолаторске подлоге, тако да они представљају изразите колекторске средине. Утврђено је да су кречњачке масе релативно танке у односу на широку подлогу верфена на којој леже.

5.2 АНАЛИЗА ГЕОМОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА

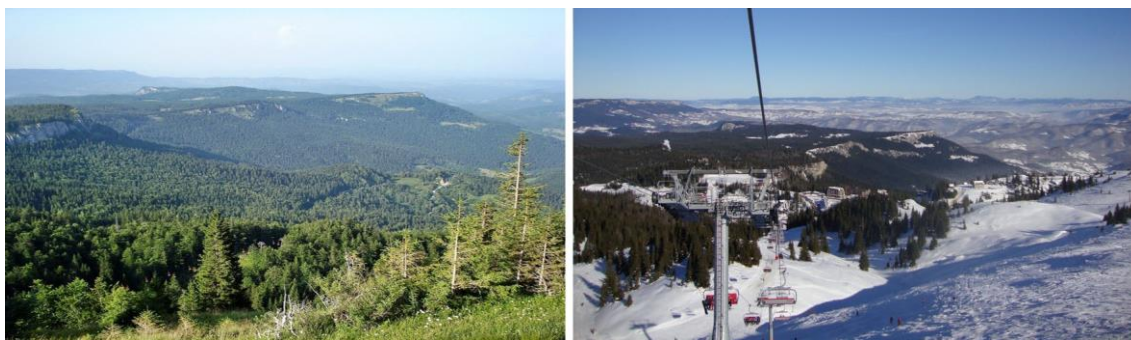
Рељеф је динамична појава, подложна сталним морфолошким промјенама. Резултат тих промјена зависи од интензитета процеса и времена његовог трајања. Рељеф изучаване цјелине у потпуности одражава разлике у петрографској грађи њених појединих дијелова, као и климатске, педолошке и остале природне услове. Присуство двају доминантних категорија стијена, битно различитих по отпорности на денудацију, условило је формирање различитих рељефних цјелина, како по морфографско-морфометријским карактеристикама, тако и по генези, односно по доминантном процесу који изграђује рељеф на њима. На контакту ових петрографских цјелина, усљед промјена њихових односа током морфолошке еволуције, развиле су се геоморфолошке цјелине са себи својственим карактеристикама и генезом.

5.2.1 Опште морфолошке карактеристике

Планински систем Јахорине (Равна планина), као саставни дио динарских планина и висоравни, заједно са припадајућим котлинама (Паљанска котлина), одликује се знатном разуђености рељефа чему је првенствено допринијела мозаичка геолошка грађа, а значајан утицај на обликовање рељефа имали су крашки и флувијални процеси. Данашњи изглед овог простора и особине рељефа, резултат су активног дијеловања ендегених и егзогених сила кроз геолошку прошлост. Геохронолошки посматрано, основне морфотектонске форме и облици на проучаваном простору, настали су у фази терцијарног убирања, макро и мезо морфолошке цјелине у току неотектонске активности кроз плеистоцен и квартар, а савремене форме настале су интензивним радом егзогених сила.

На формирање основних морфолошких особина проучаваног простора највећи утицај су имали врло динамични тектонски процеси. Њихова доминантна улога огледа се у изградњи облика који су представљали, а и данас представљају, основу

на којој се одвија рад свих накнадних геоморфолошких процеса. Уопштено посматрајући, промјене рељефа на неком простору настају под утицајем једног процеса или смјењивањем више процеса. У зависности од времена трајања, промјене рељефа могу бити изразито краткотрајне и видљиве током људског вијека (одрони, јаружања, клизишта и сл.) или пак дуготрајне и само геолошки мјерљиве. Процеси ерозија довели су до промјена у постојећем рељефу проучаваног подручја. Геоморфолошки агенси, од којих су доминантну улогу имали вода и температурна колебања (лед и мразно разоравање), својим механичким и хемијским дијеловањем модификовали су и још увијек модификују постојеће и изграђују нове облике рељефа. Током морфолошке еволуције рељефа овог простора, различити ерозивни процеси одвијали су се различитим интензитетом и били су у директној зависности од климатских, литолошких и хидролошких услова.



(а)

(б)

Слика 9 Јужне стране Равне планине љети (а) и зими (б), у позадини Романија и Госина (извор: Голијанин Ј., 2012)

Равна планина, у морфолошком смислу, представља заравњену површ са благим падом према сјеверу. Овај сјеверни огранак Јахорине облика је изврнутог, овалног и издуженог тањира, травнатог платоа и шумовитог обода, са највишим врхом Зеленом главицом (1640 m) – смјештеног на крајњем југозападном дијелу површи на граници са Голем Јахорином. Структурну форму добила је захваљујући радијалним покретима који су је одвојили од осталих дијелова планине, чинећи пространу висораван у облику степенице на спуштању према Паљанској котлини. Истакнутија узвишења на Равној планини су: Велики Јавор (1584 m), Мали Јавор (1589 m), Хладило (1539 m), Хум (1422 m), Голубињак (1426 m), Хоџа (1376 m) итд. Осим неколико узвишења, читавим платоом планине доминирају крашки феномени. На источној страни површи Равне планине налазе се крашке увале:

Станови, Сарачево и Дуго поље. Најзаступљеније су појединачне вртаче, групе и низови вртача, рјеђе увале и висеће долине. Због веома бујног вегетационог и педолошког покривача, шкрапе се ријетко запажају. Нижи дијелови сјеверних и источних падина разбијени су у већи број јаружастих и поточних долина. А обод планине са западне и дијелом јужне стране, карактеришу литице са стрним одсјецима. Управо на овом дијелу налази се и развође између сливова Босне (Миљацка) и Дрине (Прача). Међутим, простор Равне планине својим највећим дијелом припада сливном подручју Паљанске Миљацке и карактерише га изузетно шумско богатство.



(а) (б)
Слика 10 Паљанска котлина данас (а) и некада (б)
 (извор: Васић, Г., 2009 и архива из 1952)

Паљанска котлина је са свих страна окружена вијенцима средњовисоких планина динарског система. Смјештена је између планинских масива: Јахорине тј. Равне планине на југу, Госине на истоку, Романије на сјевероистоку, Озрена на сјеверу и Требевића на западу. Полигенетског поријекла, спуштена расједима у односу на околни простор, представља ерозивно проширење Паљанске Миљацке и њених притока. Ограничени дио котлине са околним падинама има дужину око 11.700 m и ширину око 6.100 m. Пружа се у смјеру исток-запад и једна је од мањих котлина у Босни и Херцеговини. Најнижи дијелови котлине смјештени су на западу, непосредно уз ток Паљанске Миљацке (750 m). Њене сјеверне стране су блажег нагиба у односу на јужне, на што је утицала геолошка грађа (сарајевски пјешчари) и густа хидрографска мрежа која интензивно убрзава процес снижавања терена, разарајући и односећи подлогу од кластита. На јужним и источним дијеловима котлине истиче се неколико узвишења грађених од геолошки отпорнијих материјала (дијабаза и кречњака). На јужном рубу котлине је извориште Паљанске

Миљацке која овдје има велики пад (107 m/km). Међутим, средњим дијелом ток Паљанске Миљацке протиче кроз дно котлине (на дужини од око 10 km) са особинама типичним за равничарске ријеке: малим падом (4,3 m/km) и повременим меандрирањем, али на излазу из котлине ријека усијеца клисуру у тријаским кречњацима гдје прима и своју највећу лијеву притоку – ријеку Бистрицу. Пошто се највећим дијелом наслања на простор Равне планине, детаљне геоморфолошке карактеристике Паљанске котлине анализирати ће се заједно са рељефом Равне планине.

5.2.2 Морфометријске карактеристике

Под квантитативном геоморфолошком анализом подразумијева се исказивање морфолошких процеса, облика и рељефа уопште помоћу бројчаних параметара, при чему је важно нагласити да је њихов број практично неограничен (Марковић, М. и др., 2003). Примарна карактеристика овакве анализе је да су њени подаци димензионирани и да су, захваљујући томе, провјерљиви и вишеструко примјенљиви у пракси. Резултати квантитативних анализа рељефа презентовани су у виду већег броја геоморфолошких карата.

Као посљедица доминантног утицаја ендегених процеса (борање, расједање), који су у знатној мјери усмјерили дијеловање егзогено-геоморфолошких процеса (корозија, падински и флувијални процеси), рељеф проучаваног простора задобио је специфичне морфометријске карактеристике. Главне морфометријске одлике рељефа Равне планине и Паљанске котлине (хипсометријске карактеристике, вертикална рашчлањеност („енергија“) рељефа, углови нагиба рељефа и експозиција рељефа), анализирани су на основу метода квантитативне геоморфолошке анализе, картографских и математичко-статистичких метода уз помоћ софтверског пакета ArcGIS Desktop 10.1. Резултати анализе омогућили су увид у хипсометријске односе и дефиницију орографске структуре проучаваног рељефа као и увид у распоред површина различитих категорија вертикалне рашчлањености, нагиба, хипсометрије и експозиције, чија је диференцијација извршена према критеријумима стабилности и равнотеже терена. Наведени поступци омогућили су накнадно изражавање и диференцирање површина прикладних, односно мање прикладних за конкретну валоризацију, тј. евалуацију.

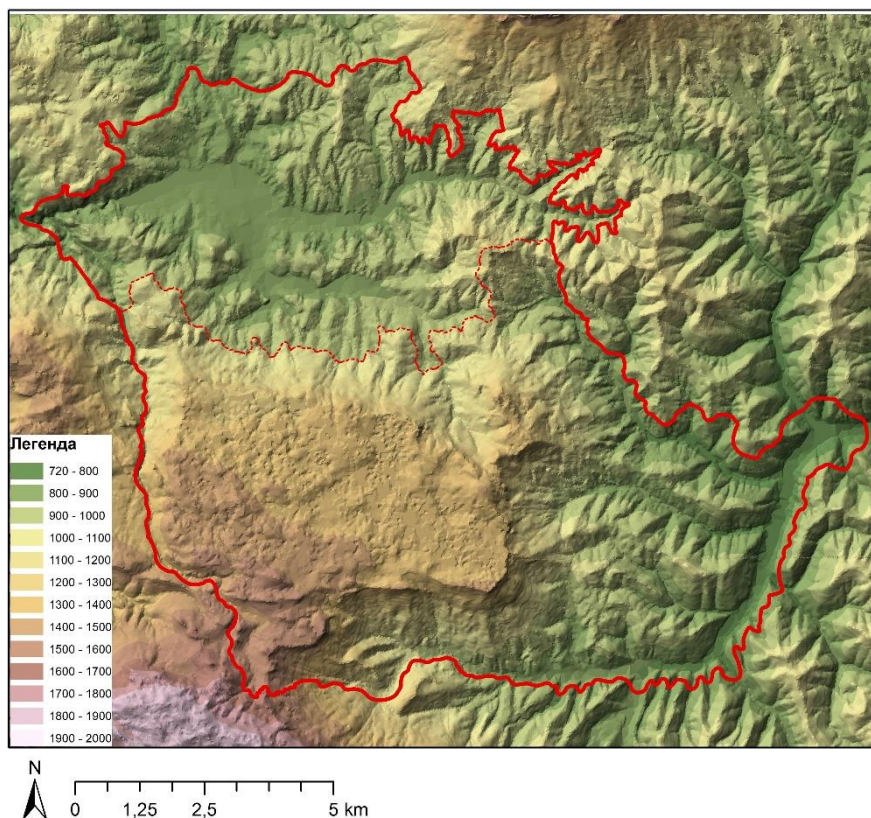
Наведени квантитативни параметри рељефа израз су морфоструктурних и морфогенетских одлика рељефа које су динамичког карактера и имају приличан значај као индикатори облика и рецентних процеса који се одвијају у рељефу. Синтезни карактер морфометријске анализе повећава њену примјењивост у пракси, и то у првом реду за свакодневне и дугорочне потребе чији је задатак идентификација простора повољног са становишта равнотеже и стабилности (пољопривреда, водопривреда, инфраструктура, грађевинарство, урбанизам, туризам, просторно планирање итд.)

5.2.2.1 Хипсометријске карактеристике рељефа

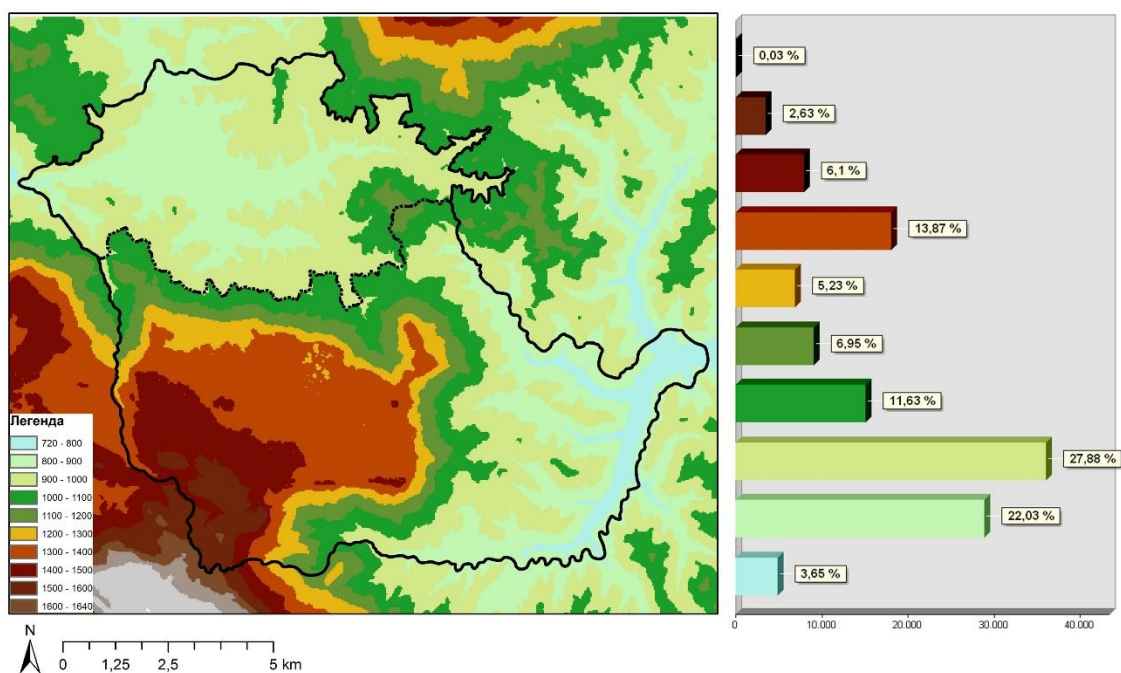
Анализа хипсометријских карактеристика рељефа базирана на ГИС методама односи се у првом реду на анализу дигиталног модела терена. Да би се добила представа о морфометријским карактеристикама терена, урађена је хипсометријска карта (Карта 6). Дигитални модел проучаваног простора, на основу којег је урађена ова карта, генерисан је на основу ТИН²³ мреже јер, за разлику од правилне мреже (грид), ТИН омогућава визуелно квалитетнији приказ терена и често се употребљава за приказ висина или других непрестано промјењивих вриједности.

Међутим, дигитални модел проучаваног простора на основу којег је извршена детаљна анализа надморских висина и изведене њихове процентуалне вриједности, генерисан је на основу грид система, тј. дефинисане мреже јединичних поља (30×30 m) и скупа познатих вањских тачака терена (XYZ фајл). Хипсометријска карта рељефа Равне планине и Паљанске котлине, урађена на овакав начин, чини основу накнадних геоморфолошких истраживања и даје јасну представу о висинским карактеристикама терена који је анализиран (Карта 7). У зависности од висине терена намећу се могућности његовог планирања и правилног коришћења.

²³ ТИН – енг. Triangulated Irregular Networks (TIN) у преводу: триангулиране неправилне мреже



Карта 6 Хипсометријска карта рељефа Равне планине и Паљанске котлине (ТИН модел)



Карта 7 Хипсометријска карта рељефа Равне планине и Паљанске котлине (грид модел)

Анализом хипсометријске карте рељефа Равне планине и Паљанске котлине утврђено је да рељеф истраживаног простора има доминантно планинске одлике, са најнижом тачком на 720 m, и највишом на 1640 m. Издвојено је 10 висинских

појасева који јасно оцртавају рељефну пластику истраживаног простора. Терени надморских висина од 800 – 1000 m су најзаступљенији на изучаваном простору (49,91%). Изузетак томе чине ниже равни око ријечних токова (висине испод 800 m) које учествују са удјелом од 3,65%, те издвојени врхови (висина преко 1400 m) са удјелом од 8,76%. Генерално посматрано, рељеф висина до 1000 m учествује са највећим удјелом (53,56% – нископланински рељеф), док виши терени, од 1000 m до 1640 m надморске висине, обухватају нешто мањи дио анализираног простора. Средњопланински рељеф, висина од 1000 m до 1500 m заузима 43,78%, док терени средњопланинског рељефа преко 1500 m надморске висине захватају 2,66% територије (Табела 6).

Табела 6 Вриједности хипсометријских категорија рељефа проучаваног простора

Бр.	Надморска висина (m)	Површина (km ²)	Удио у укупној површини (%)	Категорија рељефа (%)
1.	720 – 800	4,2579	3,65	нископланински рељеф (53,56%)
2.	800 – 900	25,7013	22,03	
3.	900 – 1000	32,5206	27,88	
4.	1000 – 1100	13,5675	11,63	средњопланински рељеф (43,78%)
5.	1100 – 1200	8,1081	6,95	
6.	1200 – 1300	6,1002	5,23	
7.	1300 – 1400	16,1811	13,87	
8.	1400 – 1500	7,1181	6,10	средњопланински рељеф (2,66%)
9.	1500 – 1600	3,0627	2,63	
10.	1600 – 1640	0,0396	0,03	
Укупно		116,6571	100	100%

На југозападном дијелу подручја Равне планине, просторни распоред висинских зона упућује на јаче изражену асиметрију. На сјеверном и источном дијелу уочавају се нижа подручја, обликована у удолини – синклинали, док су околни виши дијелови Равне планине представљени узвишењем – антиклиналом. Висинске разлике између врхова и пресједлина Равне планине релативно су мале.

Рељефно најмаркантнија цјелина представљена је заравњеном висијом Равне планине уочљиво избушеном бројним вртачама. Издужена је у правцу исток – запад и са благим падом од југа ка сјеверу. Највиши врхови налазе се непосредно уз југозападни руб површи ка висоравни Голе Јахорине. Највиши, југозападни дио површи има средње надморске висине преко 1500 m и висине врхова од 1552 m до 1640 m. Ка сјеверу и сјевероистоку средње висине опадају и у највећем дијелу површи износе 1300 – 1400 m, са надморском висином појединих врхова у распону

од 1328 до 1422 m. Рубна подручја платоа Равне планине омеђавају водотоци који знатно дисецирају рељеф.

Паљанска котлина, са друге стране, представљена је депресијом са неколико мањих узвишења на истоку и југу. Издужена је правцем исток-запад и чини ерозивно проширење тока Паљанске Миљацке. Лучно скретање Паљанске Миљацке из правца сјевера према западу око узвишења В. Коран (1013 m) указује на његову неотектонску активност. Котлинско дно је заравњено, али на рубним падинама истичу се нешто виши терени избраздани радом сталних и повремених токова.

5.2.2.2 Вертикална рашчлањеност рељефа

Вертикална рашчлањеност је нумерички параметар рељефа и одређена је висинском разликом највише и најниже тачке унутар јединичне површине терена. Као израз морфоструктурних и морфогенетских особина рељефа динамичког карактера, значајан је квантитативни индикатор геоморфолошких особина и процеса који се одвијају у рељефу. Резултати анализе вертикалне рашчлањености рељефа Равне планине и Паљанске котлине омогућују увид у распоред, односе и величину површине појединих категорија ове морфометријске одлике рељефа. Корелацијом са осталим морфометријским показатељима (нпр. нагиби), могуће је с већом поузданошћу лоцирати површине веће или мање искористивости за практичне потребе, што ће бити примијењено накнадно у процесу геоеколошке евалуације.

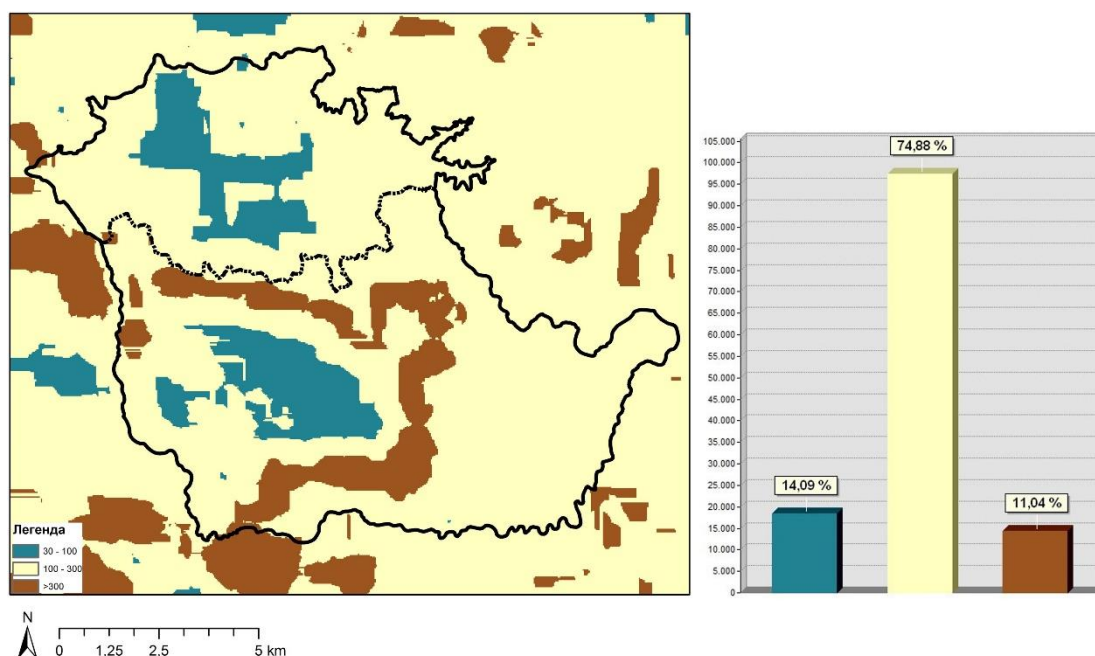
Да би се одредио показатељ интензитета развоја егзогених процеса, приступило се изради карте вертикалне рашчлањености рељефа. У том смислу, израчуната је апсолутна вертикална рашчлањеност рељефа – висинска разлика између највише и најниже тачке (Δh) унутар проучаване јединичне површине (1 km^2), на основу референтног нивоа, који за проучавани простор износи 720 m. Вриједности релативних висинских односа добијене су на основу анализе дигиталног модела терена Равне планине и Паљанске котлине и приказане су на Карта 8. Измјерене вриједности представљају висинске разлике између ћелија грида унутар површине од 1 km^2 , исказане у метрима. У складу са интензитетом тектонских покрета и дијеловања различитих геоморфолошких процеса, вертикална рашчлањеност

рељефа обиљежена је одговарајућом динамиком. Сходно томе она показује значајне разлике по појединим рељефним цјелинама, али и унутар њих самих.

Табела 7 Вриједности појединих категорија вертикалне рашчлањености рељефа проучаваног простора

Бр.	Вертикална рашч. (m/km ²)	Површина (km ²)	Удио у укупној површини (%)	Категорије вертикалне рашчлањености рељефа ²⁴
1.	0 – 5	0	0	заравњен рељеф
2.	5 – 30	0	0	слабо рашчлањене равнице
3.	30 – 100	16,43241	14,09	слабо рашчлањен рељеф
4.	100 – 300	87,35151	74,88	умјерено рашчлањен рељеф
5.	300 – 800	12,87318	11,04	изразито рашчлањен рељеф
6.	> 800	0	0	врло изразито рашчлањен рељеф
Укупно		116,6571	100	-

Извори: Богнар А., 1992; Лозић С., 1995



Карта 8 Карта вертикалне рашчлањености рељефа Равне планине и Паљанске котлине

Од могућих шест категорија на проучаваном простору заступљене су три категорије вертикалне рашчлањености рељефа. Нису заступљене прве двије категорије мале рашчлањености, тј. заравњен рељеф и слабо рашчлањене равнице,

²⁴ Према Богнар, А., 1992, категорије апсолутне вертикалне рашчлањености рељефа су: 1. заравњен рељеф (низије: акумулационе флувијалне низије, дијелови већих котлина и завала унутар планинског подручја, дијелови заравни у кршу, долиנסке равни водотока); 2. слабо рашчлањене равнице (лесне заравни, дисециране ријечне терасе, нижи дијелови предпланинских степеница); 3. слабо рашчлањен рељеф (побрђа, виши дијелови предпланинских степеница); 4. умјерено рашчлањен (виши дијелови предпланинских степеница и нижих планина); 5. изразито рашчлањен (средњопланинска и високопланинска подручја) и 6. врло изразито рашчлањен рељеф.

као ни шеста категорија (врло изразито рашчлањен рељеф). Са друге стране, процентуално најзаступљенију категорију на проучаваном простору чини рељеф умјерене рашчлањености који учествује са удјелом од 74,88%. Овако рашчлањен рељеф претежно је заступљен на дијеловима гдје у геолошкој грађи доминирају кластити, али и на дијелу површи.

Изразито рашчлањен рељеф ($>300 \text{ m/km}^2$) доминира уз сјеверозападни, сјеверни, источни и југоисточни обод платоа Равне планине. Присутан је са удјелом од 11,04% од укупне површине проучаваног простора. Наспрам наведеног, рељеф нижих вриједности апсолутне вертикалне рашчлањености рељефа у највећем обиму је заступљен на централним дијеловима површи Равне планине као и дуж дијела тока Паљанске Миљацке и њених притока. На наведеним подручјима доминира рељеф мале вертикалне рашчлањености.

Најниже категорије вертикалне рашчлањености рељефа на проучаваном простору припадају трећој категорији (слабо рашчлањен рељеф $30\text{-}100 \text{ m/km}^2$). Заступљене су на дну Паљанске котлине, као и на централном и западном дијелу површи Равне планине (14,09%). Категорије слабо рашчлањеног рељефа добрим дијелом су заступљене на кречњачким теренима (централни и западни дио Равне планине), док терене на којима доминирају кластити карактерише већа вертикална рашчлањеност рељефа. Овакав прелаз условљен је и распоредом расједних структура на овом подручју.

5.2.2.3 Нагиб рељефа

Иако постоји већи број алгоритама за одређивање нагиба рељефа, већина их је базирана на рачунању првог извода вриједности унутар квадрата 3×3 , што је примијењено и у овом раду.²⁵ Разлике се махом односе на број ћелија по одређеним смјеровима, укључених у прорачун. Да би се одредио ерозивни потенцијал неког простора, веома је важно урадити карту углова нагиба терена. Методологија припреме података позната је од раније (Марковић, М., 1983), а њена израда олакшана помоћу софтверског пакета ArcGIS Desktop 10.1.

²⁵ Рачунање нагиба рељефа на основу висинских података дигиталног модела терена, дефинисано је максималном промјеном вриједности висина између средишње ћелије и окружујућих сусједних ћелија.

Анализом вриједности углова нагиба рељефа проучаваног простора, издвојено је шест категорија. Просторни распоред и заступљеност појединих категорија јасно обиљежавају поједине рељефне цјелине (Карта 9). На простору Равне планине и Паљанске котлине нагиби су заступљени са свих шест основних категорија рељефа: 0-2°, 2-5°, 5-12°, 12-32°, 32-55° и више од 55°. Примјетно је да процентуално учешће нагиба пропорцијално расте до категорије 12-32°, након чега нагло опада. Нагиби проучаваног терена у великој мјери одражавају морфоструктурне особине рељефа. Највећи дио терена карактеришу нагиби четврте категорије (вриједности од 12° до 32°), међутим уочавају се и одређене разлике.

Табела 8 Вриједности појединих категорија углова нагиба рељефа проучаваног простора

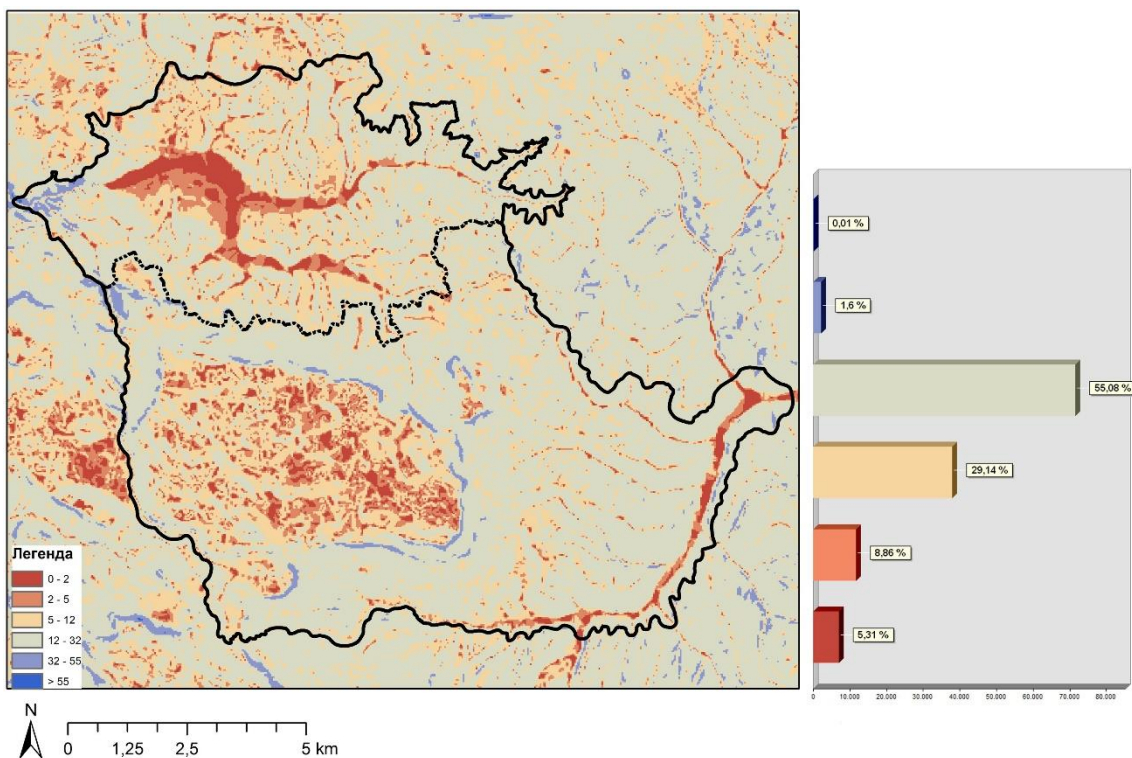
Бр.	Угао нагиба (°)	Површина (km ²)	Удио у укупној површини (%)	Категорија нагиба рељефа
1.	0-2	6,2001	5,31	заравњен терен
2.	2-5	10,3311	8,86	благо нагнут терен
3.	5-12	33,993	29,14	нагнут терен
4.	12-32	64,2546	55,08	знатно нагнут терен
5.	32-55	1,8702	1,6	веома стрме падине
6.	>55	0,0081	0,01	лителице
Укупно		116,6571	100	-

Извор: Богнар А., 1990

У појединачном прегледу удјела појединих категорија нагиба рељефа на цјелокупном проучаваном простору, утврђено је да су најраспрострањенији терени знатно нагнутог рељефа, са углом нагиба од 12-32° (55,08% територије). Заравњени терени и терени блаже нагнутог рељефа (0-5°) заступљени су са удјелом од 14,17%, док на изразитије нагнуте терене (5-12°) отпада 29,14% територије проучаваног простора. Процентуално најмањи удио отпада на терене са веома нагнути рељефом (веома стрме падине и лителице) који обухватају 1,61% територије проучаваног простора.

Највише вриједности нагиби достижу на рубним подручјима висоравни Равне планине, уз ток Бистрице на западу и на крајњем западном дијелу Паљанске котлине. Нарочито су изражени нагиби на мјестима контакта кречњачких и кластичних творевина (32-55° и преко 55°), и структурним склопом предиспонираним падинама (12-32° и 32-55°). У највећој мјери, релативно велики износ нагиба падина заступљен је у области флувио-денудационе рашчлањене кластичне зоне, нарочито на источном и југоисточном дијелу Равне планине и рубним дијеловима Паљанске котлине (12-32°).

Паљанску котлину и дијелове око тока Праче и њених притока карактеришу нагиби мањи од 2° , те нагиби чије се вриједности крећу од $2-5^\circ$. Износи овако малих вриједности нагиба заступљени су и на теренима централног платоа Равне планине, те локалитетима Дворишта на западу и Подови на сјевероистоку.

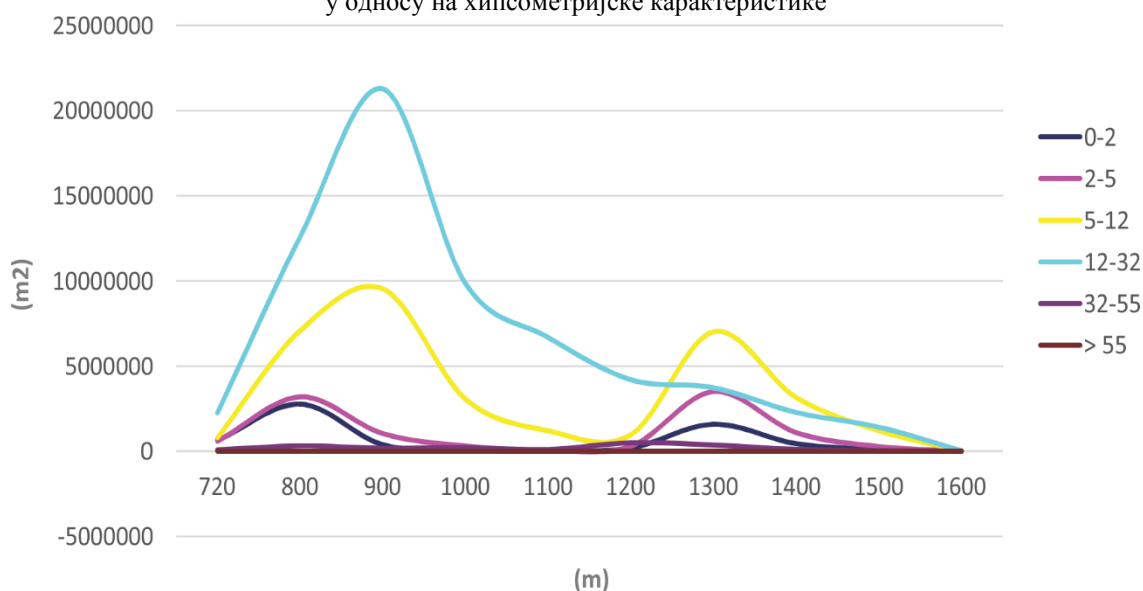


Карта 9 Карта нагиба рељефа Равне планине и Паљанске котлине

Централни и западни дио Равне планине благо је нагнут у правцу сјевероистока. Најниже вриједности нагиба везане су за дна крашких увала. Овако релативно заравњен терен испресијецан је појединим мањим површинама са нешто већим износом нагиба њихових страна. Ободни дијелови површи Равне планине представљени су изразито стрмим теренима са износима нагиба $12-32^\circ$ и $32-55^\circ$. Само на појединим мањим дијеловима заступљени су изузетно стрми терени са нагибима вриједности преко 55° (одсјечи: Хладило, Дубовик, Ждријела и сл.). На ободним, нижим подручјима, највећи нагиби рељефа присутни су у клисурастим дијеловима токова Паљанске Миљацке и Бистрице, у близини њиховог спајања на сјеверозападном дијелу проучаваног простора. Од осталих категорија доминирају нагиби вриједности од 12° до 32° , нарочито на сјевероисточним и источним дијеловима проучаваног простора.

Већу заступљеност знатно нагнутог терена (нагиб падина четврте категорије од 12° до 32°) на простору Равне планине и Паљанске котлине, могуће је објаснити већим бројем и дужином бујичних токова који се дубоко усијецају у кластичне седименте у подлози. Тако се и на картографском приказу јасно уочавају стрмије падине флувио-деразијских долина нагиба 12° - 32° чији је правац пружања, на појединим дијеловима истраживаног простора, окомит на доминантни правац пружања рељефних облика (С-СЗ – Ј-ЈИ). Такође, уочавају се и дна ширих деразијских долина, чији су нагиби у категоријама мањим од 5° .

График 1 Дистрибуција појединих категорија нагиба рељефа Равне планине и Паљанске котлине у односу на хипсометријске карактеристике



Дистрибуција категорија нагиба рељефа Равне планине и Паљанске котлине у односу на хипсометрију (График 1) указује на специфичности основних рељефних цјелина изучаваног простора. Тако се најниже категорије нагиба падина везују за хипсометријске категорије до 900 m надморске висине (заравни Паљанске котлине и Подграба), те се поново појављују на висинама изнад 1200 m као фрагменти заравњених дијелова површи Равне планине. Супротно висинској дистрибуцији најнижих категорија нагиба падина, највећа дистрибуција стрмих падина везана је за хипсометријски распон од 1150 до 1400 m и односи се на падине рубних подручја платоа Равне планине. Ипак, несумњиво је примјетна доминација падина са износима нагиба од 12° - 32° , које свој максимум достижу на висинама од 900 m

(простор око горњег тока Праче), а идући даље са висином нагиби падина ове категорије постепено опадају.

Детаљно проведена анализа нагиба рељефа Равне планине и Паљанске котлине неопходна је при геоеколошком вредновању природних потенцијала. Наиме, нагиби рељефа непосредно (при евалуацији рељефа) и посредно (нпр. при евалуацији шума) утичу на геоеколошку вриједност одређеног простора и као такви представљају један од важнијих критеријума вредновања.

5.2.2.4 Експозиција рељефа

Експозиција рељефа, у смјеру највећег нагиба, представља оријентацију падине у односу на стране свијета. При томе се угао одређује најчешће од правца сјевера у смјеру казаљке на сату. Значај експозиције за интензитет рецентних геоморфолошких процеса посебно се огледа у модификацији утицаја зрачења Сунца на амплитуде температуре ваздуха и земљишта, механичко разоравање стијенске масе, дужину вегетационог периода, те неједнаку изложеност падина смјеру кишоносних вјетрова и сл. Максималне разлике утицаја експозиције рељефа на споменуте појаве уочавају се у наспрамним експозицијама смјером меридијанског пружања, тзв. осојним и присојним странама падина. Експозиција модификује значај висине Сунца изнад хоризонта, тако што присојне стране омогућавају повећање упадног угла његових зрака, а осојне његово смањивање. Присојне падине обиљежава већа инсолација што се одражава кроз веће загријавање у односу на осојну падину, веће температурне амплитуде у дневном ходу као и краће задржавање сњечног покривача. Анализа експозиције рељефа у склопу морфометријских карактеристика Равне планине и Паљанске котлине проведена је на основу карте експозиције рељефа (Карта 10).

На географским ширинама којима припада проучавани простор, највећу количину топлоте прима рељеф чије су падине јужно експонирани, гдје се јавља највеће загријавање топографске површине али и највеће амплитуде. То је условљено чињеницом да су ове експозиције у прољећним и јесењим данима обасјане великим упадним углом сунчевих зрака, а на основу проведених мјерења установљено је да се и током зимског периода стјеновите површине јужне експозиције у подневним часовима могу загријати до 50°C, а у исто вријеме

сјеверне падине имати температуру око 0°C (Шибалић, Д., 1986, Драгићевић, С., 2007).

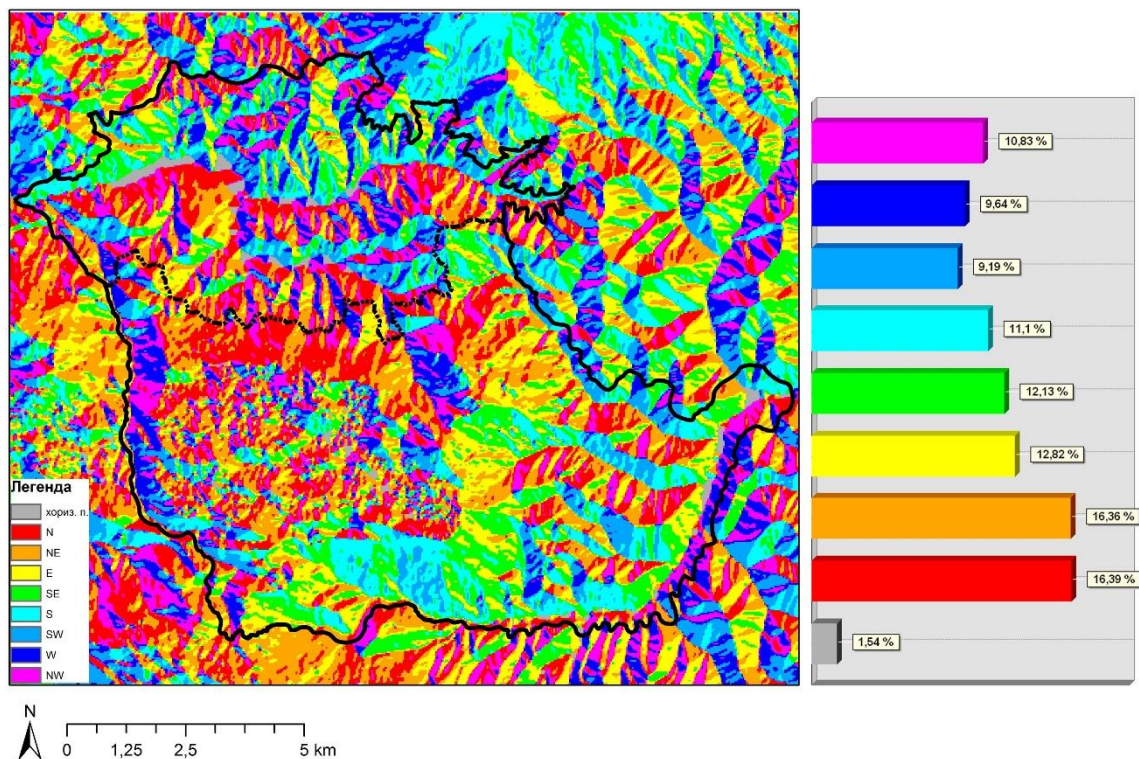
Табела 9 Вриједности категорија експозиције рељефа проучаваног простора

Бр.	Угао експозиције (°)	Површина (km ²)	Удио у укупној површини (%)	Категорија експозиције рељефа
1.	хоризонталне површине (-0.5-0)	1,7991	1,54	без изражене експозиције
2.	N (0-22,5 и 337,5-359,5)	19,1241	16,39	сјеверне експозиције
3.	NE (22,5-67,5)	19,0818	16,36	сјевероисточне експозиције
4.	E (67,5-112,5)	14,9535	12,82	источне експозиције
5.	SE (112,5-157,5)	14,148	12,13	југоисточне експозиције
6.	S (157,5-202,5)	12,9546	11,1	јужне експозиције
7.	SW (202,5-247,5)	10,7199	9,19	југозападне експозиције
8.	W (247,5-292,5)	11,2464	9,64	западне експозиције
9.	NW (292,5-337,5)	12,6297	10,83	сјеверозападне експозиције
Укупно		116,6571	100	-

Са друге стране, падине сјеверне експозиције великог угла нагиба и приближно исте надморске висине могу љети (у вријеме највишег положаја Сунца), имати нижу температуру од јужних за више од 20°C (Пензер, И., Пензер, Б., 1989). Такође, истраживања су показала да су западне експозиције топлије од источних, што зависи од периода дневног осунчавања. Источне експозиције изложене су директном сунчевом зрачењу у пријеподневним часовима када се највећи дио топлотне енергије троши на испаравање влаге са топографске површине, док су падине западне експозиције обасјане сунчевим зрацима у послеподневним часовима, када је (услед повећања температуре) већ испарио највећи дио влаге из земљишта. У периоду њихове експонираности сунчевим зрацима топлотна енергија се директно троши на загријавање топографске површине, а самим тим и ваздуха, што утиче на низ узајамно повезаних појава и процеса (температура земљишта и ваздуха и на тој основи и температурно разоравање стијена). Такође, установљено је да се јавља већа влажност на сјеверним експозицијама него на јужним, што утиче на изражену пошумљеност и дебљину педолошког покривача, али и на густину ријечне мреже (интензитет денудације је мањи него на јужним падинама) (Драгићевић, С., 2007).

Ради лакшег сагледавања експозиције рељефа Равне планине и Паљанске котлине урађена је карта експозиција рељефа. Карта приказује просторни распоред и удио свих осам категорија експозиција заједно са категоријом која издваја

хоризонталне површине, тј. дијелове терена без изражене оријентације ка странама свијета (Табела 9).



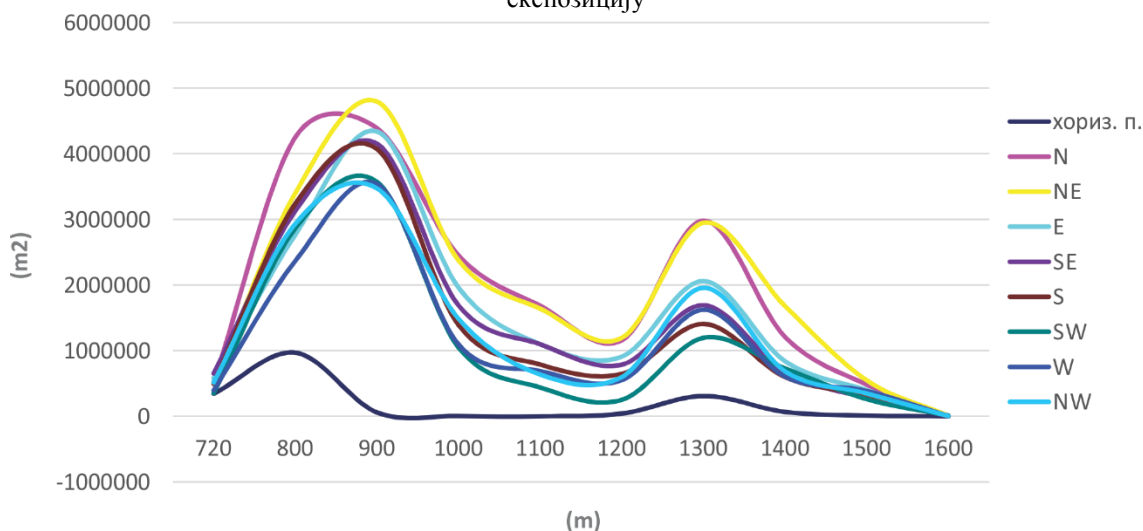
Карта 10 Карта експозиција рељефа Равне планине и Паљанске котлине

На проучаваном простору доминирају сјевероисточно и сјеверно оријентисане падине на које отпада трећина површина свих падина (32,75%). У нешто мањем обиму су заступљене источно (12,82%), југоисточно (12,13%) и јужно (11,1%) оријентисане падине, док су падине у најмањем проценту оријентисане ка југозападу (9,19%), западу (9,64%) и сјеверозападу (10,83%). На проучаваном простору јављају се и хоризонталне површине које су заступљене са удјелом од 1,54%. Падине су знатно мање оријентисане ка јужним и западним странама (око 41%), а у већем проценту ка сјеверним и источним странама (око 57%) које се сматрају за хладније.

Уколико се посматра однос експозиције падина и хипсометрије рељефа (График 2), јасно се уочава доминација експозиције падина на два хипсометријска нивоа (900-1000 m и 1300-1400 m) која су процентуално и највише заступљена на проучаваном простору. Ипак, уочљиво је да на њима доминирају падине сјевероисточног и сјеверног смјера пружања, док су најмање заступљене падине наспрамног – југозападног смјера пружања. У извјесној мјери присутне су

заравњене површине, нарочито у котлинским проширењима Праче и Паљанске Миљацке и на самој површи Равне планине, на којој су, услед мале асиметрије и благе заталасаности терена заступљене и све остале вриједности експозиције падина. На највишим дијеловима висоравни (преко 1400 m), које су представљене малим површинама, распоред експозиције падина је једнолик, без доминантног смјера. На југоисточном дијелу истраживаног простора (лијева страна тока Праче) падине су оријентисане у смјеру сјевер – сјевероисток и југ – југозапад, а идући више ка западу (према Равној планини), доминира оријентација падина у смјеру исток – југоисток.

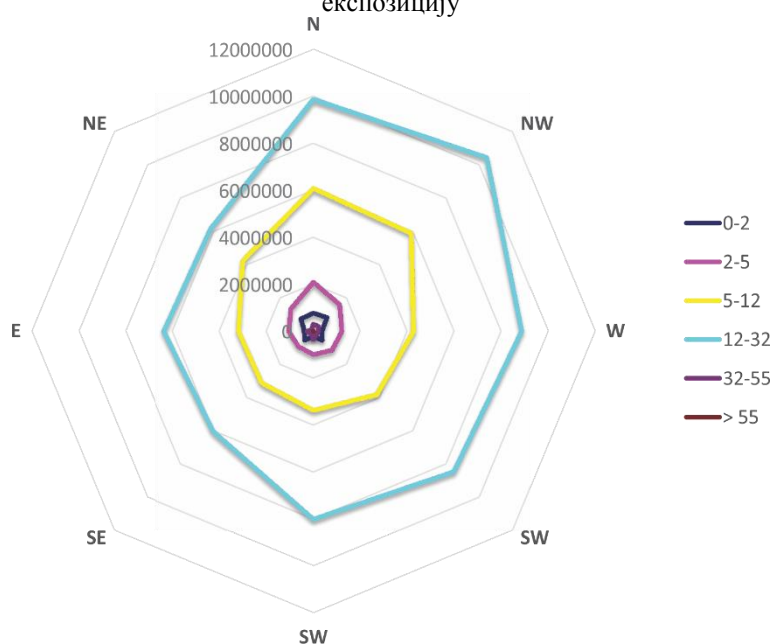
График 2 Дистрибуција хипсометрије рељефа Равне планине и Паљанске котлине у односу на експозицију



Дистрибуција нагиба рељефа проучаваног простора у односу на експозицију (График 3) обиљежава јасна оријентација знатно нагнутих падина, које доминирају ка експозицијама С-СИ-И. Оваква оријентација падина заступљена је дјелимично и због динарског правца пружања сјеверозападног дијела Равне планине (СЗ-ЈИ). Са те стране доминантне сјевероисточно оријентисане падине заузимају окомит смјер у односу на динарски, док то са југозападно оријентисаним падинама није случај. На овакву ситуацију удјела је имала активна тектоника и пресијецање орографске структуре Равне планине на југоистоку у долини тока Праче, услед чега је ова орографска јединица задобила правац пружања запад – исток а падине овог дијела планине су задобиле експозиције сјевер – сјевероисток и југ – југозапад.

Преовлађују падине сјеверне и источне експозиције и то скоро на свим категоријама нагиба рељефа. Кривуље нижих нагиба падина, такође, показују доминантан смјер сјеверно оријентисаних падина. Категорија падина нагиба мањих од 2° има прилично равномјеран оцрт у дијаграму дистрибуције експозиције, односно уједначену заступљеност свих разреда експозиција. Експозиција падина нагиба преко 32° везана је искључиво за Ј, ЈЗ и СИ експозиције, док дистрибуција разреда нагиба падина од 12-32° доминира и показује оријентисаност падина дјелимично окомиту на динарски правац пружања. Такође, примјетна је нешто већа заступљеност сјевероисточних падина у односу на југозападну експозицију, што је највјероватније последица асиметричности рељефне структуре Равне планине која доминира истраживаним простором.

График 3 Дистрибуција нагиба рељефа Равне планине и Паљанске котлине у односу на експозицију

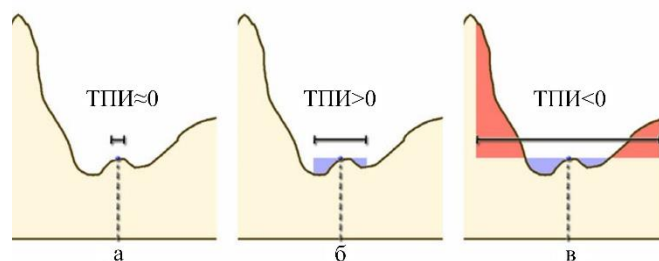


5.2.3 Морфографске карактеристике рељефа

Анализа терена, са становишта издвајања морфографских категорија рељефа, спада у групу значајних и често коришћених метода геоморфолошке анализе. За ту намјену користи се већи број различитих метода. Током 1960-их и раних 1970-их година прошлог вијека, генерална доступност рачунара омогућује сложеније, статистички засноване методе за идентификацију морфографских облика рељефа

(Chorley, R.J., 1972; Evans, I.S., 1972). У новије вријеме, највише захваљујући напретку у компјутерској технологији, повећању снаге процесора, развоју нових просторних аналитичких метода и већој доступности дигиталних висинских података, у употреби су методе које потенцирају развој компјутерских алгоритама за рачунање (издвајање) различитих морфографских својства рељефа. Морфометријске технике коришћене у раду базирају се на мјерењу и математичком моделирању проучаваног простора на основу чега је добијен објективнији и квантитативан приказ морфографских одлика рељефа. Ови параметри су израчунати на основу ДЕМ-а.

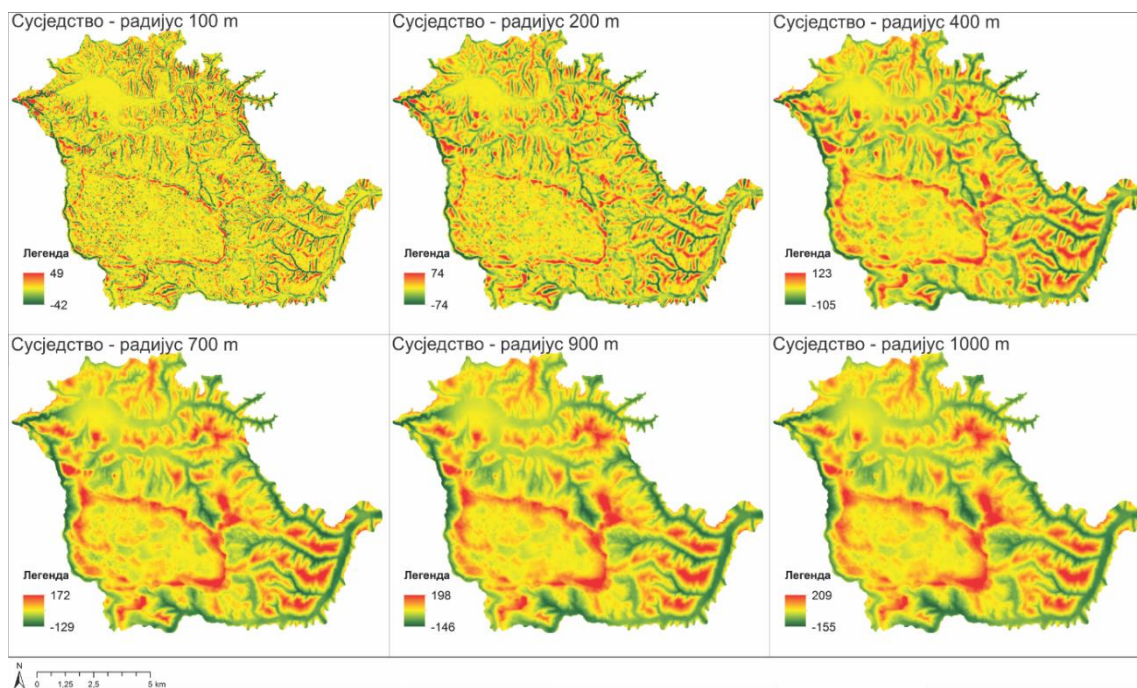
Издвајање морфографских категорија рељефа на проучаваном простору урађено је примјеном метода топографског позиционог индекса – ТПИ (Topographic Position Index TPI), који је детаљно развијен 2001. године од стране Ендрју Вејса (Weiss, A.D., 2001), а накнадно, 2006. године, метод је допуњен у виду рачунарске екстензије за ArcGIS од стране Џефа Џенеса (Jenness, J., 2006). ТПИ вриједности пружају једноставно и моћно средство за класификацију простора у различите морфографске класе. Поједностављено говорећи, топографски позициони индекс (ТПИ) представља разлику између надморске висине (коте) ћелије (пиксела) и просјечне надморске висине ћелија у сусједству. Позитивне вриједности индекса указују на то да је ћелија виша у односу на сусједне ћелије, а негативне вриједности указују да је ћелија нижа од ћелија у сусједству. ТПИ вриједности близу нуле могу указивати на равну површину или на средњи нагиб терена, при чему се вриједност нагиба терена може користити за сврставање у једну од ове двије категорије (Скица 2).



Скица 2 Три скале (а, б, в) вриједности ТПИ

Величина и облик сусједства од кључног су значаја за анализу и потребно је да буду у размјери са величином рељефног облика који се анализира. При

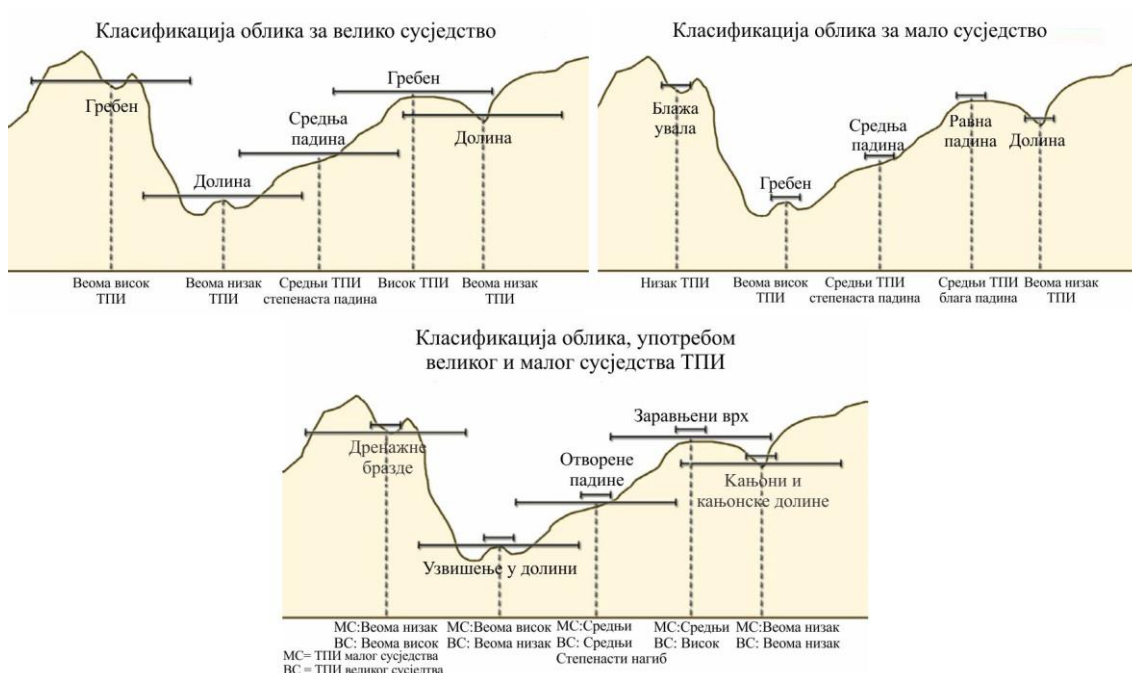
класификацији веома малих облика, као што су мали водотоци или дренажа, коришћена су мала кружна сусједства, док су за идентификацију већих кањона и планинских дијелова коришћена велика кружна сусједства. Избор величине „исправног“ сусједства је, генерално узевши, итеративни (понављани) процес у коме се испробава неколико опција прије него се одаберу најкорисније величине. У склопу овог поглавља, за потребе издвајања морфографских параметара рељефа, приказане су ТПИ мреже (грид) генерисане за сусједства од 100, 200, 400, 700, 900 и 1000 m (Скица 3).



Скица 3 ТПИ мреже (грид) проучаваног простора генерисане за 6 различитих величина сусједства

Међутим, вриједности ТПИ израчунате на основу двије величине сусједства пружају више информација о општем облику рељефа него вриједности ТПИ добијене на основу прорачуна из само једног сусједства. Из тог разлога, сложенији рељефни облици могу се препознати комбиновањем ТПИ грида добијених у различитим размјерама (радијусима сусједства). Примјера ради: тачка на пејзажу са негативном вриједношћу ТПИ у малом сусједству и позитивном вриједношћу ТПИ у великом сусједству вјероватно представља малу долину на већем врху узвишења (брда). Такав облик се са разлогом може сврстати у категорију брдског дренарања терена преко форме која је у Вејсовом методу издвојена као категорија горњи токови, бразде и потоци. Насупрот томе, тачка са позитивном вриједношћу

ТПИ у малом сусједству и негативним ТПИ у великом сусједству представља мало брдо или гребен у већој долини или на заравни (Tagil, S., Jenness, J., 2008).



Скица 4 Принцип класификације облика комбинавањем ТПИ за различите величине сусједства (извор: Jenness, J., 2006)

За класификовање рељефних облика на проучаваном простору коришћени су ТПИ гридови са радијусом сусједства од 100 m и 1000 m, у комбинацији са гридом нагиба терена, а према критеријумима предложеним од стране Вејса (Weiss, A.D., 2001) (Табела 10). Дакле, од 6 понуђених категорија (Скица 3), најбоље резултате за издвајање морфографских атрибута на проучаваном простору, дале су категорије финог радијуса сусједства од 100 m и грубог радијуса сусједства од 1000 m.

Високе и ниске вриједности ТПИ издвојиле су се постављањем границе од ± 1 стандардне девијације (σ). У случајевима када су вриједности ТПИ из обје величине сусједства између -1 и 1, форме мале равнице и подручја средњих нагиба терена одређивани су коришћењем граничне вриједности нагиба од 6° (Табела 10). На основу метода топографског позиционог индекса – ТПИ, на проучаваном простору издвојено је свих десет морфографских категорија, међутим, са скоро незнатним процентом заступљене су мање морфографске форме које су окарактерисане као конвексне долине – V форма, тј. као високопланински повремени токови (0,04%), те локални гребени и мања узвишења у долинама (0,03%). Ови облици су од

секундарног значаја због њихове величине и незнатне заступљености, тако да смо их искључили из коначне анализе.

Табела 10 Опис рељефних класа

Класификација морфографских облика	ТПИ	
	Мало сусједство (100 m)	Велико сусједство (1000 m)
Кањони и кањонске долине	ТПИ \leq -1 ст. дев.	ТПИ \leq -1 ст. дев.
Горњи токови, бразде и потоци	ТПИ \leq -1 ст. дев.	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев.
Конвексне долине (V форма)	ТПИ \leq -1 ст. дев.	ТПИ \geq 1 ст. дев.
Конкавне долине (U форма)	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев.	ТПИ \leq -1 ст. дев.
Заравни	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев.	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев. (нагиб < 6°)
Отворене падине (нагиб \geq 6°)	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев.	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев.
Падине на узвишењима	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев.	ТПИ \geq 1 ст. дев.
Локални гребени, мања узвишења у долинама	ТПИ \geq 1 ст. дев.	ТПИ \leq -1 ст. дев.
Секундарни гребени и узвишења у заравнима	ТПИ \geq 1 ст. дев.	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев.
Планински врхови и гребени	ТПИ \geq 1 ст. дев.	ТПИ \geq 1 ст. дев.

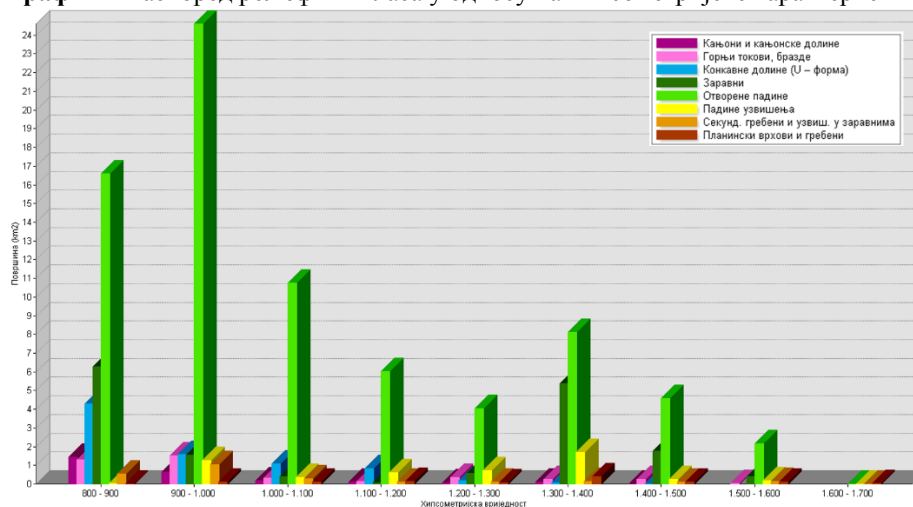
Извор: Weiss, A.D., 2001

Анализом изведеном примјеном метода топографског позиционог индекса (ТПИ), урађена је диференцијација морфографске структуре на основу које се, на проучаваном простору, могу издвојити сљедећи елементи рељефа (Карта 11):

- Дубоке долине – кањони и кањонске долине заступљене су највише на западном дијелу проучаваног простора, нарочито у току Бистрице.
- Горњи токови, бразде и потоци су средње дубоке долине које су лоциране у изворишним дијеловима ријечних токова, али се јављају и као потоци, јаруге и бразде.
- Конкавне долине (U форма) у долинском погледу су најзаступљеније. Прате токове већих ријека.
- Заравни. Под овом категоријом подразумијевају се заравњени терени лоцирани у котлинском проширењу Пале (до 950 m нв.) и на површи Равне планине на висинама од 1300-1400 m (График 4). Зараван у најнижим дијеловима Паљанске котлине просторно је хомогена, док то није случај са интензивно дезинтегрисаном и позитивним и негативним структурама раздијељеном површи Равне планине. Нагиби рељефа у овим заравнима су благи (< 6°) (График 5).

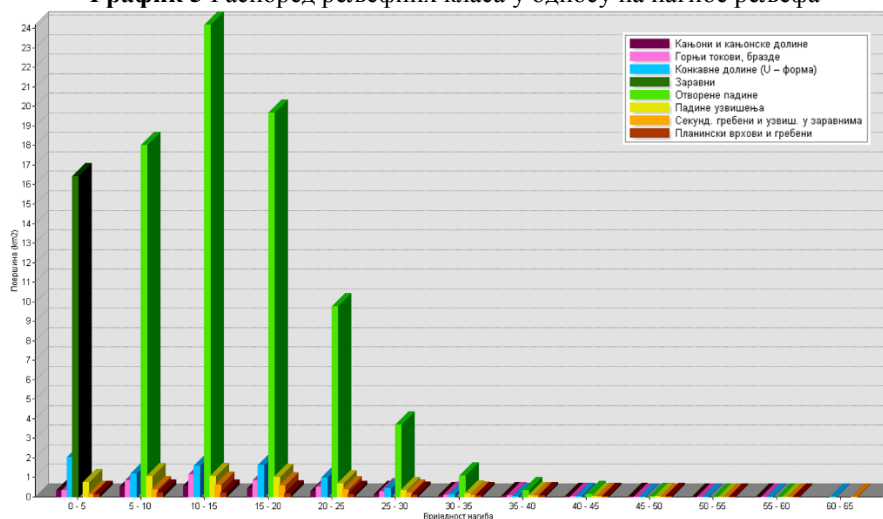
- Отворене падине (категорије нагиба рељефа веће од 6°), са удјелом већим од 65% заузимају највећи дио проучаваног простора. Ова морфографска цјелина је доминантна, превасходно јер је у највећем обиму заступљена на стрмијим теренима на висинама 900-1000 m, гдје у геолошкој грађи доминирају кластити, махом пјешчари (на којима је износ ерозија повећан сталним или повременим површинским токовима).

График 4 Распоред рељефних класа у односу на хипсометријске карактеристике



- Падине на узвишењима (више стрме падине). Под овом категоријом подразумевају се предпланинске степенице. Њихова класификација је издвојена на основу висинских разреда који укључују рубне планинске просторе, те су на проучаваном простору издвојене у виду подножја планинских врхова и гребена и највећим дијелом су интензивно дезинтегрисане.

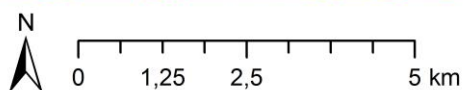
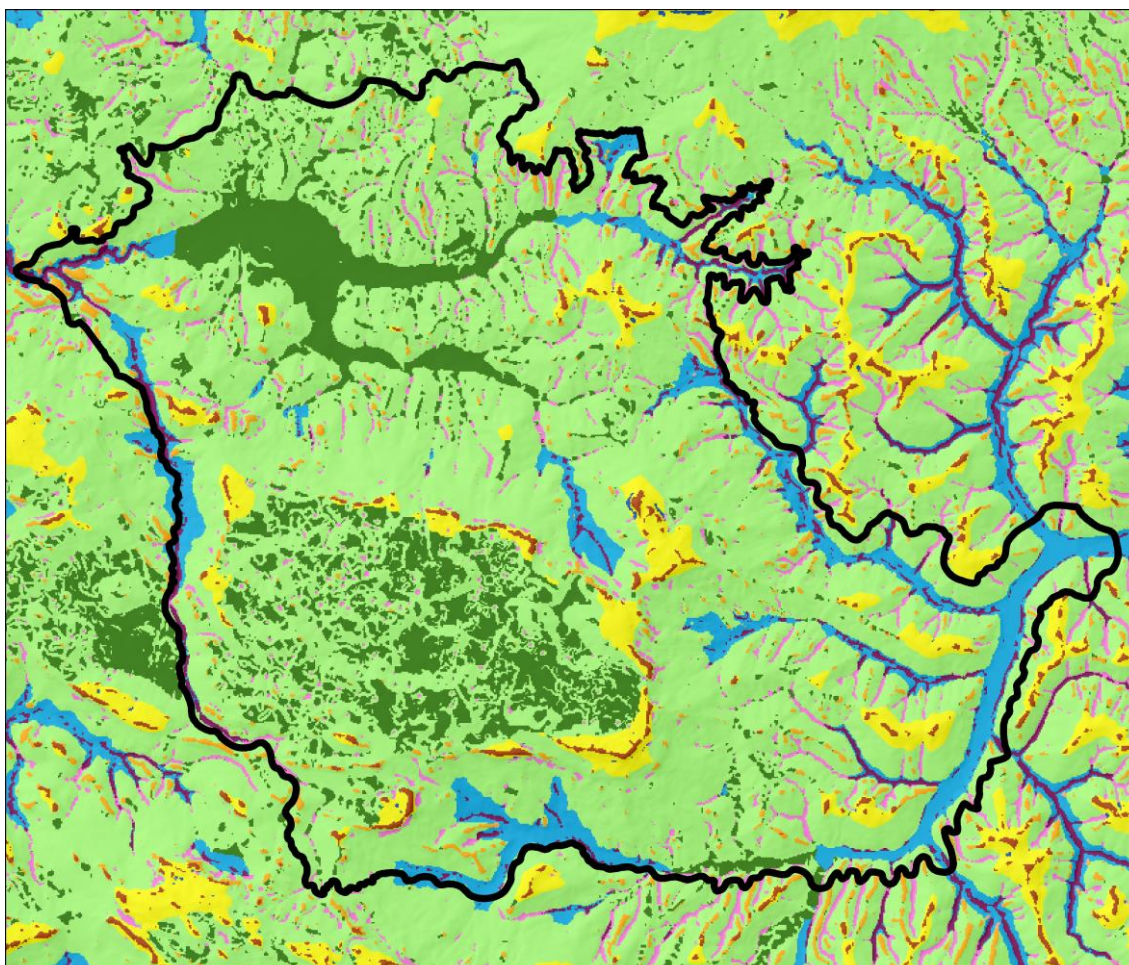
График 5 Распоред рељефних класа у односу на нагибе рељефа



- Секундарни (споредни) гребени и узвишења у заравнима су мањи и нешто нижих надморских висина од главних врхова и гребена.
- Планински врхови са висинама до 1640 m и гребени (лителице са износима нагиба преко 55°) – рељефно су најистакнутији дијелови проучаваног простора. То су врхови: Зелена Главница (1640 m), Велики Јавор (1584 m), Мали Јавор (1589 m), Хладило (1539 m), Хум (1422 m), Голубињак (1426 m), Хоца (1376 m)... Главни гребени ограничавају површ Равне планине са југа (Хладило, Мале стијене, Голубињак) и запада (Дубовик), као и дјелимично са сјевера (Бијеле стијене, Ждријела).

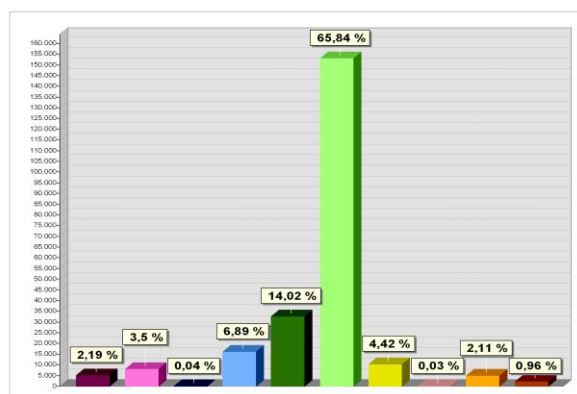
Рељефно најистакнутија орографска цјелина на проучаваном простору је крашка висораван – плато Равне планине. Она није просторно хомогена, већ је дјелимично дезинтегрисана и раздијелена позитивним (узвишењима) и негативним (удубљењима) структурама. Наредну изразитију орографску цјелину чини зараван Паљанске котлине која је такође дезинтегрисана извјесним бројем узвишења, која се сукцесивно наслањају на рубни дио котлине.

Узвишења се, генерално узевши, могу подијелити на рубна и осамљена. Рубна узвишења се могу подијелити на узвишења која ограничавају плато Равне планине и, са друге стране, прилично дезинтегрисана узвишења која омеђавају јужни обод Паљанске котлине. Осамљена узвишења заступљена су на источним и сјевероисточним дијеловима простора. Она су представљена мање или више дезинтегрисаним цјелинама висина 900–1100 m. Нека од њих, као што су узвишења која се паралелно пружају уз лијеву долинску страну Праче на истоку, изразито су рашчлањена због водонепропусне подлоге од пјешчара и знатног броја дубоко усјечених јаруга. Поред тога, извјестан број узвишења представљен је планинским врховима и гребенима.



Легенда

- Граница проучаваног простора
- Кањони и кањонске долине
- Горњи токови, бразде
- Конвексне долине (V - форма)
- Конкавне долине (U - форма)
- Заравни
- Отворене падине
- Падине узвишења
- Локални гребени, мања узвишења у долинама
- Секунд. гребени и узвиш. у заравнима
- Планински врхови и гребени



Карта 11 Карта морфографских облика рељефа Равне планине и Паљанске котлине, класификовани према Weiss, A.D., 2001 (заснована на 100 m и 1000 m ТПИ)

Такође, на проучаваном простору запажа се већи број ријечних долина од којих су поједине кањонског карактера. Доминира тип конкавних ријечних долина са омјером од 6,89%, наспрам кањонских долина и потока, тј. дренажних канала који су заступљени са знатно мањим удјелом (кањонске долине учествују са 2,19%, а

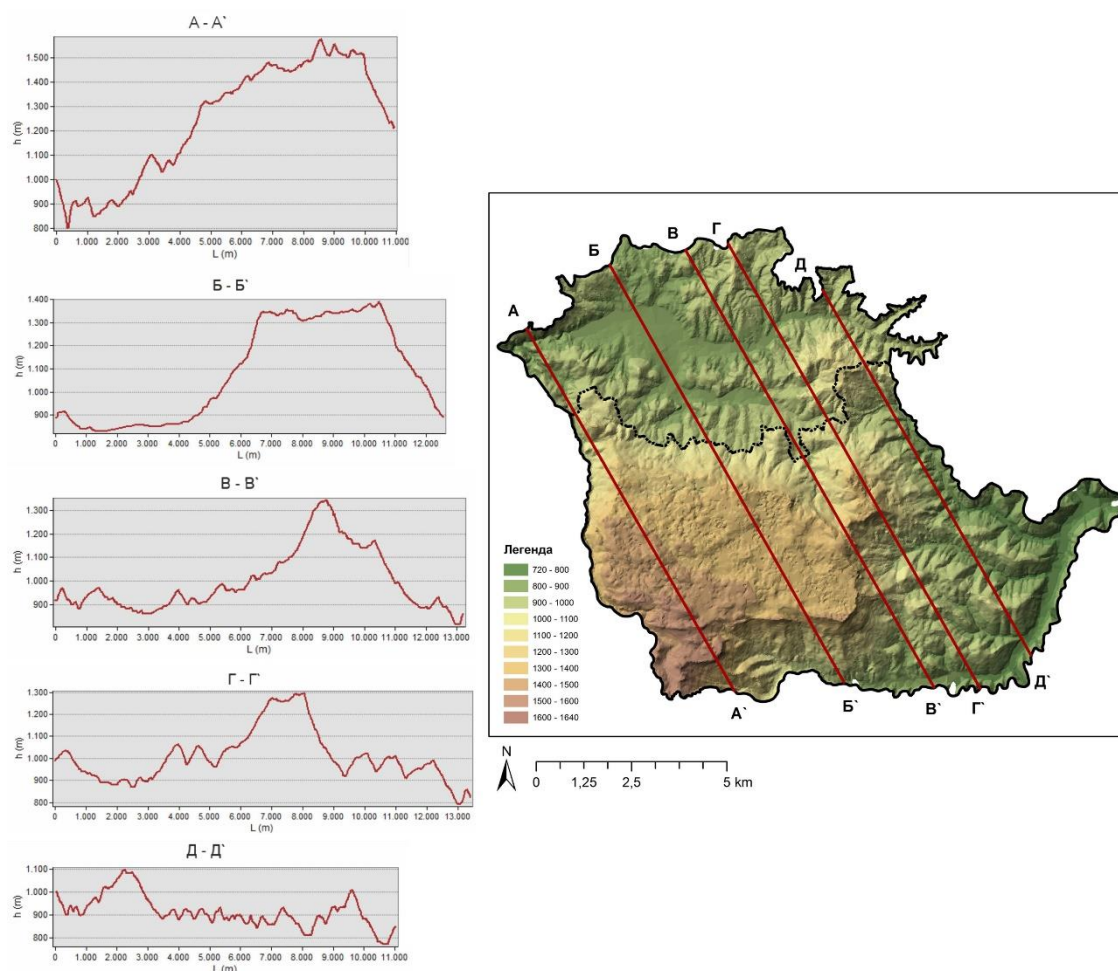
дренажне бразде и потоци са 3,5%). Важну орографску цјелину чине нарочито долине Праче и Паљанске Миљацке са њиховим притокама, које дубоко усијецају територију проучаваног простора. Композитна долина Паљанске Миљацке са најдужом притоком Репашницом састоји се од већег броја различитих цјелина. У изворишном дијелу заступљени су бројни потоци и дубоке долине, након чега ријека и њене притоке улазе у котлинско проширење Пала. Овдје се притоке улијевају у главну ријеку, а потом се ток Паљанске Миљацке на западу поново усијеца у отпорне кречњачке стијене тријаса и гради клисурасту долину.

5.2.4 Морфоструктурне карактеристике

Уопштено посматрајући, геоморфолошке карактеристике простора Равне планине и Паљанске котлине уско су везане са орогенетским, односно тектонско-структурним разломним развојним фазама. Извјесно је да су главни смјерови кретања површинских токова динарског правца везани уз основне фазе убирања, тј. генералне правце пружања антиклинала и синклинала (у вези су са тоњењем или уздицањем аксијалних оса бора – антиклинала и синклинала), и с тим у вези насталих унутрашњих структура, као што су: простори Паљанске Миљацке, Касиндолске ријеке, Бистрице, Праче итд. Скретања из динарског правца условљена су разломном тектоником која, у различитим правцима, пресијеца динарски правац, услед чега је – у већ насталим структурама, дошло до различитог помјерања блокова. Дошло је до формирања унутрашњих ровова и хорстова мањих размјера или депресија нешто већих размјера. Почетак формирања интерних депресија иде у дубоку геолошку прошлост и ти покрети трају све до данашњих дана.

Проучавани простор представља област са специфичним геоморфолошким формама које су директна последица релативно високог положаја пластичних хоризоната доњег тријаса (верфена), који је откривен између већег броја изолованих и специфично истакнутих гребена и коса, које изграђују круте кречњачке масе без обзира на њихов суперпозициони ред. Интензивна сеизмичка активност и дјелимично глацијална и постглацијална развојна фаза, различито су утицале од мјеста до мјеста, зависно од структура, нарочито кластичних и карбонатних чланова у ступу. Утицале су на разраду површинских правца, њихову

дисперзију и оријентацију, нарочито његову дезинтеграцију у простору Паљанске Миљацке и области Јахорине.



Скица 5 Попречни профили рељефа морфоструктурних јединица проучаваног простора

Основна тектонска структура проучаваног простора, у комбинацији са младим покретима и егзогеним процесима, битно је утицала на морфоструктурна обиљежја рељефа. На основу комбинације тих утицаја могу се издвојити три доминантна типа морфоструктурних рељефних јединица. То су антиклинала Равна планина, и синклиналне форме Паљанска котлина и Горња Прача.

По правилу, антиклиналне рељефне структуре подударају се са позитивним рељефним облицима. Морфоструктурна јединица Равна планина представља високу карстификовану површ, смјештену сјеверно од Голе Јахорине. То је у ствари нижа степеница и продужетак јахоринске антиклинале. Просјечне висине је 1200 m и са ње се дижу узвишења висина 100 – 400 m. Расједна тектонска активност значајно је допринијела у обликовању површи и захваљујући њој, Равна планина је

задобила данашњи изглед. Тектонски покрети набирања и краљуштања били су од секундарног значаја.

У долине – синклинале јављају се на сјеверном (Паљанска котлина) и источном (Горња Прача) дијелу проучаваног простора. Сјеверна синклинална форма Паљанска котлина, смјештена је уз долину Паљанске Миљацке, између антиклинала Равне планине на југу и Романије на сјеверу. Најнижи дијелови ове синклинале, у оквиру граница посматраног простора, износе 750 m. Ова јединица обухвата мању површину и на њој су заступљени процеси акумулације падинских и флувијалних наслага, па је очито да морфоструктура ове јединице показује тенденцију спуштања.

Синклинална форма Горња Прача представља већу синклиналу на посматраном простору. Расједне тектонске структуре свакако су утицале на издизање, односно спуштање дијелова ове синклинале. Најнижи дијелови синклинале налазе се на 720 m и, представљају локалне денудацијске базе падинских процеса. Усљед тога, до изражаја долази већа концентрација седимената акумулираних деразиијским процесима са падина.

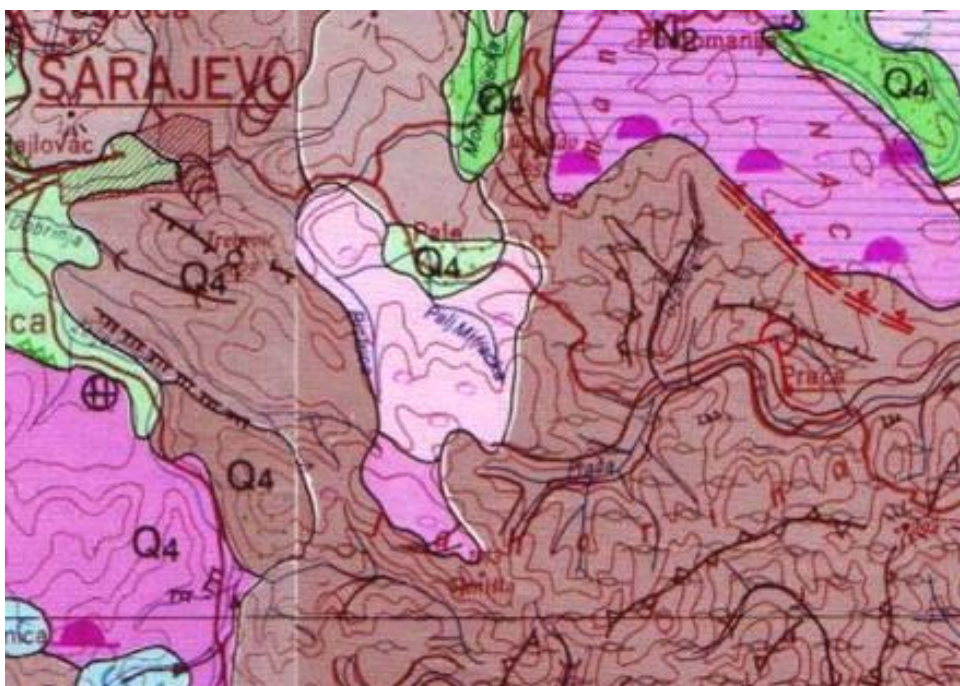
5.2.5 Геоморфолошки процеси и облици

Различити ерозивни агенси условили су да структурно веома сложен иницијални рељеф проучаваног простора временом буде у значајној мјери модификован. У почетку су то била полифазна убирања, затим расједања веома сложених форми и размјера и коначно формирања интерних депресија. Долази до врло активних ерозивно-денудационих процеса, у којима су и флувијални и крашки процеси имали значајан удио. Њихово укупно трајање било је дуго и створило је веома различите и карактеристичне форме седимената.

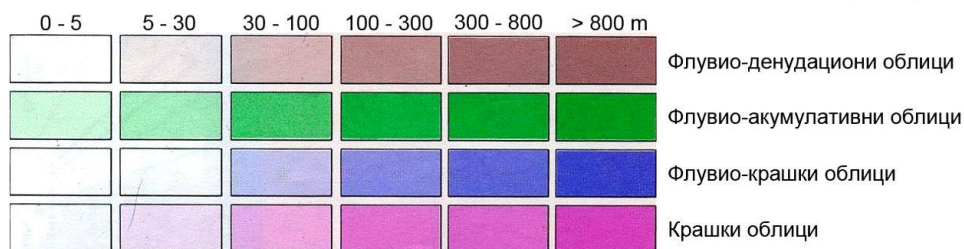
5.2.5.1 Падински процеси и облици

Групу падинских процеса чине три геоморфолошка процеса: делувиијални, пролувијални и колувијални. Они се јављају на падинама и по правилу дјелују удружено. Прелазе један у други. Њихови ефекти издвајају се тек у екстремним случајевима. Битне карактеристике падинских процеса (Марковић, М. и др., 2003):

- Делувијални, пролувијални и колувијални процеси су просторно и временски неодвојиви. Сва три процеса се јављају на падинама и косинама, развијају се на истом мјесту и у исто вријеме, дјелују удружено и често прелазе један у други;
- Сва три процеса су просторно ограничена. Падине, односно долињске стране или косине начињене људском дјелатношћу, на којима се јављају, имају ограничене димензије које се најчешће крећу у хектометарском или декаметарском, рјеђе километарском реду величина;



Генетски типови рељефа



Облици егзогених процеса

полигенетски облици:

- одсјечи
- гребени (развиоља):
- уски незаобљени
- уски заобљени

облици кретања маса:

- површинско спирање
- јаруге
- већи урвински језици

флувио-денудациони облици:

- уска долина равног дна
- врхови:
- купола, заобљен врх

Карта 12 Фрагмент геоморфолошке карте СФРЈ 1:500.000 за проучавано подручје (извор: Геоморфолошка карта СФРЈ Р 1:500 000, лист Сарајево, 1984)

- Сва три процеса временски су ограничена. Њихов интензитет се прати током једног људског вијека и најчешће се мјери данима, понекад недјељама, а рјеђе годинама или десетинама година;
- Падински процеси су вишеструко обновљиви у кратким временским интервалима, који се такође прате током једног људског вијека. Ти интервали могу трајати данима, недјељама и годинама, а много рјеђе десетинама и стотинама година.

5.2.5.2 Гравитациони процеси и облици

Процеси осипања, урушавања, спирања и јаружања чине неке од израженијих падинских (деразијских) деструкционих процеса, заступљених у обликовању рељефа проучаваног простора. Поред рецентних падинских процеса, значајну улогу у модификовању рељефа имали су падински процеси који су дијеловали током климатских захлађења у плеистоцену. Будући да су температуре током посљедњег глацијала у просјеку биле знатно ниже од данашњих, сигурно је да су се у таквим климатским условима јавила јача термомеханичка распадања стијенског комплекса.

Контакт кречњачке и подлоге од кластита у рељефу Равне планине изражен је стрмим, већим дијелом вертикалним стјеновитим одсјецима, висине мјестимично и преко 100 m (Хладило, Дубовик и сл.), који су у основи тектонског поријекла. Дуж одсјека, развијени су процеси разарања стијена и гравитациони процеси, односно јављају се ерозивни облици настали овим процесима: пукотине, точила, урниска огледала. У подножју одсјека, његовим уназадним помјерањем, формиране су колувијалне накупине представљене урнисима и сипарима међусобно бочно сраслим, тако да чине сипарске завјесе – плазеве, знатне дебљине и пространства.



Слика 11 Делувијално-пролувијални наноси на падинама Равне планине (извор: Голијанин, Ј., 2013)

Најизраженији делувијално-пролувијални наноси и спралине констатовани су дуж читавог сјеверног, јужног и југоисточног руба кречњачке површи Равне планине, гдје се јављају израженији одсјеци. У подножју одсјека протежу се плазеви изграђени од изломљених стијена различитих димензија – од шљунковитих фракција до камених блокова величине и до неколико метара кубних. Висина плазева просјечно износи 50 m. На сјевероистоку и истоку плазеви су мањих димензија – дужине до 200 m, висине до 50 m (Голијанин, Ј., 2010в). Мање појаве стијенских блокова посталих урушавањем, могу се уочити и на осталим дијеловима планине, а обично су лоциране у подножју мањих егзогених одсјека. Дакле, на овим локацијама присутни су бројни облици шупљина и окапина, те точила и сипара, као и већих плазева, који су се развили као резултат процеса температурног и мразног разоравања стијена.

Иако се код ових одсјека могу уочити и рецентни процеси осипања и урушавања, њихов постанак се везује за периоде посљедњих глацијала када су термомеханички процеси разарања стијенског комплекса имали осјетно већи утицај. На рубним дијеловима плазева и већих сипара развијен је вегетациони покривач, па се поред стјеновитог материјала, различитог гранулометријског састава, овдје налази и извјесна количина растреситог педолошког материјала.

Ситнији фрагменти стијенског материјала, који су мјестимично слојевити, формирају делувијалне конусе. Њихов постанак често је везан за преталоживање ситнијег материјала атмосферском водом из колумвијалних купа. Колумвијалне накупине маскирају контакт кречњака и кластита, али се на основу њиховог положаја може приближно одредити његова надморска висина, која је нешто мања од висине подножја одсјека.

Надморска висина подножја одсјека се у појединим дијеловима разликује. Дуж јужног руба површи Равне планине, она износи 1350 m (под Голубињаком) до 1450 m (под Хладилом). На источној страни, подножје одсјека је на висини 1250 m (под Дубовиком) до 1300 m (под Хумом). Подножје одсјека је најниже на сјеверној страни и његова висина износи 1200 m (под Ждријелима) до 1250 m (под Бијелим стијенама) (Бахтијаревић, А., 1986).

* * *

Поједини облици падинског рељефа су у директној вези са флувијалним рељефом на проучаваном простору. У том смислу посебно се истичу форме рељефа обликоване ерозионо-денудационим, флувио-денудационим и денудацио-акумулационим процесима. Терени сврстани у овај тип рељефа углавном су изграђени од финих и грубих кластита, карбонатних и силикатних кластичних седимената, као и палеозојских кластита. Пластика рељефа усљед ерозионо-денудационих процеса представљена је окомитим билима са стрмим падинама. На појединим дијеловима токови су дубоко усјечени и имају типичну V форму. Ерозионо-денудациони процеси условили су знатну разуђеност терена, што се нарочито уочава на источним дијеловима простора Равне планине гдје су изражене бројне јаруге и вододерине. Бујични токови који долазе са хипсометријски већих висина наносе велике количине плавинског материјала који се депонује у подножјима падина.

Јаруге и вододерине на проучаваном простору, најчешће су заступљене на дијеловима са већим нагибима терена и подручјима гдје доминирају кластити. Уз то, често су и тектонски предиспониране. Постанку бујичних токова и њиховом деструктивном дијеловању највише доприносе краткотрајне, али интензивне падавине. Мјестимично су дна јаруга испуњена стијенским блоковима и колувијалним материјалом. У подножју падина деструктивним дијеловањем ових облика, од снесеног материјала обликоване су пролувијалне плавине (Голијанин Ј., 2012а).

5.2.5.2.1 Урвине – клизишта

На проучаваном простору клизишта се најчешће јављају у нижим планинским дијеловима, гдје су откривене шире зоне верфена са кречњачким делувијумом и појавом подземних вода. У мањем обиму јављају се у нижим дијеловима обода планине, гдје у грађи доминира слатководни полифацијални комплекс терцијара и у дијеловима гдје је обод покривен дебљим педолошким покривачем и терасама. Клизишта се генетски развијају и у покривачу и на супстратима. Углавном су заступљена плитка или средње дубока клизишта, док је дубоких веома мало. На падинама су честе појаве мањих извора и пишталина. Мало је клизишта која се образују на верфену без покривача и обично су она запажена као ситна „шкољкања“ или као клизишта средње дубине.

Кластити доњег тријаса (пјешчари и глинци), граде рубна подручја истраживаног простора. Када су у питању простори гдје у грађи доминирају глинци, изражена су површинска распадања са јако заглињеним, споро оцједивим превлаженим и нестабилним карактеристикама терена. На овим теренима, при изградњи засјека и усјека, обавезно долази до деформације тла. Геотехнички услови градње овдје зависе од положаја слојева у односу на природне и вјештачке косине. Карактеристично је за глинце да често мијењају пад, што додатно погоршава услове градње и извођење других геотехничких радова на теренима са овом врстом кластита. У хидролошком погледу комплекс је водонепропусан, па се изнад њега формирају акумулације подземних вода, што додатно погодује развоју клизишта. Осим тога, приличан пад терена, перманентна провлаженост, интензивна линијска ерозија, те јако слаба оцједитост падина, такође повољно утичу на развој клизишта.

Осим наведених комплекса, на овом подручју јављају се још двије значајне зоне у подручју ријеке Праче и њених десних притока. У зони Праче заступљени су кварцни пјешчари, конгломерати, кречњаци и глинци; док се уз Дубоки поток јављају пјешчари, глинци и глинени шкриљци. Површински дијелови уз ове токове јако су заглињени, леже преко водонепропусног супстрата и склони су клизању. Поред наведених подручја, клизишта се јављају код Кадиног врела, Сјетлине и Ракита²⁶, тј. Грабовице (Михић, Ј. Љ., 1987).

Код клизишта у терцијарном комплексу, слично као и код верфена, мало клизишта се образује директно на геолошком супстрату. Обично прва фаза настаје у покривачима различитог састава и дебљине а деформације се преносе у дубље дијелове, ако за то постоје неповољни структурни или хидролошки услови.

Клизишта настала усљед гравитационих покрета маса углавном у растреситом покривачу. На већим висинама концентрисана су у извориштима потока, на танким покривачима, гдје је, усљед структура у супстрату, дошло до гравитационог кретања које је завршено на контакту са супстратом.

Такође, директним осматрањем на терену уочене су веће формације кречњачког делувилалног материјала испод локалитета Хладила, Малих стијена, Голубињака и

²⁶ Ријека Ракита када, са своје лијеве стране, прими омањи поточић Грабовицу – мијења назив и улива се у Прачу код Подграба под именом Грабовица.

др., а пошто се ове наслаге гомилају преко непропусних стијена, због спорог процјеђивања површине воде, постоји латентна опасност од клизања површина.

5.2.5.3 Флувијални процеси и облици

Значајну улогу у формирању геоморфолошких карактеристика проучаваног простора имали су, и још увијек имају, ријечни сливови Миљацке и Праче. Ријечни слив Миљацке доминантну улогу има на сјеверу и нарочито у самој котлини, док се геоморфолошки утицај ријеке Праче осјети на југу и истоку Равне планине. Простор масива Јахорине представља остатак некадашње шире флувио-денудационе површи у југоисточном ободу Сарајевско-зеничког неогеног басена. Отицањем воде језера Сарајевско-зеничког басена долази до снижавања доње ерозионе базе на овом простору. У површ се тада усијецају долине данашњих ријечних токова. Највиши дијелови токова усијецани су у кречњацима, а низводнији у кластитима, што надаље води ка појави селективне ерозије и бржем снижавању површина под кластитима.

На површи је очуван већи број сувих долина, од којих већина припада скрашћеној изворишној челенци Паљанске Миљацке, док остале представљају карстификоване дијелове притока Бистрице и горњег тока Праче (Бахтијаревић, А., 1986). Постанак ових долина везује се за токове који су имали мале сливове и мало воде, па нису успијевали пратити усијецање главних ријека (Босне и Дрине). Временом су ове ријеке заостајале (постајале висеће), или су им се токови губили у карстном подземљу, а долине постајале суве. Настанак ових палеотокова свакако су погодовали и климатски услови током геолошке прошлости. Ту се првенствено мисли на повећање количине падавина током вирмског глацијала, које је паралелно праћено смањењем температуре, што је условило и смањено испаравање (Шегота, Т., 1963).

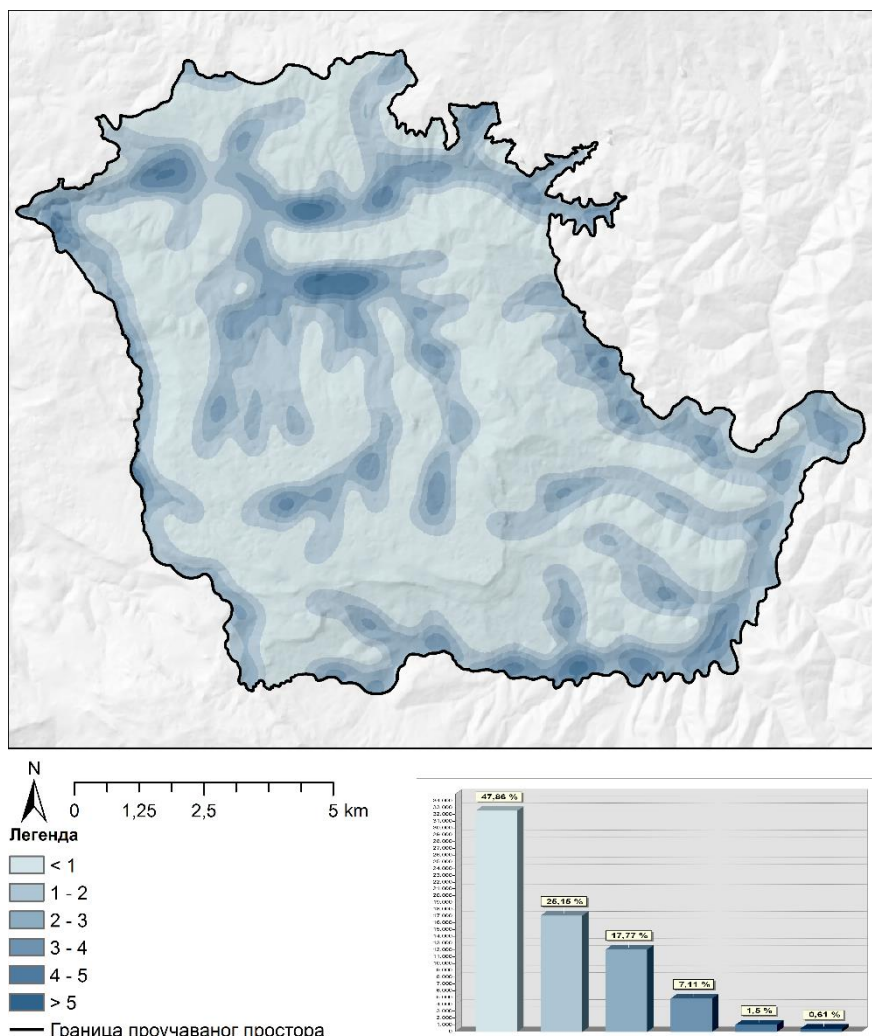
Будући да су дубине ријечних долина релативно мале, за претпоставити је да је фаза изградње површи знатно дуже трајала у односу на фазу усијецања долина. Дакле, хоризонтална компонента флувијалне ерозије доминира у односу на вертикалну. Спуштање југозападног дијела Сарајевског поља условило је и јаче усијецање планинских водотока на проучаваном простору (Миљацке, Бистрице

итд.), те формирање високих клисурастих долина у средњим токовима и дисецирање рељефа.

На основу анализе геолошких и морфографских својстава терена, урађен је распоред густине ријечне (дренажне) мреже на простору Равне планине и Паљанске котлине који је приказан картографски (Карта 13). Густина ријечне мреже представља просјечну дужину водених токова (km или m) на површини од 1 km² дате територије. Она је такође добар показатељ хоризонталне рашчлањености рељефа. Литолошки састав и густина ријечне мреже су у корелацији. Литолошка грађа и тектонски склоп проучаваног простора условио је појаву највеће густине ријечне мреже на мјестима гдје је заступљена најмања рашчлањеност рељефа, тј. у подручју акумулата. Ово је у супротности са правилом да се највећа густина ријечне мреже јавља на мјестима велике рашчлањености рељефа, што у овом случају диктира карста подлога. Структурни односи и дужина ријечне мреже су такође у директној међузависности. Површински токови редовно користе елементе структура у обликовању својих корита, с обзиром да је примарна испуцалост стијенске масе предуслов напредовања ерозијских процеса, а тиме и почетног стадијума формирања ерозивних бразда, вододерина, јаруга и у коначници ријечне долине. Анализа је укључила све дренажне облике (сталне и повремене) и израчуната је њихова дужина на јединицу површине од 1 km². Тај показатељ представља Нојманов (Neumann) коефицијент I/P, при чему је I – дужина дренажне (ријечне) мреже, а P – јединица површине (1 km²). Добијене вриједности приказане су бојама и изоленијама које су повучене на сваких 1 km/km² ријечне мреже.

На основу анализе карте густине ријечне мреже јасно се може констатовати да је густина ријечне мреже, сталних токова, највећа у централном дијелу Паљанске котлине, те на југоисточном дијелу изучаваног простора, гдје доминантну улогу има ток Праче. Износ густине ријечне мреже је знатно мањи на западном дијелу и средишњем простору карстификоване површи Равне планине. Зоне са натпросјечном густином ријечне мреже (густине преко 3 km/km²), са учешћем од 9,22%, лоциране су у дијеловима ушћа мањих водотока у ријеке. Максимална густина забиљежена је на простору средњег и доњег тока ријека Паљанске котлине (преко 5 km/km²). Повећану густину имају подручја гдје у литолошком смислу доминирају пјешчари, конгломерати, глине и лапорци. Зоне смањене густине

ријечне мреже указују на издизање и обликовање млађих елемената рељефа. У формирању распореда ријечне мреже, одлучујућу улогу имали су расједи одговарајућег правца пружања, чему се прилагодила и сама ријечна мрежа.



Карта 13 Густина ријечне мреже проучаваног простора (у km/km²)

На основу оваквог распореда густине ријечне мреже, могуће је претпоставити тренутне и будуће правце развоја флувијалне ерозије на изучаваном простору. Будући да су простор Паљанске котлине и периферни дијелови Равне планине, изузев крајњег западног дијела, изграђени од кластита (пјешчари и глинци доњег тријаса), на тим теренима доминира полигенетски рељеф, са изразитом доминацијом флувијалног процеса у његовој изградњи. Падинске стране у свом нижем дијелу су рашчлањене великим бројем водотока који, у највећем обиму, гравитирају долинама Праче и Паљанске Миљацке, односно припадају изворишним челенкама ових ријека. На свим теренима изграђеним од кластита

јавља се велики број јаруга и вододерина повремених бујичарских токова који се јављају у вријеме великих киша и током отапања снијега. Вертикална рашчлањеност ових терена је знатно израженија него на теренима грађеним од кречњачка (високе површи).

5.2.5.3.1 *Облици флувијалног рељефа*

Карактеристични примјери ерозивних и акумулативних облика флувијалног рељефа настали су радом ријечних токова који теку у подгорини Јахорине. Најчешћи флувијални ерозивни облици представљени су коритима ријека, ријечним долинама и ријечним терасама. На истраживаном простору у оквиру флувијалног рељефа јављају се двије категорије облика:

- Ерозивни флувијални облици, постали непосредним дијеловањем флувијалне ерозије који се манифестује усијецањем ријечних токова;
- Акумулативни флувијални облици, постали нагомилавањем и обликовањем наносног ријечног материјала (шљунка, пијеска и глине).

Од ерозивних флувијалних облика најизраженији су ријечне долине. Долине Паљанске Миљацке, Праче и осталих већих токова изграђене су флувио-денудационим процесима. Долинско проширење Пале, превасходно предиспонирано расједом, представља проширење настало радом Паљанске Миљацке и њених притока. Површина проширења са прибрежјем обухвата 38, 40 km². Надморска висина овог проширења креће се у распону од 750 m до 1100 m. Уравњено је и у њему ријека меандрира. Низводније од проширења долина Паљанске Миљацке се дубоко усјекла те су јој долинске стране веома стрме и запажа се велики пад на уздужном ријечном профилу. Ријечна долина овдје задобија изглед клисуре. Губе се ријечне терасе, а јављају рецентне и умртвљене плавине на странама долине.

Уздужни ријечни профили предочавају слику пада ријеке, тј. представљају збир свих падова у ријечи (Дукић Д., Гавриловић Љ., 2008). Просјечан пад се може израчунати према обрасцу:

$$I = \frac{h_1 - h_2}{L} \text{ (m/km) или (\%)}$$

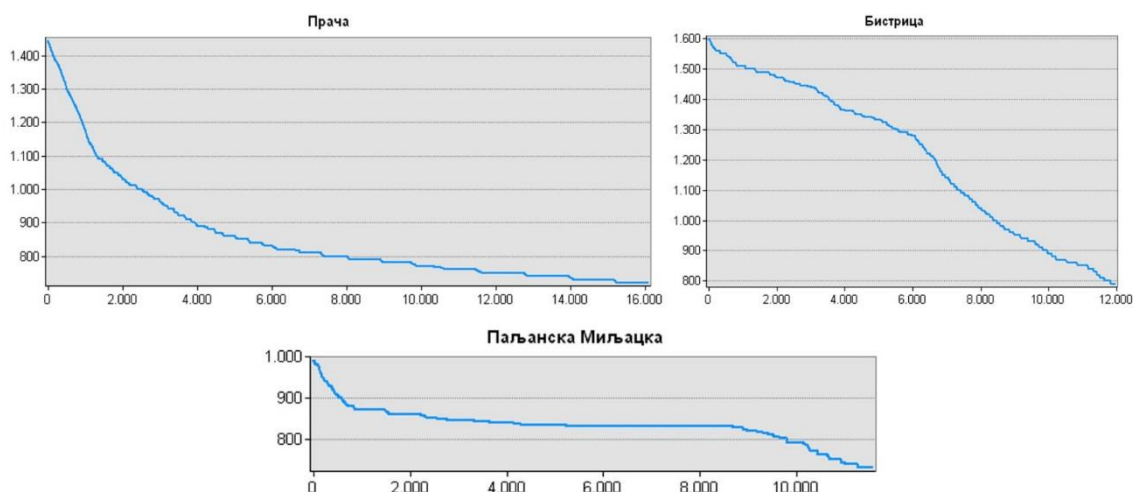
I – просјечан пад ријеке

h₁ – надморска висина извора ријеке

h_2 – надморска висина ушћа ријеке

L – дужина ријеке

$h_1 - h_2$ – укупан пад ријеке



Скица 6 Уздужни профили ријека у границама проучаваног простора

Најчешће је пад ријеке највећи у њеном изворишном дијелу, те у клисурама пробојницама. Због мале дужине токова на проучаваном простору, мали је број карактеристичних облика долина као што су кањонске долине, слапови и сутјеске. На основу приказа уздужних ријечних профила појединих токова (Скица 6), може се извести њихова анализа. Са те стране примјетно је да је профил Бистрице изразито несагласан, те се на њему јасно уочавају падови у формирању ријечног корита, што може да указује да тектоника учествује у формирању рецентног рељефа. Тектонско каскадно спуштање рељефа утицало је на формирање несагласног ријечног профила Бистрице, што је изражено нарочито у дијелу гдје Бистрица настоји да својим ерозивним радом одвоји кречњачку масу Требевића од масе Равне планине (на висинама око 1300-1100 m).

Са друге стране, анализирани су и профили Праче и Паљанске Миљацке, гдје се показало да ове ријеке имају нешто усаглашеније ријечне профиле, који су ипак у категорији несагласних ријечних профила. Сходно томе, радом Праче настао је већи број различитих рецентних ерозивних али и акумулативних флувијалних облика на проучаваном простору. Израженије ријечне терасе усјечене су на долинским странама Праче, код Подграба, и у Паљанској котлини, гдје су усјечене младе ријечне терасе Паљанске Миљацке.

Флувијални акумулативни облици знатно су рјеђе заступљени у односу на флувијалне ерозивне облике. Од акумулативних флувијалних облика заступљене су алувијалне равни, инундационе равни, те пролувијални наноси, застори и плавине. На откривеним профилима тераса на појединим мјестима уочава се да је највећи дио хетероген како по саставу, тако и по гранулацији. Валукице су диогенетским процесима везане и прелазе у конгломерате. Ширина алувијалних заравни је промјенљива и износи од неколико метара до неколико десетина метара.

Алувијалне равни су најзначајнији акумулативни облици флувијалног рељефа на проучаваном простору. Јављају се у средишњим и доњим токовима већих ријека. Изграђиване су и још увијек се изграђују за вријеме високих водостаја и поплава, када ријеке таложе еродирани материјал на обалске стране. Алувијална равна Паљанске Миљацке достиже максималну ширину од око 250 m (Голијанин Ј., 2012а). Поред ње, на истраживаном простору веће алувијалне равни имају Прача, Грабовица, Јахорински поток, Сјетлинска ријека, и махом су заступљене у доњим токовима ових ријека. Мањих су просјечних ширина у односу на алувијалне равни Паљанске Миљацке.

На истраживаном простору запажени су и други флувијални акумулативни облици, који се јављају у виду пролувијалних наноса и застора те плавина. Заступљени су на долињским странама горе споменутих већих али и мањих ријечних токова (Дубоки поток, М. Бијела, В. Бијела итд.). Јављају се непосредно уз корита потока и ријечица, најчешће у доњем току или уз ушћа. Конуси пролувијалног типа су морфолошки јасно уочљиви, а изграђују их релативно заобљени транспортовани фрагменти стијена хетерогене гранулације и састава.

5.2.5.4 Крашки процеси и облици

На знатном дијелу проучаваног простора присутна је крашка ерозија. У централном и западном дијелу Равне планине, присутни су сви основни услови за развој крашког процеса. На око 29 km², колико износи површинско распрострање анизијских кречњака (26,5 km² на Равној планини и 2,2 km² у Паљанској котлини), развијен је крашки рељеф са својом површинском и подземном компонентом. Најзаступљеније су појединачне веће вртаче, те групе и низови вртача, док су увале

рјеђа појава (Дуго поље,²⁷ Сарачево поље, Станови). Од суфозионих облика, евидентиране су појаве већег броја пећина и јама на простору Равне планине.

У основи, простор Равне планине је остатак некадашње флувиоденудационе површи. Ова површ је била изграђена једним дијелом у кречњацима, и једним дијелом у кластитима. Током морфолошке еволуције, дијелови површи изграђени у кластитима су уништени и снижени, док су својства кречњачких маса условила „конзервацију“ дијелова површи изграђених у кречњацима (Бахтијаревић, А., 1986). Најизразитији кречњачки дио површи очуван је у централном и западном дијелу Равне планине. Ова средње рашчлањена карстификована површ благо је нагнута у правцу сјевероистока. Средња висина подручја карста је око 1350 m.

5.2.5.4.1 Површински крашки облици

На површи су заступљени фосилни флувијални облици знатно преиначени крашким процесом и крашки облици рељефа. Од микрооблика евидентиране су шкрапе, али су оне маскиране бујном вегетацијом. Ипак, превлађујући облици површинског рељефа на простору Равне планине су вртаче, скрашћене суве долине и увале.



Слика 12 Шкрапе Равне планине
(извор: Голијанин Ј., 2010)

Вртаче

Вртаче су најраспрострањенији и најбројнији крашки облици на Равној планини. На крашкој површи Равне планине регистровано је 431 вртача, односно просјечна

²⁷ Топоним Дуго поље чест је у географској литератури наших простора, а када је ријеч о Јахорини потребно је напоменути да овај топоним носе два локалитета на истраживаном подручју и то Дуго поље на платоу Голе Јахорине и Дуго поље на платоу Равне планине.

густина вртача на простору од 26 km² износи 16,6 вртача/km² (Голијанин, Ј., 2010б). Класификација густине вртача проведена је издвајањем пет категорија: мање од 10 вртача/km² – незнатна густина, 10-40 вртача/km² – мала густина, 40-70 вртача/km² – средња густина, 70-100 вртача/km² – велика густина и преко 100 вртача/km² – врло велика густина (Пахерник, М., 2000).

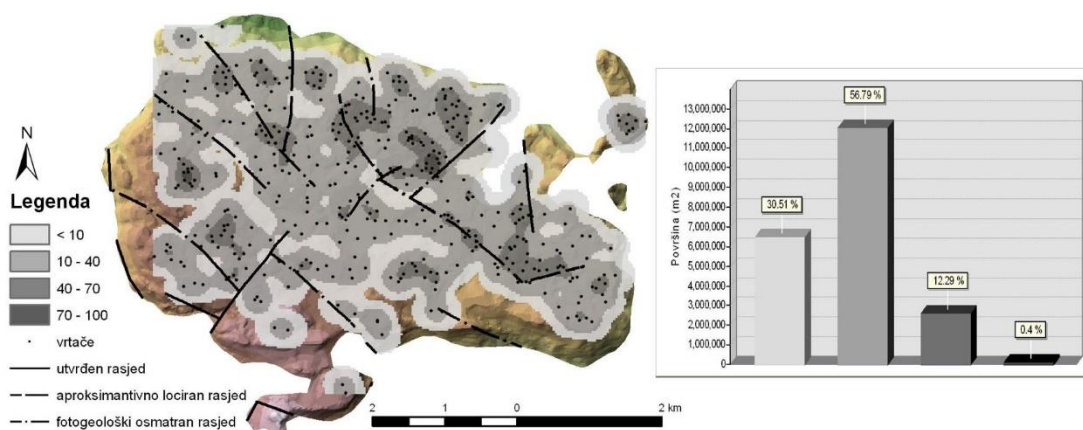
Густина вртача се у појединим дијеловима површи знатно разликује. Највеће пространство захватају терени са 10-40 вртача по km² и на њих отпада 56,79% укупне површине под красом на проучаваном простору. Терени на којима је развијено до 10 вртача по km² захватају 30,51% крашке територије, а терени са густином вртача од 40-70 вртача по km² учествују са 12,29%, док на терене тзв. богињавог краса са преко 70 вртача по km² отпада тек 0,41% површина под красом.

Табела 11 Категоризација крашких терена истраживаног простора према броју вртача

Назив	Густина вртача (број вртача/km ²)	Заступљеност ареала у површини краса у %	
Равна планина	до 10	30,51	
	10 – 40	56,79	
	40 – 70	12,29	
	богињави крас	70 – 100	0,41
	преко 100	0	

Извор: Обрада података софтверским пакетом ArcGIS

У појединим дијеловима површи густина вртача се знатно разликује. Највећа густина забиљежена је у ували Станови, у близини Сарачевог поља гдје износи 89 вртача/km² (Голијанин, Ј., 2010б). Међутим, највеће пространство захватају терени мале густине вртача (10 до 40 вртача/km²). Евидентирана ситуација приказана је подацима у табели (Табела 11) и на скици (Скица 7).



Скица 7 Распоред и густина вртача на крашком терену Равне планине (извор: Голијанин Ј., 2010б)

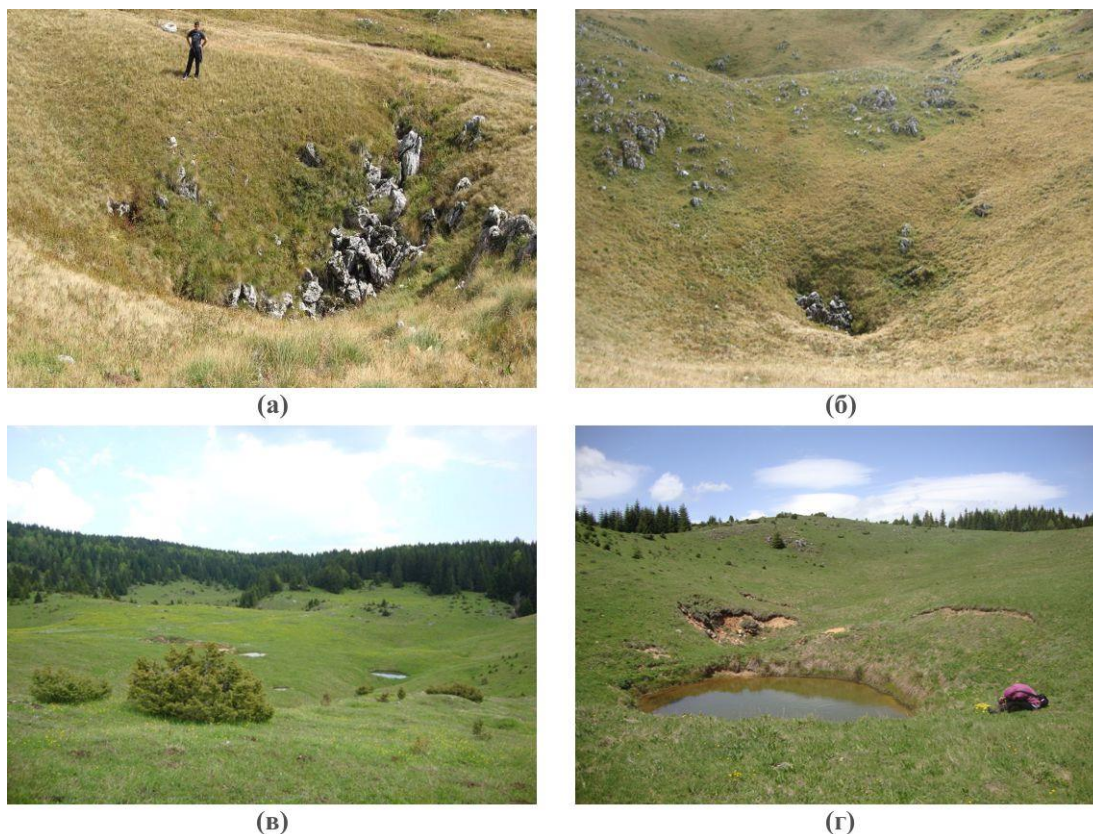
На приложеној скици (Скица 7) нијансама свјетлије и тамније сиве боје представљене су површине према густини вртача по km^2 . Евидентна је условљеност распореда и густине вртача морфометријским фактором – нагибом терена, будући да се највећа концентрација вртача развија на равном дијелу. Поред тога, густина вртача је у вези са густином и распоредом тектонских пукотина у стијенским масама, тако да су терени са већим степеном израсједаности уједно и терени са већом густином вртача по km^2 . Међутим, распоред вртача је најчешће хаотичан.

Класирање (бонитација) терена према броју вртача такође доводи до закључка да је густина вртача највећа на површи Равне планине, али и ту су уочљиве разлике. Густина вртача је знатно мања у јужном, југозападном и западном дијелу површи, које карактеришу већи нагиби. Ови терени само изузетно имају густину вртача већу од 10 вртача по km^2 , а простиру се углавном на надморској висини преко 1400 m. Терени са највећом густином вртача углавном су заступљени на мањим висинама (1300 – 1400 m), и теренима са блажим нагибима. Терени тзв. богињавог краса заступљени су на локалитетима Станови и Сарачево поље.

Са генетског аспекта, доминантне су нормалне вртаче или праве вртаче. То су углавном мале и средње велике вртаче, пречника до 70 m, дубине до 20 m. По Цвијићевој класификацији морфолошких типова вртача, већина ових вртача припада типу љевкастих вртача (пречник им је 2-3 пута већи од дубине, стране претежно праволинијске, са нагибом 30-45°). Мјестимично је облик љевкастих вртача модификован присуством растреситог земљишног покривача, чије је спирање и акумулирање на дну вртаче благо маскирало сучељавање страна па је вртача задобила благо тањираст облик. Међутим, већина љевкастих вртача завршава се стромором.²⁸

На висоравни се такође јављају простране вртаче са благим падом својих љевкастих страна и дубином од око 10 m. Ове вртаче имају линеаран распоред и дна су им пукотински предиспонирана (Слика 13а и 13б). На платоу Равне планине јављају се и алувијалне вртаче мањих димензија, на чијем дну расте барска вегетација (Слика 13в и 13г).

²⁸ Ј. Цвијић употребљава овај израз за зјапеће пукотине на дну вртаче у којима се губи падавинска вода.



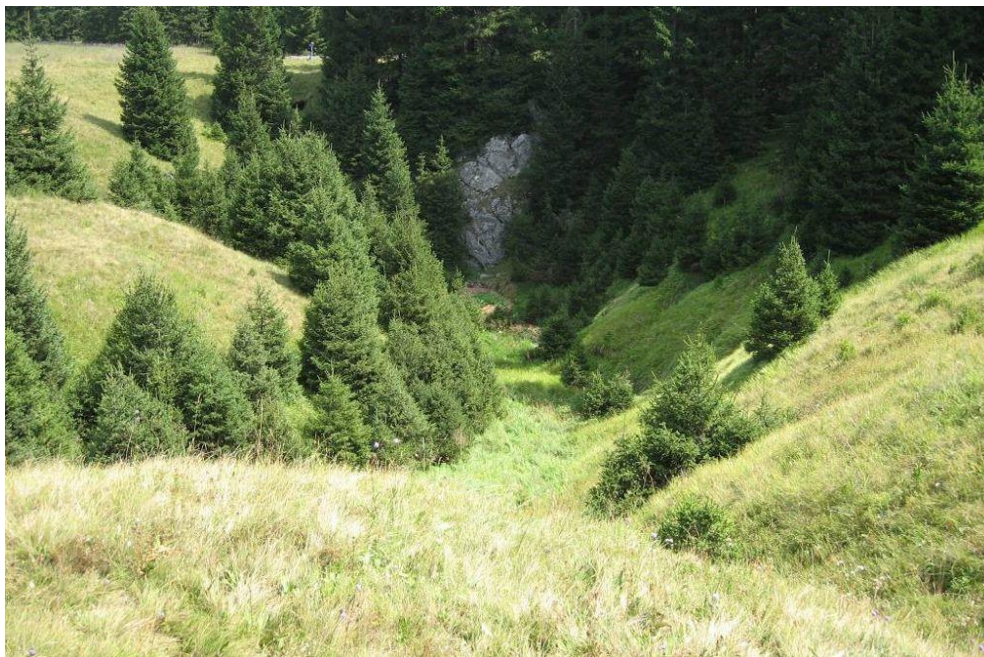
Слика 13 Вртаче Равне планине: (а) и (б) љевкасте вртаче; (в) и (г) алувијалне вртаче (извор: Голијанин Ј., 2010 и 2013)

Распоред вртача је најчешће хаотичан. Међутим, дуж расједних линија, скрашћених долина и контакта кречњака и кластита лако је уочљив линеаран распоред вртача, при чему је изражено снижавање пречага међу њима, односно појава срастања вртача. Ова појава је нарочито изражена код скрашћених долина. Срастање вртача мјестимично је изражено и при њиховом хаотичном распореду у најнижим дијеловима увала Сарачевог поља и Станова, те у сјеверозападном дијелу површи Равне планине (Бахтијаревић, А., 1986).

Дуж контакта кречњака и кластита јављају се низови асиметричних контактних вртача. Њихове кречњачке стране најчешће су представљене стрмим до вертикалним одсјецима чија висина и нагиб варира, а стране у кластитима су знатно блажих нагиба, због подложности спирању. Међу вртачама овог типа истичу се понорске вртаче са специфичним карактеристикама, какве су констатоване у источном ободу увале Станови и у Сарачевом пољу.

У најнижем дијелу дна увале Сарачевог поља јављају се понорске вртаче са делувијалним накупинама на једној страни. Ови наноси, просјечне дебљине 0,5 m

исталожени су у виду купе, а потичу од кластита у ободу увале. Кроз њих се процјеђују изворске воде или у њима формирају кратке жљебове којима се вода усмјерено слива ка понору. Пукотине понора пропуштају спрани материјал, те у овим вртачама не долази до плавлјења дна и његовог уравнивања.



Слика 14 Велика вртача у ували Дуго поље
(извор: Голијанин Ј., 2008)

У увалама Сарачевог и Дугог поља на Равној планини, јавља се већи број алувијалних вртача.²⁹ У Сарачевом пољу ове су вртаче мањих димензија (пречника 3 – 4 m, дубине 1,5 – 3 m) и љевкастог су облика. Вртаче овог типа знатно су већих димензија на дну увале Дуго поље, гдје су достигле и одмакли степен морфолошке еволуције. Њихова дубина износи 7 – 8 m и неправилног су облика. Највећа вртача се налази у источном рубу дна увале Дугог поља (Слика 14). Пречника је 30 m, дубине 10 m, и примијећује се да је дошло до одношења наносног материјала и откривања кречњака на њеној источној страни. На дну вртаче се вода повремено задржава, услед чега је дно покривено наплавним материјалом и уравнијено је.

²⁹ Виши дијелови дна ових увала покривени су делувијалним наносом, а с обзиром да се у делувијалном покривачу повремено формира издан, дна ових вртача у вријеме трајања издани представљају изданска ока.

Суве долине

На кречњачким теренима Равне планине јавља се већи број сувих долина и њихових очуваних фрагмената. Све суве долине скрашћене су цијелом дужином, односно дуж њихових талвега развијени су низови вртача са мјестимично израженим снижавањем пречага и уздужним срастањем. Међутим, у зависности од степена морфолошке еволуције, уздужни профили сувих долина се међусобно разликују, тако да оне припадају различитим еволутивним типовима и то: по једна сува долина типу сувих скрашћених долина и типу сувих скрашћених слијепих долина, а највећи број долина (петнаест), припада типу сувих скрашћених висећих долина – од чега седам сувих долина припада типу сувих скрашћених слијепих висећих долина (Бахтијаревић, А., 1986).



Слика 15 Суве долине Равне планине
(извор: Голијанин Ј., 2008)

У сјеверозападном и сјеверном дијелу површи развијено је шест сувих скрашћених долина које представљају фосилну, скрашћену, изворишну челенку Паљанске Миљацке. Генерални правац ових долина је сјевер – југ, са падом према сјеверу. Долине ове групе завршавају се над одсјеком Ждријела висећим ушћима на надморској висини 1190 – 1260 m. У свом доњем дијелу, западније долине су у знатној мјери бочно срасле (посљедица срастања вртача). На овај начин формирана је плитка депресија издужена у правцу запад – исток. Средња висина дна депресије

износи 1270 m, а релативна висина њеног дна над групом извора у подножју одсјека (Врело Паљанске Миљацке, Студенац, Либарево врело) износи до 200 m (Бахтијаревић, А., 1986). Морфолошке карактеристике ове групе долина указују на полифазност њихове морфолошке еволуције, односно на појаву уназадног помјерања понора и скраћивања токова, што је једном дијелу сувих долина дало карактер висећих слијепих скрашћених долина.

Сјевероисточни и дијелом централни дио кречњачке површи Равне планине представљају терене са одмаклим стадијумом морфолошке еволуције карста, те су углавном очувани само фрагменти сувих долина. У источном дијелу површи очувана је само једна сува скрашћена долина. Она представља карстификован изворишни крак Сјетлинске ријеке. У јужном дијелу површи налази се једна сува долина. Њена дужина је 350 m са укупним падом 60 m. Ова сува долина је скрашћена на цијелој дужини.

Суве долине југозападног и западног дијела површи такође имају карактер висећих скрашћених долина. Међутим, за разлику од осталих висећих скрашћених сувих долина Равне планине, њихов висећи положај последица је усијецања Бистрице у кречњацима. Најдужа и најразвијенија долина ове групе је сува долина која се налази између Крстине косе и Мушака. Горњи дио долине (Гареж поље), на дужини од готово 1000 m има карактер слијепе долине. Дно долине у овом дијелу је проширено срастањем вртача и преиздубљено у односу на низводнији дио 20 m (Бахтијаревић, А., 1986).

Увале

Увала Сарачево поље – смјештена је у сјевероисточном дијелу површи Равне планине. Површине је 1,1 km², дужине 1,4 km и максималне ширине 1,3 km. Овалног је облика. Окружују је узвишења висине од 1355 до 1422 m. У западном дијелу, обод је снижен и представљен сниженом пречагом (1355 m), која раздваја увале Сарачевог поља и Станова, а према сјеверу ова пречага се надовезује на узвишење од кластита (1362 m). На том дијелу, због контакта кречњака и кластита, јављају се вртаче асиметричног профила. Карактеристике дна увале у њеном суженом сјеверном и проширеном јужном дијелу такође се разликују. У сјеверном дијелу обода очуван је фрагмент скрашћене висеће долине, док је у јужном дијелу дно представљено

претежно огољелим површинама са 40 до 70 вртача по km^2 , које су мјестимично срасле.

Делувијални покривач јавља се само понегдје. У сјеверном дијелу, дно је уравњено и покривено до 20 cm дебелим делувијумом. Број вртача у овом дијелу је знатно мањи (у већем дијелу до 10 вртача по km^2), и вртаче су малих димензија. Делувијални покривач је однијет на мјестима веће пропусности пукотина, те је ту стијенска подлога огољена. Ово је нарочито случај око поноришта цурака и поточића који се формирају од вода извора. Поноришта представљају уједно и најниже дијелове увале. Сарачев понор у јужном дијелу увале има надморску висину 1305 m што је најнижа тачка у ували (Слика 16).



Слика 16 Увала Сарачево поље – поглед из Сарачевог понора
(извор: Голијанин Ј., 2013)

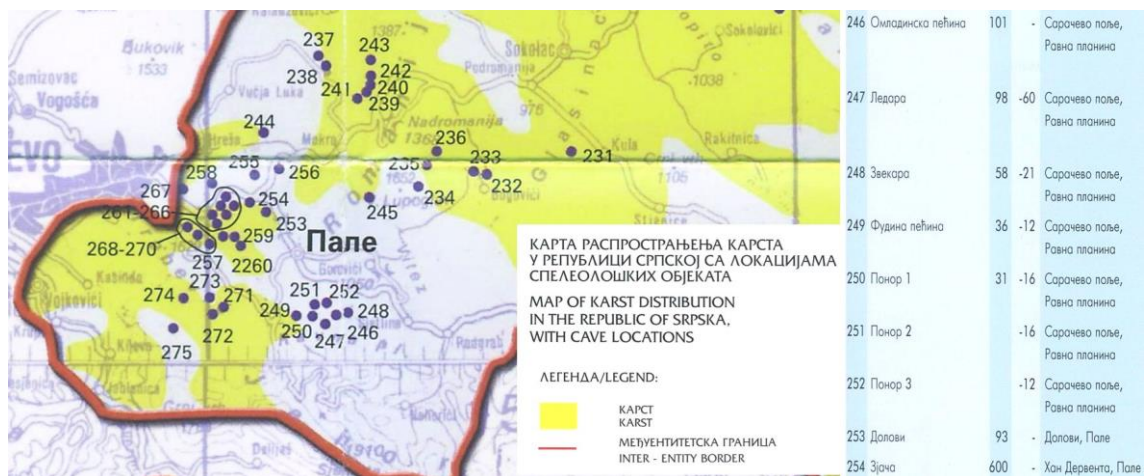
Увала Станови – налази се у сјеверном дијелу површи. Има површину 1,2 km^2 , дужину 1,8 km и максималну ширину 1 km . Увала је елипсастог облика. Окружују је узвишења висине 1355 – 1371 m . Осим у источном дијелу, гдје га сачињавају падине у класититима, обод увале представљен је благо нагнутим кречњачким површинама са одликама богињавог краса. У сјеверном дијелу, изнад одсјека Бијелих стијена, обод је снижен и има висину 1320 – 1335 m . Дно увале је неравно, са великим бројем вртача. У сјеверном дијелу јавља се од 40 до 70, а у јужном и преко 70 вртача по km^2 . Због велике густине, вртаче међусобно срастају па се јављају двоугубе, троугубе, четворогубе и вишегубе вртаче (Бахтијаревић, А., 1986). Средња висина дна увале је 1315 m , а њени најнижи дијелови имају висину 1285 – 1290 m .

За разлику од увале Сарачевог поља, чије је дно огољело и обрасло травнатом вегетацијом, дно увале Станови је у цјелини обрасло шумском вегетацијом.

Увала Дуго поље – налази се у јужном дијелу површи Равне планине. Има површину од 0,4 km² и овалног је облика (дужине 750 m, а ширине 500 m). На ободу увале истичу се узвишења висина од 1387 до 1454 m. Сјевероисточни дио обода је снижен до 1370 m. У цјелини, обод је представљен благо нагнутиим кречњачким површинама обраслим шумом. Густина вртача је већа у сјеверном дијелу поља (10 – 40 вртача по km²), него у јужном (до 10 вртача по km²). Дно увале је уравњено, средње висине 1365 m и покривено делувијалним наносом дебљине до 20 cm, обрасло је травнатом вегетацијом. Најниже дијелове дна (1340 – 1350 m) представљају дна великих алувијалних вртача (Слика 14).

5.2.5.4.2 Подземни крашки облици

У досадашњим истраживањима на проучаваном простору евидентиран је већи број спелеолошких објекта. На релативно малом простору заступљен је прилично велик број пећина и јама, од којих су у раду обрађене само највеће и најинтересантније.



Скица 8 Фрагмент карте са локацијама спелеолошких објеката на проучаваном простору (извор: Дујаковић, Г., 2004)

Пећине

На проучаваном простору налази се већи број пећина.³⁰ Сви спелеолошки објекти овог ранга, са основним морфометријским подацима обједињени су у табели (Табела 12).

Табела 12 Истраживане пећине на простору Равне планине

Назив	Локација	Н.в. улаза	Дужина	Дубина (денивелација)
Омладинска пећина	Станови	1280 m	133 m	-20,5 m
Пећина на Сарачевом пољу	Сарачево поље	1340 m	19 m	-11 m
Мала пећина код Омладинске	Станови		15 m	-
Пећиница под Дубовиком	Дубовик		7 m	-
Двојна пећиница под Дубовиком	Дубовик		28 m	-
Каскадна пећиница	Дубовик		7 m	-
Пећиница под Хумом	Хум		26 m	-
Окапине над Ждребановим врелом	Бијеле стијене		2 – 9 m	-

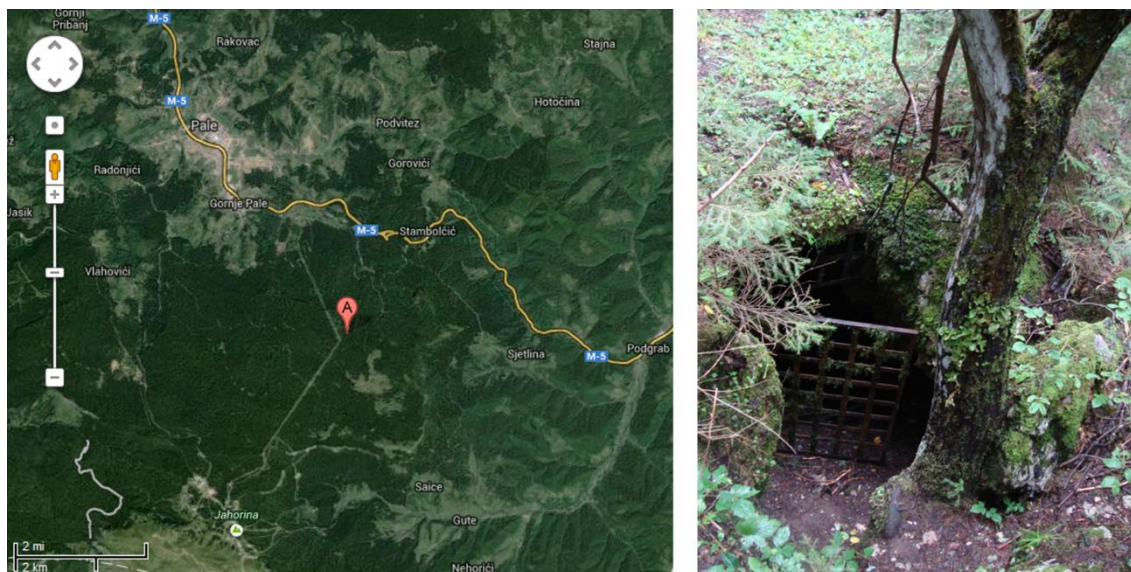
Извори: СД „Протеус“ Београд; СД „Босанско-херцеговачки крш“ Сарајево; СД „Понир“ Бања Лука; КСГ „Јефто Дедијер“ Сарајево

Омладинска пећина

Представља најзначајнији спелеолошки објекат истражен у ширем подручју Равне планине и Јахорине. Од осталих подземних објеката издваја се својим димензијама, богатством и ријетким формама пећинског накита, које су до сада пронађене у малом броју пећина Републике Српске. Непосредна близина трасе ускотрачне пруге за експлоатацију шуме указује да је она позната још са почетка двадесетог вијека из периода градње пруге, када је највјероватније и пронађена. Улаз у Омладинску пећину налази се у сјеверозападном дијелу платоа Равне планине на 1280 m надморске висине. Приступ је могућ са двије стране: из увале Сарачево поље, путем који води од некадашњег Планинарског дома „Игман“ до трасе ускотрачне пруге, али и са друге стране, од Пала трасом нове гондоле Пале – Јахорина, преко Бијелих стијена. Пећина се налази 10 m испод трасе пруге. На улазу у пећину је постављена метална капија почетком седамдесетих година прошлог вијека, због заштите атрактивног пећинског накита од честих посјета планинара и

³⁰ СД „Босанско-херцеговачки крш“ из Сарајева, истраживало је подручје Равне планине неколико пута током осамдесетих година прошлог вијека. Од резултата ових истраживања постоје сачувани само основни подаци: локације објеката, координате, дужине и дубине без детаљних морфолошких описа, топографских цртежа и записника. Касније су истраживања вршили спелеолози СД „Протеус“ из Београда 1986. године, а најновија истраживања урадили су спелеолози СД „Понир“ из Бање Луке 2005. године.

излетника. Мјесто гдје је постављена капија обрасло је вегетацијом, па је улаз у пећину прилично неупадљив и примијећује се тек из непосредне близине.



Слика 17 Локација и улаз у Омладинску пећину
(извор: Голијанин, Ј., 2013)

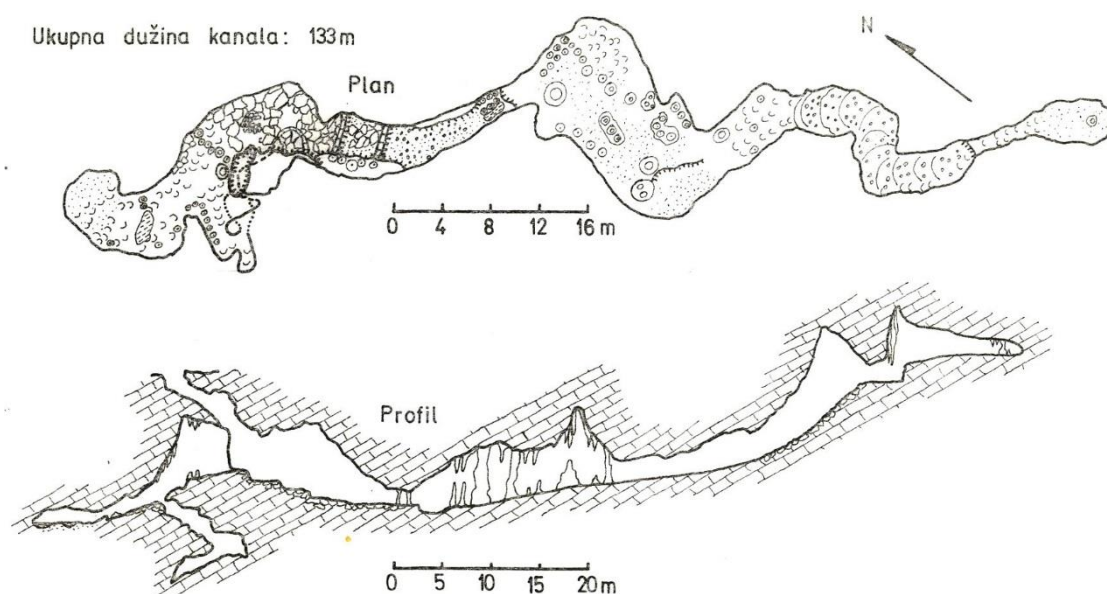
Спелеолошки, пећина је по дужини подземних канала кратак подземни објекат, састављен од главног канала раздијеленог, мањим и већим сужењима, на један мањи канал и неколико дворана. Укупна дужина истражених подземних канала³¹ износи 133 m, а денивелација -20,5 m. У хидролошком смислу пећина није активна, те се осим процјеђивања не дешавају никакви хидролошки процеси. У спелеоморфолошком погледу, пећина се може подијелити на неколико морфолошких цјелина: Улазни канал, Централна дворана, Понорска дворана, Велика дворана и Завршна дворана.

Улазни канал, посматрано у профилу, има највећи пад (-44°) који у једном дијелу прелази у јаму са падом до -56° . Овај дио пећине је најнепроходнији, будући да се може савладати једино уз помоћ љествица или ужади, па је за масовније туристичко коришћење неопходно уредити и прилагодити овај дио Улазног канала.

Централна дворана представља мјесто спајања Улазног канала са Понорском двораном и Великом двораном. По димензијама и морфолошким карактеристикама ово је једна од највећих дворана пећине, са дужином од 24,50 m. Богато је украшена

³¹ Према подацима СД „Протеус“, док се у подацима СД „Понир“ за укупну дужину истражених подземних канала Омладинске пећине наводи димензија од 121 m.

пећинским накитом, а два пећинска стуба у западном дијелу одвајају Централну дворану и Понорску дворану. Стране Централне дворане су у потпуности покривене великим разнобојним саливима.



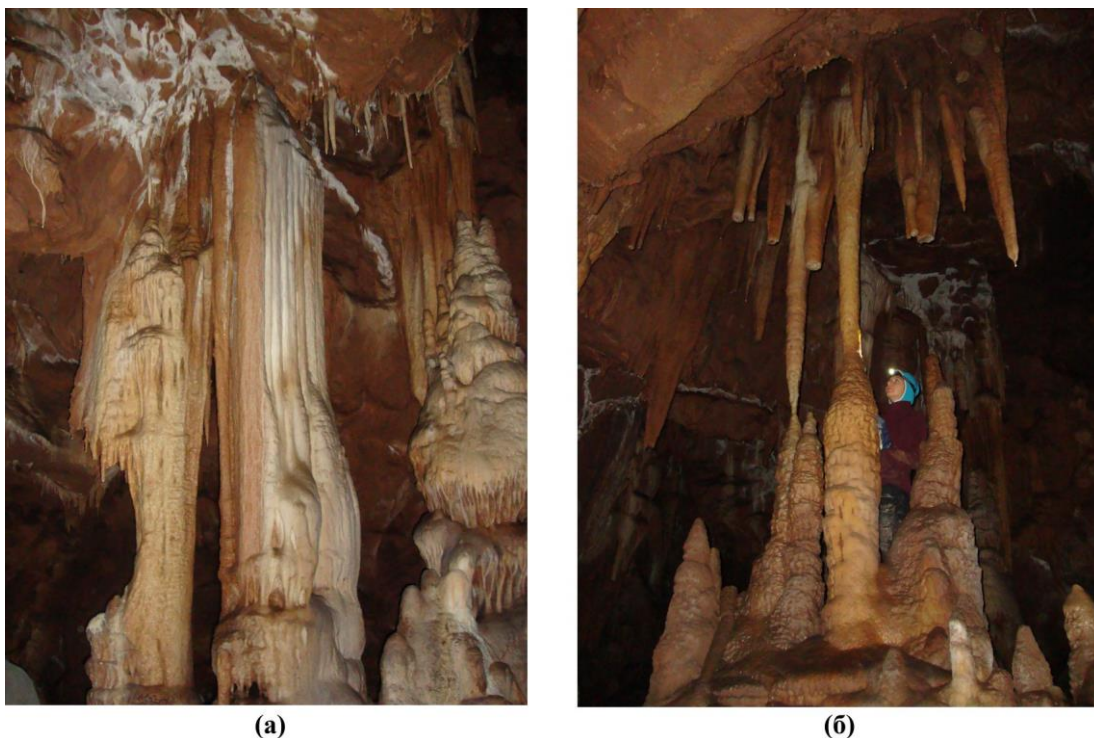
Скица 9 Скица Омладинске пећине (снимили чланови СД „Протеус“)

Понорска дворана је најнижа етажа, спуштена -17 m у односу на улаз, односно, $-20,5\text{ m}$ у односу на највиши, камински дио у Завршној дворани. Велики саливи на странама и мање групе сталактита на таваници красе ову дворану. Њена укупна дужина је $34,5\text{ m}$ и „подвлачи“ се испод улаза у пећину, а пукотинско сужење на крају налази се развијено директно испод вертикалног, Улазног канала.

Велика дворана је по димензијама, разноврсности и концентрацији пећинског накита најатрактивнија дворана Омладинске пећине. Наставља се на Централну дворану, кружног је облика са висином плафона која на појединим мјестима достиже $11,5\text{ m}$ (просјечна висина је од $2,40 - 7\text{ m}$). Ово је и највећа дворана пећине са дужином од 29 m и ширином у најширем дијелу од $13,50\text{ m}$.

Дворану украшавају масивни облици пећинског накита (Слика 18). Димензије и облици пећинских стубова су различити, висине од $2,5$ до 6 m , са пречницима највећих од $1,2 - 1,5\text{ m}$. Дно дворане је покривено калцитном кором неуједначене дебљине. Изнад сталагмита су формирани велики сталактити од којих су поједини импозантних димензија. Велику дворану красе и ријетке врсте пећинског накита. У мањим удубљењима дворане, на сјеверној страни, налазе се накупине

ексцентричног пећинског накита – хеликтита,³² формираних у условима велике влажности и струјања ваздуха. На двије локације пронађени су и арагонитски, игличасти облици, који су такође ријетка врста пећинског накита, као и крупни гроздови кристала калцита који су пронађени током спелеолошких истраживања на плафонском дијелу сужења које одваја Велику дворану и Завршну дворану.



Слика 18 Пећински накит Велике дворане: (а) масивни пећински стубови; (б) млађи пећински стубови, сталагмити и поломљени сталактити
(извор: Голијанин, Ј., 2013)

Завршна дворана се наставља на Велику дворану и једина је морфолошка цјелина која цијелом дужином има простирање према топографској површини. Највиши дијелови дворане су виши за 3,5 m у односу на улаз пећине. На странама ове дворане нађено је пећинско млијеко.³³ Дворана завршава пукотински, оријентисана према површини.

³² Ова изузетно ријетка врста пећинског накита до сада је пронађена само још у двије пећине Републике Српске – у Очаушкој пећини поред Теслића и Каверни у каменолому Љубачево у близини Бање Луке (подаци СД „Понир“ Бања Лука).

³³ Пећинско млијеко представља агрегат микросталасте супстанце, састављене најчешће од карбонатних минерала. Обичино се јавља као љепљива бјеличаста маса на зидовима и накиту. У одсуству воде претвара се у прашкасту масу која подсећа на талк или креду. Може образовати класичан пећински накит – сталактите, сталагмите и др, а у додиру са водом прелази у суспензију чинећи пластични седимент.

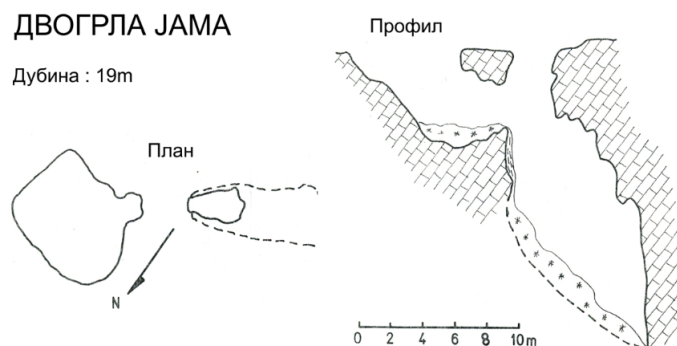


Слика 19 Накит Омладинске пећине: а.) фосилне бигрене каде; б.) кристали арагонита (извор: Голијанин, Ј., 2013)

Омладинска пећина је стари спелеолошки објекат, што је видљиво по присуству масивних облика пећинских стубова за чији настанак је потребан дуг временски период. Апсолутну старост пећине тешко је одредити, а процес таложења и морфологије акумулативних облика у подземним каналима и дворанама одвија се и данас различитим интензитетом.

Пећина на Сарачевом пољу (Двогрла јама³⁴)

Ова пећина спада у мање подземне објекте. Спелеоморфолошки, састоји се од два улаза, хоризонталног и вертикалног, простране дворане и завршне, најниже дворане. Вертикални јамски отвор има функцију вигледа, а локално становништво га користи као дивљу депонију за одбацивање смећа. Дно пећине је покривено танким слојем глине који је највећим дијелом затрпан са смећем. Оваквој ситуацији доприноси положај спелеолошког објекта, с обзиром да се налази близу пута.



Скица 10 Скица Пећине на Сарачевом пољу (Двогрле јаме) (снимили чланови СД „Протеус“)

³⁴ У раду Бахтијаревић А. ова пећина је окарактерисана као јама под називом Двогрла јама.

Пећина је сиромашна пећинским накитом. Укупна дужина канала је 18,5 m, а денивелација -11 m (СД „Понир“, 2005). Од осталих пећина истражених на проучаваном простору, највише су заступљене пећине мањих димензија и окапине.

Јаме

На проучаваном простору до сада је регистровано седам јама, спелеолошких објеката чији се канали већим дијелом простиру вертикално у унутрашњост стијенске масе. У највећем броју случајева, јаме представљају поноре некадашњих токова. Све су лоциране на простору карстне површи Равне планине и у уској су вези са пресијецима расједних структура. Приказ истраживаних јама на простору Равне планине дат је у табели (Табела 13) са основним морфометријским покатељима.

Табела 13 Истраживане јаме на простору Равне планине

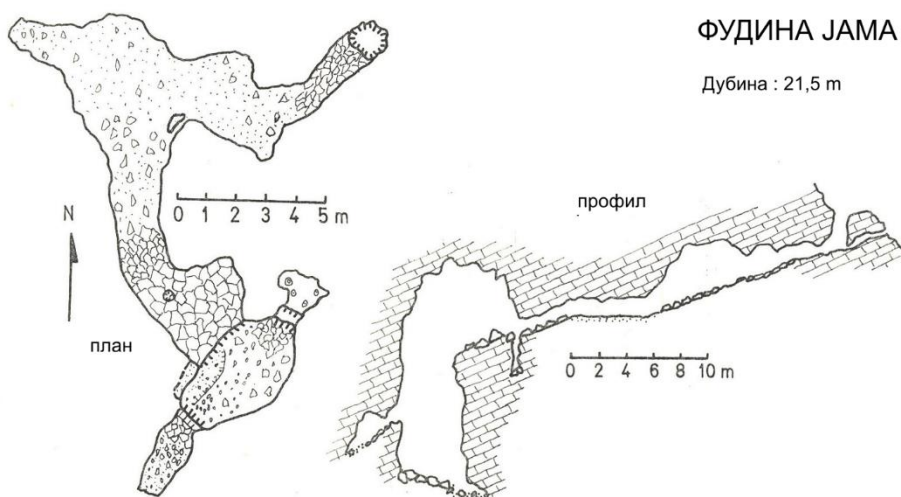
Назив	Локација	Н.в. улаза	Дужина	Дубина (денивелација)
Звекара	Сарачево поље	1350m	23 m	-21 m
Фудина јама	Сарачево поље	1350m	21,5 m	-12,5 m
Понор Ледара	Сарачево поље	1270m	38 m + ?	-60 m
Јама I ³⁵	Сарачево поље		15,5 m	-
Јама II	Сарачево поље		13 m	-
Јама под Убојиштем	Убојиште		12 m	-
Галова јама	Хум		13,5 m	-

Извори: СПД „Јахорина“ Сарајево; СД „Протеус“ Београд; СД „Босанско-херцеговачки крш“ Сарајево; СД „Понир“ Бања Лука; КСГ „Јефто Дедијер“ Сарајево

Фудина јама

По својим димензијама, ова јама спада у мање спелеолошке објекте на проучаваном простору. Улаз у јаму је кружног облика, димензија 7x7 m. Вертикални канал је дугачак 8,40 m иза кога се наставља заравњено дно. Дно јаме је у почетном, нагнутом дијелу покривено крупним комадима стијена, камења и остацима дрвећа. Хоризонтални дио дна јаме покривен је глином и хумусом. Од пећинског накита формирани су мањи саливи и сталактити у завршном дијелу дворане. Укупна дужина канала је 21 m, а денивелација -12,5 m (СД „Понир“, 2005).

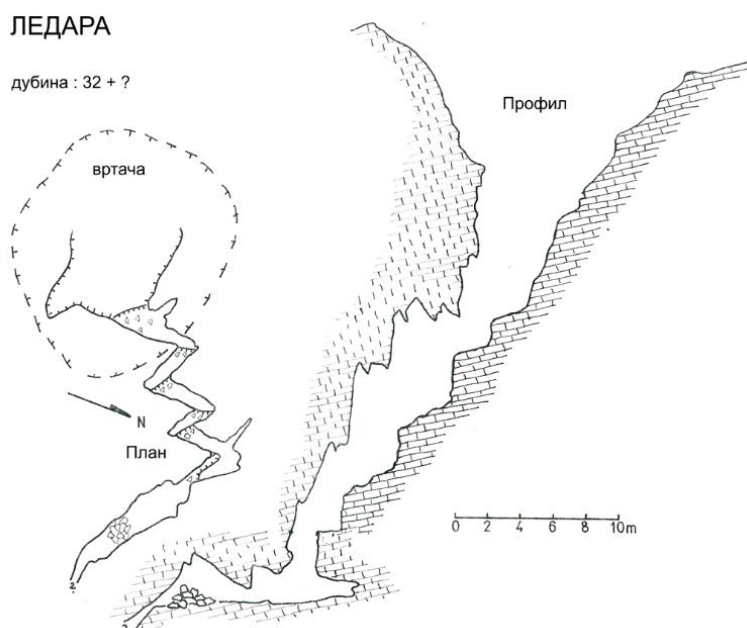
³⁵ Јама I и Јама II евидентирани су од стране спелеолога СД „Босанско-херцеговачки крш“ из Сарајева током осамдесетих година прошлог вијека, али не постоје детаљни подаци о овим спелеолошким објектима.



Скица 11 Скица Фудине јаме (снимили чланови СД „Протеус“)

Понор Ледара

Налази се у сјеверном ободу увале Сарачево поље. Улаз јој је смјештен под одсјеком у доњем дијелу вртаче у коју са истока дотиче поток. Састоји се од степенастог канала укупног пада -60° , просјечне ширине 1 m, са промјењивом висином таванице (максимално 7 m). Канал је развијен дуж два укрштена система паралелних пукотина и има генерални правац пружања сјевероисток – југозапад. По зидовима канала јавља се накит, а мјестимично се јављају и тросквасте шкрапе (Бахтијаревић, А., 1986).



Скица 12 Скица понора Ледара (снимили чланови СД „Протеус“)

Звекара

Налази се у југоисточном ободу увале Сарачевог поља. Улаз је у јужној страни елипсасте вртаче. Састоји се од улазног канала дужине 13 m, који се завршава у најнижем дијелу таванице дворане издужене у правцу сјеверозапад – југоисток. Дворана је максимално широка 8 m, дуга 13 m, са максималном висином таванице 9 m. Зидови и таваница су богато засигани дебелим саливима и сталактитима. Дно је прекривено крупном дробином, а у најнижем дијелу дна дробина је ситнија и задржава се ујезерена вода. У југоисточном дијелу се налази узлазни стрми канал који води на галерију представљену округлом двораницом пречника 5 m, висине до 4 m, чији су зидови и таваница веома богати пећинским накитом (Бахтијаревић, А., 1986).

Број пећина и јама овим пописом свакако није коначан, посебно када је ријеч о пећинама и јамама мањих димензија (окапине и сл.). Потребно је наставити и допунити већ постојећа спелеолошка истраживања на овом простору, будући да исти обилују подземним облицима крашког рељефа.

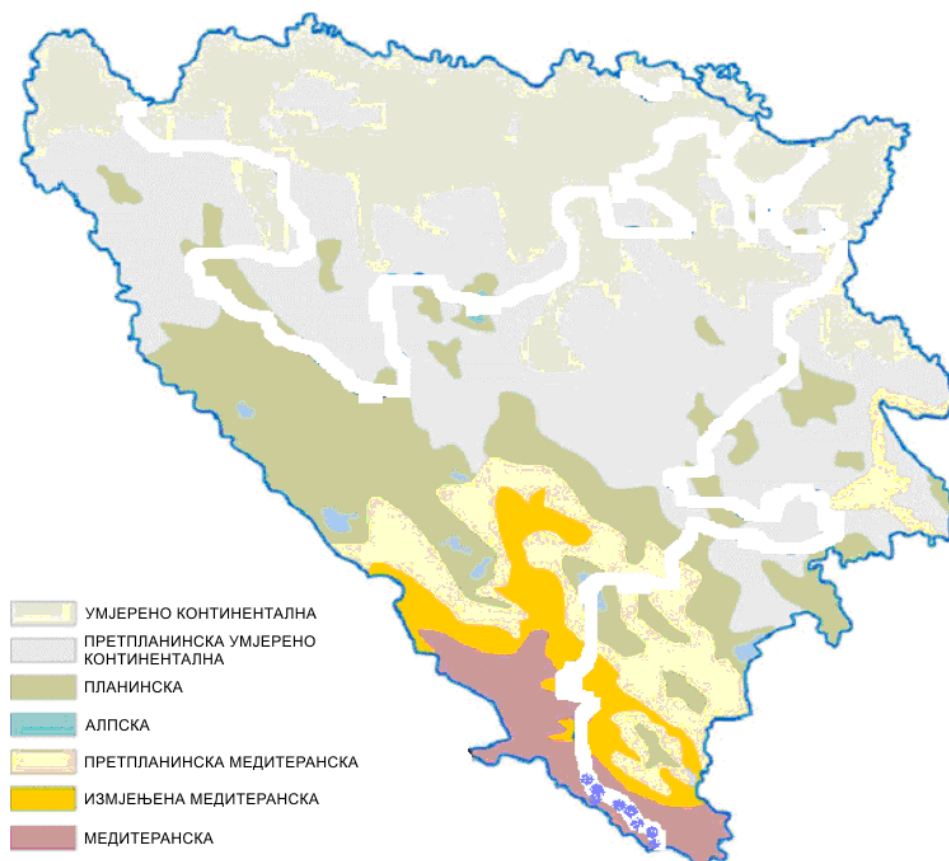
5.3 АНАЛИЗА КЛИМАТСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА

Главни чиниоци који одређују карактер климе на проучаваном простору су: географски положај, удаљеност од мора, правац пружања, надморска висина, рељеф и шумовитост. Услјед великог распрострања, као и надморске висине, масив Јахорине представља својеврстан штит од утицаја климатских фактора са југа према Паљанској котлини на сјеверу. Због тога се зими често јављају температурне инверзије у котлинама, па тако и у овом случају, бива топлије на већим надморским висинама него у самој котлини ријеке Миљацке на којој је смјештено градско језгро општине Пале. Климату овог простора карактеришу угодна, свјежа лjeta и хладне зиме.

У погледу provedбе квалитетне анализе климатских параметара на проучаваном простору, наишли смо на проблем који се огледа у недостатку метеоролошких параметара. Наиме, на овом простору од 1990. године не постоји метеоролошка станица која би регистровала климатске елементе. Да би се добила приближна слика о карактеру климе коришћени су подаци мјерења климатских елемената из

ранијег периода, као и из сусједних метеоролошких станица на којима су у мањем или већем континуитету вршена метеоролошка мјерења (Табела 14).

Новија метеоролошка мјерења и климатски подаци за простор Паљанске котлине и Равне планине врло су оскудни. У раду су анализирани подаци који се односе на два вишегодишња низа, тј. тридесетогодишњи период 1961 – 1990. године и нешто краћи двадестдвогодишњи период, од 1991 – 2012. године, који је у случају мјерења на метеоролошкој станици Бјелашница нешто краћи јер на овој станици (опсерваторији) нису вршена метеоролошка мјерења у периоду 1992 – 2000. године, док у случају метеоролошке станице Пале новија мјерења, од 1991. године не постоје. Подаци метеоролошких мјерења (температуре ваздуха, влажност ваздуха, облачност, трајање сунчевог сјаја, падавине и вјетрови), узети су са метеоролошких станица из окружења, при чему се водило рачуна о удаљености од центра проучаваног простора и надморској висини, како би се на најприближнији могући начин анализирале климатске карактеристике посматраног простора.



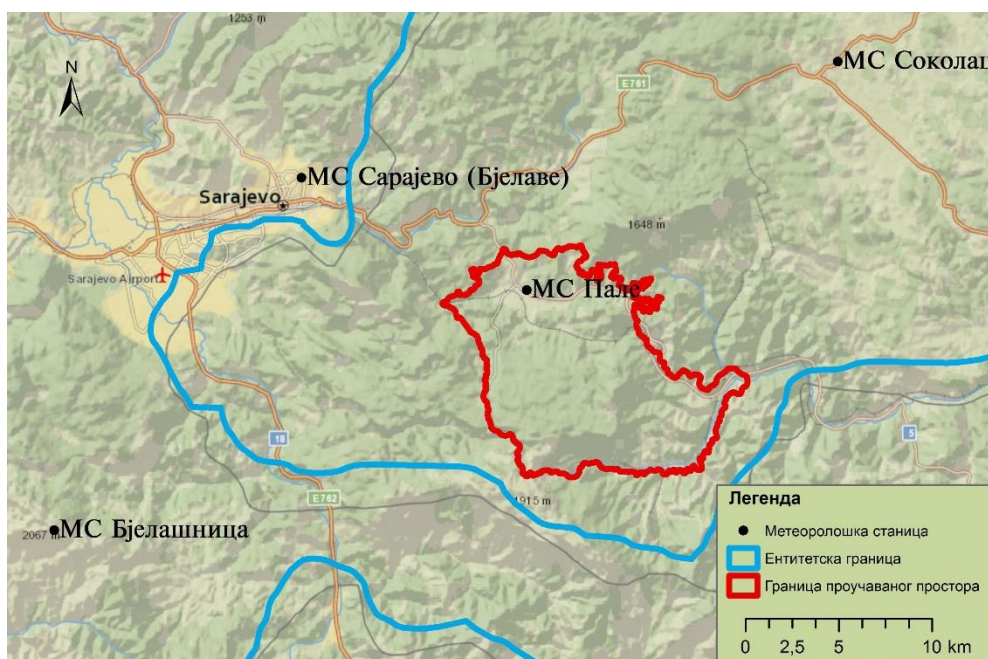
Карта 14 Типови климе у БиХ
(извор: Група аутора, 2009)

Будући даће се у раду примат дати методологији вредновања природних потенцијала, којој претходи анализа свих физичкогеографских параметара – а међу њима и климатских, проблем у погледу недостатка метеоролошких информација за посматрани простор чини значајан недостатак рада. Проблем недостајућих података и метеоролошких мјерења новијег датума настојаће се умањити кроз компарацију два вишегодишња низа метеоролошких мјерења на већем броју станица у окружењу (Табела 14).

Табела 14 Метеоролошке станице чија су мјерења обухваћена анализом

Метеоролошка станица	Надморска висина (m)	Географске координате		Удаљеност од центра проуч. простора (km)
		φ	λ	
Пале	829	43°19'	18°35'	8
Сарајево	630	43°52'	18°26'	17
Соколац	913	43°57'	18°49'	25
Бјелашница	2067	43°42'	18°16'	27

Извори: ФХМЗ БиХ Сарајево, 2013; РХМЗ Бања Лука, 2013.



Карта 15 Положај метеоролошких станица (МС) чији подаци су се користили за анализу климатских карактеристика у односу на проучавани простор

Размјештај метеоролошких станица у непосредној близини проучаваног простора прилично је повољан за оцјену климе. Међутим, са друге стране, различите удаљености метеоролошких станица од простора Паљанске котлине и Равне планине могу створити извјесне разлике климатских елемената у односу на објекат истраживања, што је неопходно имати на уму. За анализу и компарацију

коришћени су сљедећи подаци метеоролошких мјерења: средње мјесечне и годишње температуре ваздуха, годишњи ток релативне влажности ваздуха, годишњи ток облачности, инсолација – трајање сијања сунца у сатима, средње мјесечне и годишње количине падавина, бр. дана са снијегом, вјетрови – правац и честина вјетрова.

5.3.1 Температуре ваздуха

Температура ваздуха је један од најважнијих климатских елемената, који значајно утиче на климатске карактеристике одређеног мјеста. Температура ваздуха опада са надморском висином и у планинским предјелима тај пад износи просјечно 0,56°C на сваких 100 m висинске разлике (Милосављевић М., 1990). Инверзије температуре јављају се, између осталог, највише захваљујући морфографским одликама терена у окружењу гдје доминирају средње високе планине, односно разликама између планинских гребена и врхова, са једне стране, и депресије Паљанске котлине, са друге стране. Расхлађени и гушћи ваздух тежи да клизи низ падине и концентрише се у котлини. Поред надморске висине, експозиција падина има посебну улогу. Ово се очитује највише у чињеници да су јужне и југозападне стране планине више окренуте сунцу од сјеверних и сјевероисточних које су хладније и у сјенци, али на којима су управо због тога бољи услови за развој зимског спортског туризма који је главна окосница развоја ових и планинских простора у окружењу.

Табела 15 Средње мјесечне и годишње температуре ваздуха (°C) за два вишегодишња периода, 1961-1990 (I) и 1991-2012 (II)³⁶

Метео. станица	Пе ри.	Мјесеци												Сред. год.Т.	Амп лит.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Пале	I	-3,3	-1,2	2,1	6,5	11,4	14,4	16,0	15,3	12,0	7,3	2,8	-1,7	6,8	19,3
	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сарајево	I	-0,9	1,5	5,1	9,4	14,1	16,9	18,9	18,5	15,1	10,4	5,3	0,3	9,5	19,8
	II	0,1	1,1	5,6	9,9	14,8	18,5	20,3	20,2	15,3	10,9	6,0	1,0	10,3	20,4
Соколац	I	-4,8	-2,3	1,6	6,4	11,4	14,3	16,0	15,5	12,0	7,3	2,1	-2,8	6,4	20,8
	II	-2,7	-1,9	2,1	7,1	12,3	15,9	17,5	17,3	12,4	8,1	2,9	-1,6	7,5	20,2
Бјелашница	I	-6,4	-6,5	-4,4	-1,2	3,8	7,2	9,5	9,6	6,8	2,8	-1,6	-4,9	1,2	16,1
	II	-6,7	-7,3	-4,2	-0,3	5,0	9,0	11,0	11,3	6,3	3,2	-1,0	-5,3	1,8	18,6

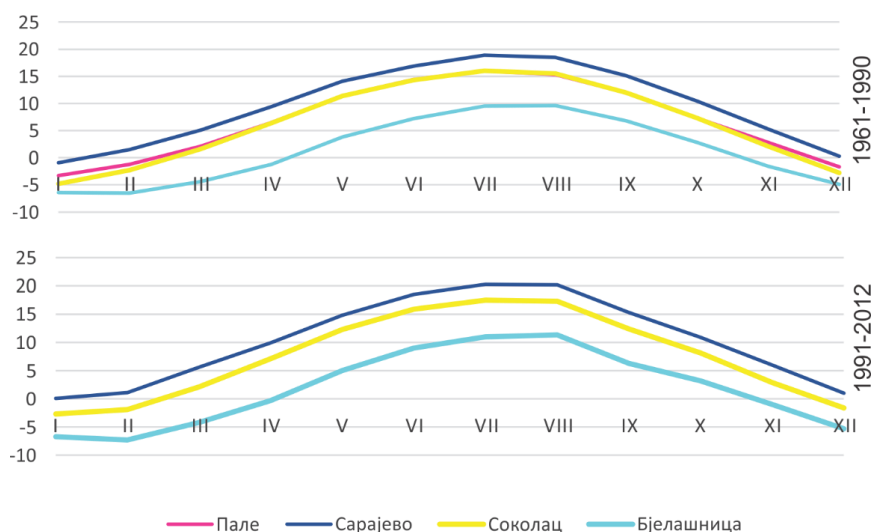
Извори: база и архива ФХМЗ БиХ Сарајево, 2013; база и архива РХМЗ Бања Лука, 2013.

³⁶ Период II представља двадесетдвогодишњи низ свих метеоролошких података само за метеоролошке станице Сарајево и Соколац, док је овај период нешто краћи за метеоролошку станицу Бјелашница и износи 1999 – 2012. године, а за метеоролошку станицу Пале не постоји.

Анализом података из табеле (Табела 15) долази се до закључка да се средње годишње температуре ваздуха крећу у интервалу од 10,3°C (према подацима са метеоролошке станице Сарајево) до 1,2°C (тј. 1,8°C за период од 1999-2012, према подацима са метеоролошке станице Бјелашница). Будући да је надморска висина метеоролошке станице Соколац приближна просјечној надморској висини Паљанске котлине, и просјечна годишња температура на овим станицама је приближна, тј. температура ваздуха нижих подручја на посматраном простору креће се у опсегу од 6,4°C до 7,5°C. Са друге стране, чињеница је да виши дијелови планине имају ниже средње годишње температуре, чије су вриједности приближније вриједностима добијеним на метеоролошкој станици Бјелашница. У погледу колебања температура најмањи износ колебања забиљежен је на високопланинским просторима (Бјелашница), док су температурне амплитуде нешто веће на осталим мјерним станицама.

Средње мјесечне температуре ваздуха на проучаваном простору најмање су у јануару (од 0,1°C до -6,7°C), фебруару (од 1,5°C до -7,3°C) и децембру (од 1,0°C до -5,3°C), а највише вриједности су забиљежене у јулу (од 9,5°C до 20,3°C) и августу (од 9,6°C до 20,2°C).

График 6 Годишњи ток температура ваздуха (°C) за два вишегодишња периода (1961-1990 и 1991-2012)



На основу графика (График 6) јасно се уочавају минималне средње мјесечне температуре ваздуха, које се најчешће јављају у зимском периоду године, тачније у мјесецима јануару, фебруару и децембру. Максималне средње мјесечне

температуре ваздуха јављају се у топлијем периоду године, највише у мјесецима јулу и августу. Може се извести закључак да је зимски период године најхладнији, а на простору са надморским висинама преко 1000 m температуре су испод 0°C. У погледу компарације промјена годишњег тока температура ваздуха за два осматрана периода, примјетно је благо повећање средње годишње температуре које је регистровано на свим мјерним станицама.

Период прољећа карактеришу нешто ниже температуре ваздуха у односу на јесен. Примјетно је да је просјек прољећних температура приближан годишњем просјеку (изузев на Бјелашници гдје су прољећне температуре нешто ниже), па се може констатовати да је прољеће прилично поуздан термички репрезент просјечене годишње температуре ваздуха.

Новијим мјерењима констатовано је повећање просјечне годишње температуре ваздуха на свим станицама (које су укључене у анализу), у односу на референтни период (1961-1990). Повећање је највише регистровано на Сокоцу и износи 1,1°C, те у Сарајеву 0,8°C и Бјелашници 0,6°C. У погледу амплитуда регистрован је пораст на Бјелашници у износу од 2,5°C и нешто мањи у Сарајеву 0,6°C. На Сокоцу је дошло до обрнуте ситуације у ту се биљежи смањење амплитуде у износу од 0,6°C. Генерално, примјетан је пораст просјечних мјесечних температура, који је нарочито изражен у лјетном периоду.

График 7 Просјечна годишња температура у Сарајеву – период 1888-2008 год.
(Група аутора, 2009)

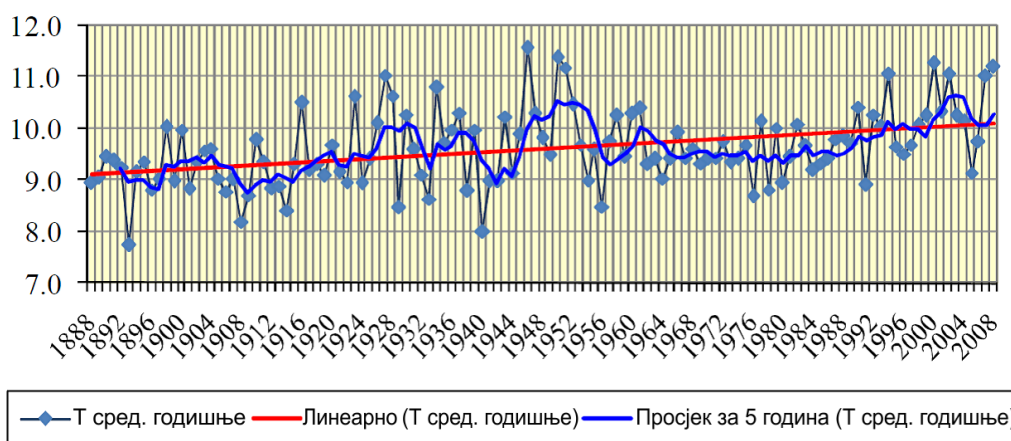


График 7 приказује тренд раста просјечне годишње температуре у Сарајеву за 1°C у периоду од 120 година (1888-2008). На основу пројекција максималних годишњих температура ваздуха за Сарајево изведени су параметри на основу којих

се претпоставља да ће максималне годишње температуре ваздуха за повратни период 20 до 30 година наставити да константно расту (Група аутора, 2009).

5.3.2 Релативна влажност ваздуха

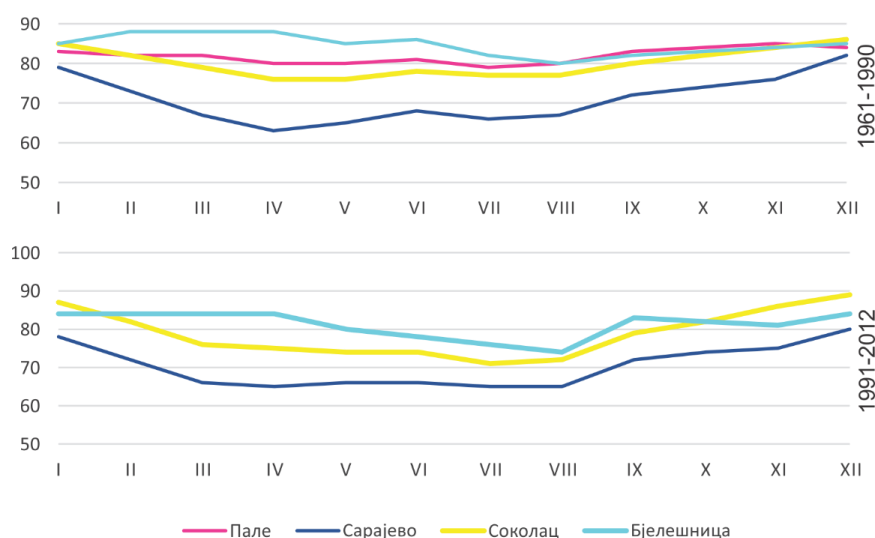
Влажност ваздуха, такође, представља битан параметар при одређивању микроклиматских карактеристика неког мјеста, будући да одређује количину падавина. За одређивање степена влажности ваздуха најчешће се користи релативна влажност ваздуха. Релативна влажност ваздуха утиче на облачност и количину сунчевог зрачења и директно је зависна од тока дневне температуре. Вриједности годишњег тока релативне влажности ваздуха дате су у табели (Табела 16) и приказани на графикону (График 8).

Табела 16 Годишњи ток релативне влажности ваздуха (%) за два вишегодишња периода, 1961-1990 (I) и 1991-2012 (II)

Метео. станица	Пе ри.	Мјесци												Сред. год.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Пале	I	83	82	82	80	80	81	79	80	83	84	85	84	82
	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сарајево	I	79	73	67	63	65	68	66	67	72	74	76	82	71
	II	78	72	66	65	66	66	65	65	72	74	75	80	70
Соколац	I	85	82	79	76	76	78	77	77	80	82	84	86	80
	II	87	82	76	75	74	74	71	72	79	82	86	89	79
Бјелашница	I	85	88	88	88	85	86	82	80	82	83	84	85	85
	II	84	84	84	84	80	78	76	74	83	82	81	84	81

Извори: база и архива ФХМЗ БиХ Сарајево, 2013; база и архива РХМЗ Бања Лука, 2013.

График 8 Годишњи ток релативне влажности ваздуха (%) за два вишегодишња периода (1961-1990 и 1991-2012)



Средња годишња релативна влажност ваздуха креће се у интервалу од 70% у Сарајеву до 85% на Бјелашници, те укупно годишње колебање средње годишње релативне влажности износи 15% (тј. 11% уколико се анализира млађи период осматрања, од 1999-2012 за метеоролошку станицу Бјелашница, а 14% за референтни период). Сезонски просјек за љетни период варира у распону од 65% до 86%, па амплитуда љетних колебања значајно варира и износи 21%. Са друге стране, највећи сезонски просјек јавља се у прољеће када се креће о опсегу од 63% до 88%, са амплитудом од 21%. У зимском периоду вриједности се крећу у опсегу од 72% до 89%, са нешто мањом амплитудом (17%). Јесење вриједности релативне влажности ваздуха варирају у распону од 72% до 86%, па амплитуда јесењих колебања најмање варира и износи 14%. На основу компарације података за два вишегодишња низа метеоролошких осматрања (Табела 16), запажа се да је средња годишња релативна влажност ваздуха нешто нижих вриједности за све станице (нарочито за Бјелашницу – нижа за 4%), те да има тенденцију мањег колебања у току године (са 14% на 11%).

На основу ових показатеља може се закључити да средња годишња релативна влажност, за проучавани простор, на различитим надморским висинама варира и да је мања у нижим дијеловима у односу на планинске просторе. Највлажнији мјесеци су децембар, новембар и јануар, а најсувљи мјесеци су јул и август. Највиша колебања влажности ваздуха дешавају се у прољетном периоду, а најмања у јесењем. Компарацијом промјена годишњег тока релативне влажности ваздуха за два осматрана периода примјетно је благо опадање средње годишње релативне влажности ваздуха, што се подудара са благим порастом температура, које је такође регистровано на мјерним станицама.

5.3.3 Облачност

Облачност је значајан климатски елемент који показује степен покривености неба облацима. Уколико је заступљена у значајној мјери, утиче на ублажавање дневног колебања температура, а самим тим и на рјеђе појаве екстремно ниских или високих температура. Облачност има сличан годишњи ток као и релативна влажност ваздуха. Подаци годишњег тока облачности дати су у табели (Табела 17) и приказани на графикону (График 9).

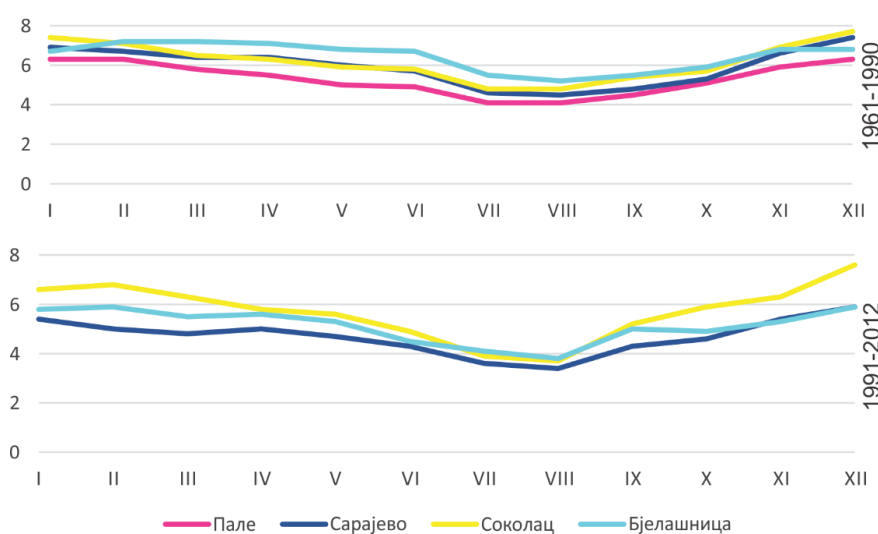
Табела 17 Годишњи ток облачности (осмина) за два вишегодишња периода, 1961-1990 (I) и 1991-2012 (II)

Метео. станица	Пе ри.	Мјесеци												Сред. год.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Пале	I	6,3	6,3	5,8	5,5	5,0	4,9	4,1	4,1	4,5	5,1	5,9	6,3	5,3
	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сарајево	I	6,9	6,7	6,4	6,4	6,0	5,7	4,6	4,5	4,8	5,3	6,6	7,4	5,9
	II	5,4	5,0	4,8	5,0	4,7	4,3	3,6	3,4	4,3	4,6	5,4	5,9	4,7
Соколац	I	7,4	7,1	6,5	6,3	5,9	5,8	4,8	4,8	5,4	5,7	6,9	7,7	6,2
	II	6,6	6,8	6,3	5,8	5,6	4,9	3,9	3,7	5,2	5,9	6,3	7,6	5,7
Бјелашница	I	6,7	7,2	7,2	7,1	6,8	6,7	5,5	5,2	5,5	5,9	6,8	6,8	6,4
	II	5,8	5,9	5,5	5,6	5,3	4,5	4,1	3,8	5,0	4,9	5,3	5,9	5,1

Извори: база и архива ФХМЗ БиХ Сарајево, 2013; база и архива РХМЗ Бања Лука, 2013.

Према подацима за посматране периоде, средња годишња облачност креће се у распону од 4,7 осмина за Сарајево до 6,4 осмина за Бјелашницу. У оквиру показатеља облачности са ове четири метеоролошке станице, може се закључити да проценат облачности на проучаваном простору варира од 58% у подножју до 80% на вишим предјелима. Примјетно је смањење средње годишње облачности на свим мјерним станицама за период осматрања 1991-2012.

График 9 Годишњи ток облачности за два вишегодишња периода (1961-1990 и 1991-2012)



На графикону (График 9) се најбоље осликава ток облачности која је највећа у зимском периоду године, нарочито у децембру, када је и релативна влажност ваздуха максимална. Облачност је повећана и у прољеће, а најмања је лети, у јулу и августу. Са порастом надморске висине повећава се број облачних дана, па је у вишим предјелима средња годишња облачност изнад 60%.

Новијим мјерењима констатовано је смањење годишњег тока облачности на свим станицама (које су укључене у анализу), у односу на референтни период

(1961-1990). Највеће смањење је регистровано на Бјелашници и Сарајеву гдје износи 1,3 осмина за Бјелашницу у 1,2 осмине за Сарајево, док је у Сокоцу однос смањења облачности нешто мањи и износи 0,5 осмина. Смањење годишњег тока облачности подудара се са порастом просјечне годишње температуре ваздуха, као и опадања средње годишње релативне влажности ваздуха.

5.3.4 Трајање сунчевог сјаја (инсолација)

Овај климатски фактор својом вриједношћу директно утиче на загријавање Земљине површине. Интензитет трајања сунчевог сјаја³⁷ зависи од дужине трајања обданице, стања атмосфере, те нарочито од морфографских и морфометријских карактеристика рељефа – експозиције падина која формирањем сјене смањује дужину трајања сунчевог сјаја.

Табела 18 Годишњи ток трајања сунчевог сјаја (h) за два вишегодишња периода, 1961-1990 (I) и 1991-2012 (II)

Метео. станица	Пе ри.	Мјесеци												Сума
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Пале	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сарајево	I	57,1	83,7	125,6	149,0	191,7	207,1	256,4	237,6	186,6	148,8	81,2	39,2	1764,1
	II	78,1	104,5	146,3	152,4	201,1	233,5	256,0	240,1	172,1	147,9	91,6	57,7	1881,4
Соколац	I	53,2	73,9	121,3	143,1	188,7	202,3	245,8	226,6	176,0	136,9	87,1	47,6	1507,7
	II	71,4	95,4	143,4	162,8	219,5	237,0	268,5	251,2	168,6	142,1	83,1	45,8	1888,8
Бјелашница	I	86,8	82,5	110,5	126,7	162,8	169,8	304,6	218,1	176,7	148,7	97,1	83,3	1767,7
	II	88,9	80,4	122,1	132,9	177,6	215,9	249,9	257,0	165,9	144,2	100,7	75,1	1878,4

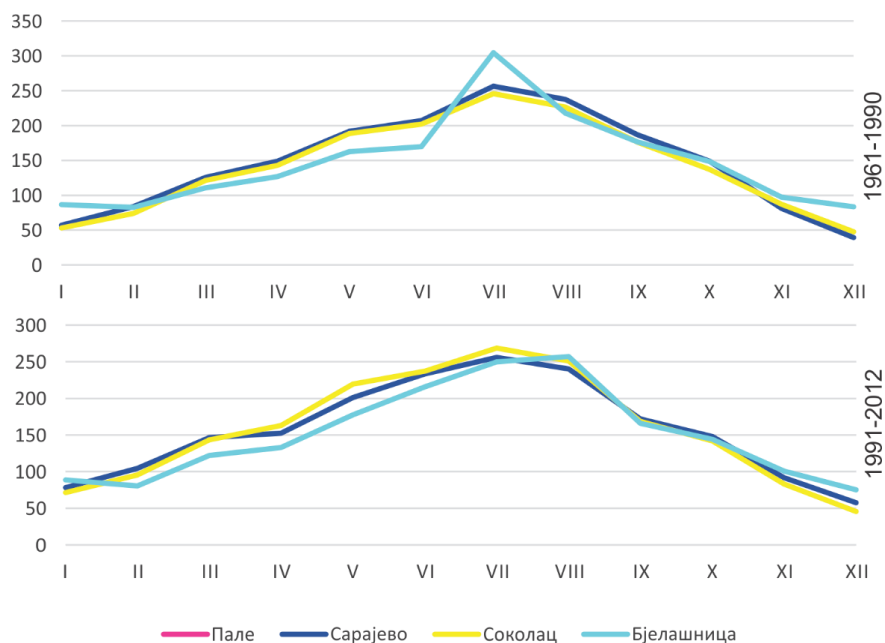
Извори: база и архива ФХМЗ БиХ Сарајево, 2013; база и архива РХМЗ Бања Лука, 2013.

За метеоролошку станицу Пале није било мјерења овог климатског фактора, па су анализом обухваћена мјерења на сусједним станицама. Средња годишња сума трајања сунчевог сјаја креће се у опсегу од 1507,7 часова на Сокоцу за референтни период, до 1888,8 часова на истој мјерној станици али за период осматрања 1991-2012. Овај износ инсолације спада међу ниже вриједности забиљежене у БиХ, чему значајно доприносе морфографске карактеристике рељефа. На основу података из табеле (Табела 18), израчуната је средња мјесечна инсолација за све станице и она

³⁷ Интензитет сунчевог зрачења јачи је у планинским областима, јер је, прије свега, краћи пут сунчевих зрака кроз атмосферу. Према подацима са територије средње Европе, на 1800 m надморске висине, током ведрога дана, доспијева око 75% од укупног сунчевог зрачења; док до нивоа мора стиже око 50%. Међутим, када је небо облачно, на 1800 m стиже око 52%, а до мјеста на нивоу мора свега 24% од укупног сунчевог зрачења (Извор: Група аутора, 2003).

приближно износи 148 часова, што на дневном нивоу даје просјечно око 5 сати трајања сунчевог сјаја.

График 10 Годишњи ток трајања сунчевог сјаја (h) за два вишегодишња периода (1961-1990 и 1991-2012)



Највеће вриједности дневних и мјесечних сума трајања сунчевог сјаја забиљежене су у љетном периоду, а условљене су дужином трајања обданице и смањеном облачношћу. Средња мјесечна сума броја часова сијања Сунца током љетних мјесеци највећа је у јулу и креће се у опсегу од 245,8 часова (7,9 сати дневно) за Соколац до 304,6 часова (9,8 сати дневно), за Бјелашницу.

Најмање вриједности дневних и мјесечних сума трајања сунчевог сјаја јављају се у зимском периоду године, што је последица повећане облачности и појаве магле, као и краћег трајања освијетљеног дијела дана. Средње вриједности броја часова сијања Сунца током зимских мјесеци најниже су у децембру и крећу се у опсегу од 39,2 часа (мало више од 1 сат дневно) за Сарајево до 83,3 часа (2,7 сати дневно) за Бјелашницу. Међутим, потребно је истаћи да се број часова сијања Сунца за простор Сарајева знатно повећао у новијим климатским мјерењима, те при анализи инсолације новијег временског периода (1992-2012. год.) запажа се да најмању инсолацију у децембру има Соколац 45,8 часова (1,5 сати дневно); док је највећа инсолација у овом мјесецу и даље измјерена на Бјелашници, 75,1 часова (2,4 сати дневно).

Компарацијом суме инсолације за станице на којима је било осматрања овог климатског елемента, може се закључити да средњи годишњи ток трајања сунчевог сјаја за проучавани простор, на различитим висинским зонама варира, али да генерално има тенденцију пораста. Највиши пораст инсолације регистрован је на Сокоцу и износи 381,1 часова, али пораст је забиљежен и на осталим станицама – у Сарајеву 117,3 часова и Бјелашници 110,7 часова. Овакав тренд се такође подудара са порастом просјечне годишње температуре ваздуха, изузев у случају Сокоца.

5.3.5 Падавине

Висина падавина током године у вези је са годишњим токовима температура, релативне влажности ваздуха и облачности. Набројани параметри условљавају конвективне процесе у атмосфери, кондензацију водене паре и њено излучивање у течном или чврстом стању. Наравно и овдје, између осталог, долазе до утицаја морфографске и морфометријске карактеристике терена, нарочито када је ријеч о кондензацији и сублимацији водене паре.

Табела 19 Средње мјесечне и годишње количине падавина (l/m^2) за два вишегодишња периода, 1961-1990 (I) и 1991-2012 (II)

Метео. станица	Пе ри.	Мјесеци												Сума
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Пале	I	74	72	74	98	89	101	94	91	80	94	114	99	1080
	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сарајево	I	71	67	70	74	82	91	80	71	70	77	94	85	932
	II	68,9	65,4	63,6	77,4	78,3	86,6	76,3	60,7	97,9	92,2	88,1	98,3	953,7
Соколац	I	52	49	56	62	72	84	73	70	64	67	84	68	802
	II	58,0	55,7	54,3	70,7	86,4	88,4	80,3	62,5	91,6	86,5	83,8	82,4	902,6
Бјелашница	I	89	88	96	86	80	81	98	108	130	139	134	93	1224
	II	95,2	103,8	88,2	90,1	94,9	108,2	104,4	99,3	129,5	137,6	131,4	139,8	1322,1

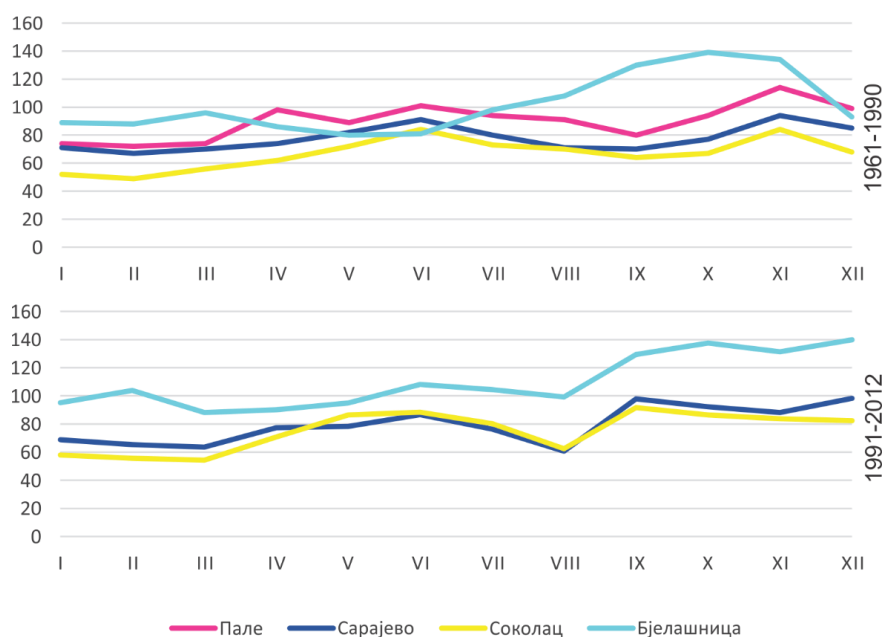
Извори: база и архива ФХМЗ БиХ Сарајево, 2013; база и архива РХМЗ Бања Лука, 2013.

Усљед сукоба континенталног утицаја са сјевера и субмедитеранског утицаја са југа, изнад планинског штита Јахорине долази до судара топлих и хладних струја и излучивања велике количине падавина. Са те стране, становништво овог краја, када су падавине у питању, традиционално се оријентише на праћење промјене облачности и других параметара који претходе падавинама, посматрајући јужне структуре Голе Јахорине. За приказивање плувиометријског режима на

проучаваном простору свакако ће послужити подаци метеоролошких станица које су размјештене у околини.

Просјечна годишња количина падавина измјерена на три метеоролошке станице варира у распону од 802 l/m² (у Сокоцу) до 1322,1 l/m² (на Бјелашници). Овакав распоред количине падавина није необичан, будући да се ради о комплексном простору који обухвата планински дио и ниже дијелове у окружењу.

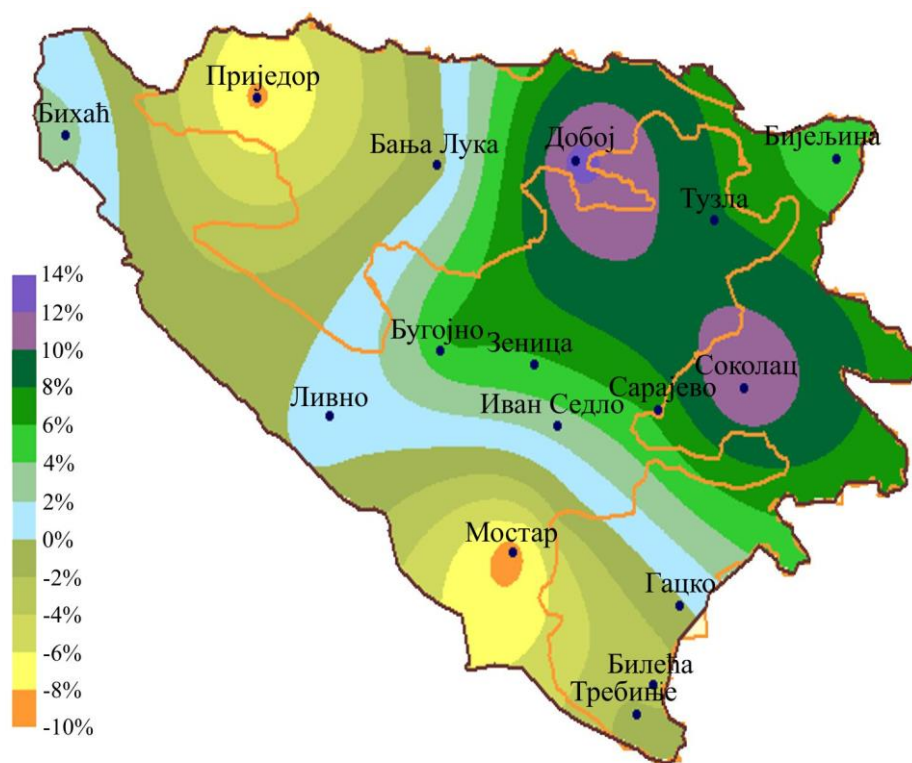
График 11 Годишњи ток падавина (l/m²) за два вишегодишња периода (1961-1990 и 1991-2012)



На основу анализираних података из табеле (Табела 19), као и графичког приказа (График 11), уочава се да је максимална количина падавина на метеоролошким станицама забиљежена у јесен – октобар и новембар (Бјелашница и Пале), док се најмање средње мјесечне вриједности падавина јављају у зимском периоду године – фебруар (Сарајево и Соколац).

Може се закључити да се највећа количина падавина на проучаваном простору излучује у јесен, при чему је износ количине падавина већи у вишим планинским дијеловима. Минималне количине падавина излучују се у фебруару и марту као и љетним мјесецима, јулу и августу, на нижим дијеловима проучаваног простора, тј. у Паљанској котлини и рубним зонама дуж долине Праче, док је количина падавина прилично усаглашена на све три станице у прољетном периоду.

Са порастом надморске висине повећава се и количина падавина, па су измјерене вриједности знатно мање на метеоролошким станицама Соколац и Сарајево, а веће вриједности су на метеоролошким станицама Бјелашница и Пале. Компарационом анализом средњих годишњих количина падавина за два посматрана периода, биљежи се тренд раста количине падавина који је у највећем обиму регистрован на Сокоцу³⁸ (100,6 l/m²), а потом на Бјелашници (98,1 l/m²). У Сарајеву је тај пораст најмањи и износи 21,7 l/m².



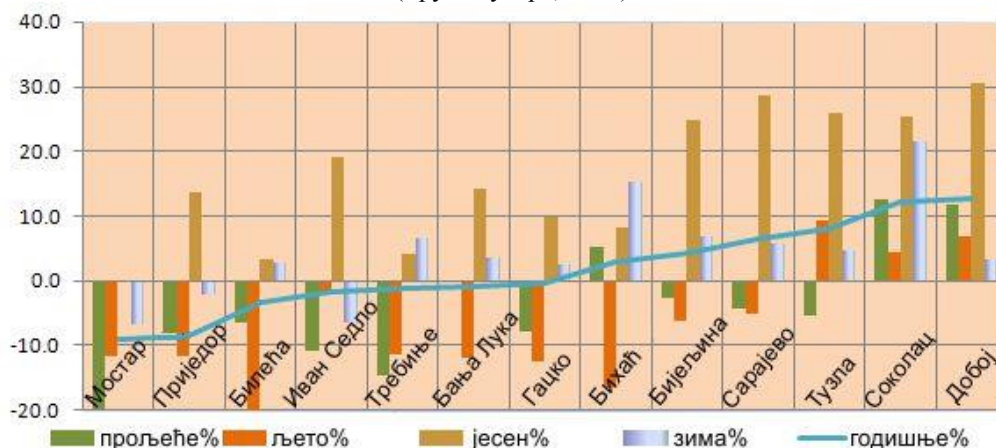
Карта 16 Просторна дистрибуција годишњег суфицита/дефицита количина кишних падавина у БиХ у декади (1999-2008) у поређењу са референтним периодом (1961-1990) (извор: Група аутора, 2009)

На основу истраживања појединих аутора, урађене су картографске скице које илуструју просторну расподјелу годишњег суфицита и дефицита количина кишних падавина на простору Босне и Херцеговине (Карта 16). Анализа је рађена на основу компарације података појединих метеоролошких станица за два периода – десетогодишњег периода 1999-2008 и тридесетогодишњег периода 1961-1990, који

³⁸ Претпоставка је да се клима Сокоца мијења под утицајем акумулације Вишеградског језера, која је око 40 km удаљена од Сокоца. ХЕ „Вишеград“ почела је са радом крајем 1989. године, што се подудара са млађим периодом метеоролошког осматрања анализираног у раду (1991-2012).

је узет као референтни. За метеоролошке станице Сарајево и Соколац установљени су суфицити кишних падавина, нарочито у јесењем и нешто мање у зимском периоду (График 12). У Сарајеву се јавља дефицит падавина у прољеће и љето, док је на Сокоцу у свим годишњим добима изражен суфицит падавина.

График 12 Суфицит/дефицит кишних падавина као проценат укупног просјека годишњих кишних падавина у декади (1999-2008) у поређењу са рефер. периодом (1961-1990) – Сарајево и Соколац (Група аутора, 2009)



Ради потпуније анализе расподеле падавина током година, неизоставан сегмент – нарочито када се ради о планинским предјелима – чини анализа броја дана са регистрованим сњежним покривачем. Обилне сњежне падавине, висок сњежни покривач и високи сњежни наноси могу представљати озбиљне потешкоће за нормално одвијање свакодневних активности, али и за планирање одређених привредних дјелатности, као што је зимски туризам. Пољопривредницима сњежни покривач служи као заштита озимих усјева од зимских мразева, а сем тога од њега се добија и залиха воде у тлу која обезбјеђује биљке са водом нарочито током сувљег периода године, и сл.

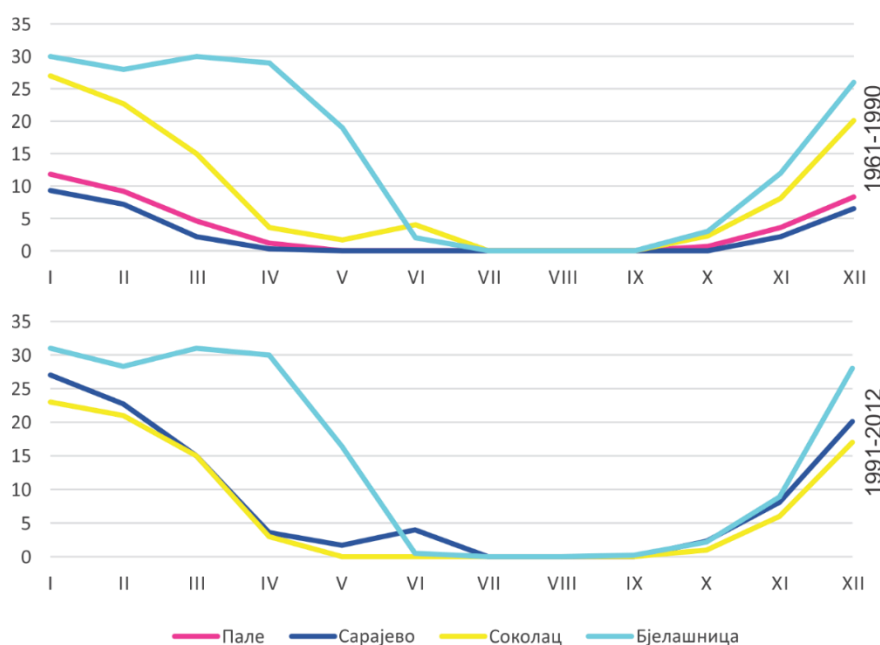
Табела 20 Број дана са регистрованим сњежним покривачем (≥ 10 cm) за два вишегодишња периода, 1961-1990 (I) и 1991-2012 (II)

Метео. станица	Пе ри.	Мјесеци												Сума
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Пале	I	11,8	9,2	4,6	1,2	0,03	0	0	0	0	0,7	3,6	8,3	39,4
	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сарајево	I	9,3	7,2	2,2	0,3	0	0	0	0	0	0	2,2	6,5	27,7
	II	8,1	9,5	3,7	0,3	0	0	0	0	0	0,3	2,2	7,7	31,8
Соколац	I	27,0	22,7	15,0	3,6	1,7	4,0	0	0	0	2,3	8,1	20,1	94,3
	II	23	21	15	3	0	0	0	0	0	1	6	17	86
Бјелашница	I	30	28	30	29	19	2	0	0	0	3	12	26	179
	II	31,0	28,3	31,0	30,0	16,4	0,5	0	0	0	0,2	2,2	8,9	176,5

Извори: база и архива ФХМЗ БиХ Сарајево, 2013; база и архива РХМЗ Бања Лука, 2013.

На основу података о броју дана са сњежним покривачем, евидентно је да на станицама са већом надморском висином расте и максимална висина сњежног покривача, а такође и учесталост дана са висином снијега (≥ 10 cm). На проучаваном простору, и непосредном окружењу, број дана са сњежним покривачем варира и креће се у распону од 27,7 дана (у нижим предјелима), до 179 дана (на планинама). Формирање сњежног покривача почиње већ у рану јесен на вишим надморским висинама, а завршава се у касно прољеће, док се у нижим крајевима тај период скраћује. Највише дана са регистрованим сњежним покривачем је јануар, макс. 31 дан.

График 13 Број дана са регистрованим сњежним покривачем (≥ 10 cm) за два вишегодишња периода (1961-1990 и 1991-2012)



Дужина трајања сњежног покривача на проучаваном простору, условљена је, поред климатских фактора, и геоморфолошким факторима и то првенствено морфометријским одликама терена ове планине (хипсометрија, експозиција падина). Познавање овог климатског параметра је од изузетног значаја за одржавање постојећег и унапређење будућег развоја зимског туризма на Јахорини, чији је саставни дио Равна планина. Међутим, мјерењима проведеним посљедњих година примјетно је смањивање броја дана са сњежним покривачем на вишим планинским просторима, на шта указују и подаци ранијих мјерења овог климатског параметра проведених управо на Јахорини и њеној непосредној близини (Михић, Ј.

Љ., 1987; Кујунџић, С., 2006). Највише смањење броја дана са сњежним покривачем, у односу на референтни период, забиљежено је на Сокоцу и износи 8,3 дана, потом слиједи Бјелашница са смањењем од 2,5 дана. Међутим, у рељефно нижим дијеловима уочава се повећање броја дана са сњежним покривачем (што је прилично апсурдно), па у Сарајеву регистровано повећање износи 4,1 дан. Међутим, када се проведе детаљнија статистичка анализа и изведу одређени трендови за дужи временски период (1951-2008), добијају се подаци који указују на генерални тренд опадања броја дана са сњежним покривачем на простору Сарајева (График 14).

График 14 Годишњи број дана са сњежним покривачем (≥ 10 cm) у Сарајеву (1951-2008) (Група аутора, 2009)



Распоред падавина на проучаваном простору је повољан. Падавине су прилично равномјерно распоређене у току године, а евидентан је пораст падавина са надморском висином. Скоро половина падавина у току године излучи се у вегетационом периоду (април – септембар), што се повољно одражава на вегетацију, а око 30% падавина, у облику снијега, падне у периоду (децембар – фебруар); што се повољно одражава на развој зимског туризма на Јахорини.

5.3.6 Вјетрови

Честине и средње брзине вјетрова, поред разлика у барометарским притисцима, условљене су и утицајем рељефа. На простору Равне планине и Паљанске котлине утицај рељефа у односу на вјетар очитује се највише преко локалних вјетрова дањика и ноћика. Они су посљедица диференцираног загријавања дна котлине и

падинских страна, при чему се образују два основна типа циркулације долинска и падинска. Долинска циркулација се обавља током дана, у облику струјања које се одвија по дну котлине са смјером пухања према падинским странама, те образује долински вјетар – дањик. Падинска циркулација се одвија током ноћи и манифестује се струјањем вјетра које се одвија низ падинске стране према котлинском дну и образује горски вјетар – ноћик.

Поредећи податке честине и средње брзине појединих праваца вјетра, са ове три метеоролошке станице, може се закључити да су на проучаваном простору доминантни вјетрови из правца сјевер – сјеверозапад и југ – југоисток. Вјетар из правца сјевер – сјеверозапад је бура, која из континенталног дијела струји преко планина према мору у хладнијем периоду године. Вјетар из правца југ – југоисток је југо и представља ваздушну масу која струји преко динарског система гдје се хлади, усљед чега долази до кондензације и формирања различитих система облака који дају велике количине падавина. И овај вјетар је карактеристичан за зимски период године.

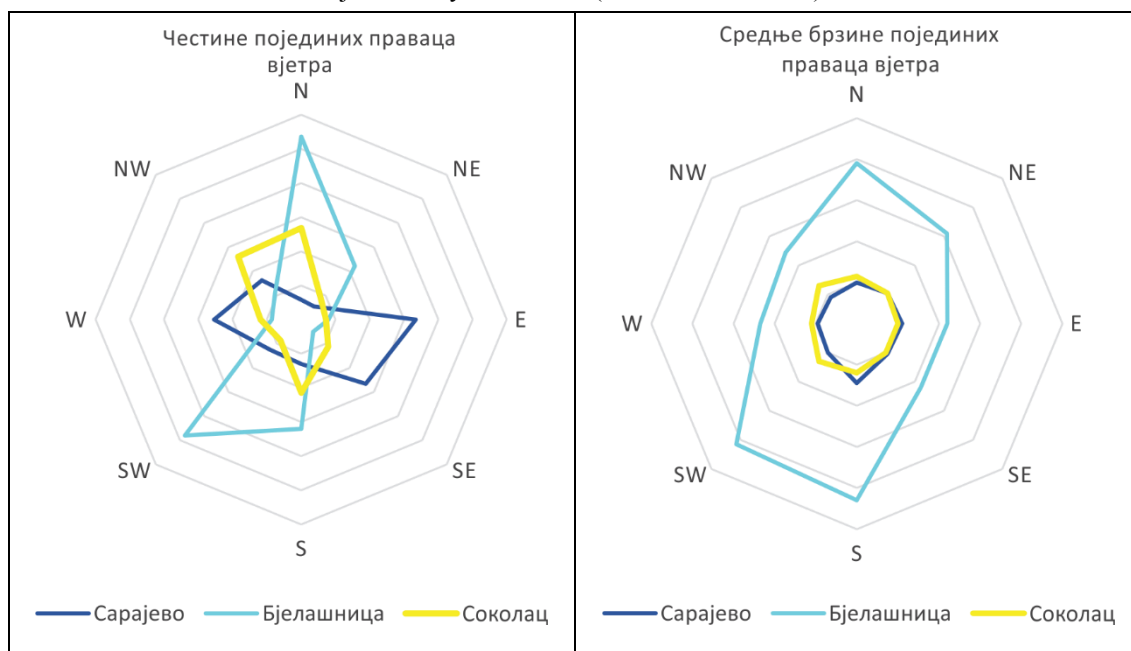
Табела 21 Честине и средње брзине вјетрова за Сарајево, Бјелашницу и Соколац (вишегодишњи низ)

Мјерни параметри	Правци вјетра									Сума	Просј. средња брзина
	С	Н	NE	Е	SE	С	SW	W	NW		
МС Сарајево											
Честина (%)	30,8	2,9	2,7	16,7	13,3	6,5	6,3	12,7	8,1	100	2,13
Средња брзина (m/s)	-	2,0	2,1	2,2	2,1	2,9	2,0	1,9	1,8	-	
МС Бјелашница											
Честина (%)	5,8	26,8	11,1	4,0	2,5	16,0	24,0	4,3	5,4	100	7,33
Средња брзина (m/s)	-	7,8	6,2	4,4	4,4	8,6	8,3	4,7	4,9	-	
МС Соколац											
Честина (%)	39,4	13,4	4,1	3,6	5,6	10,7	4,3	5,9	13,0	100	2,34
Средња брзина (m/s)	-	2,3	2,1	2,0	2,0	2,4	2,6	2,2	2,6	-	

Извори: база и архива РХМЗ Бања Лука, 2013; база и архива ФХМЗ БиХ Сарајево, 2013.

Резултати анализе просјечних годишњих честина и средњих брзина праваца вјетрова приказани су на графикону (График 15). Када је ријеч о честинама појединих праваца вјетра уочљиво је да у нижим просторима доминирају вјетрови источног, југоисточног и западног смјера (Сарајево и дјелимично Соколац), док на просторима са вишим надморским висинама дувају вјетрови из супротних праваца – сјеверни, југозападни и јужни вјетрови (Бјелашница и дјелимично Соколац).

График 15 Средња годишња расподела честина и средњих брзина вјетрова за Сарајево, Бјелашницу и Соколац (вишегодишњи низ)



У погледу просјечних брзина појединих праваца вјетрова уочљива је значајна разлика између просјечних годишњих средњих брзина вјетрова измјерених на високом планинском дијелу и брзина измјерених у подручјима нижих надморских висина. Тај просјек значајно варира и креће се у распону од 7,33 m/s (Бјелашница) до 2,13 m/s (Сарајево). На већим надморским висинама највећу брзину имају јужни (8,6 m/s) и југозападни вјетрови (8,3 m/s), а такође знатне брзине достижу и сјеверни вјетрови (7,8 m/s). Најмању просјечну брзину имају источни, југоисточни и западни вјетрови. У нижим дијеловима средње брзине вјетрова су знатно мање и ту доминирају јужни вјетрови (2,9 m/s), а слиједе их источни, југоисточни и сјевероисточни вјетрови; док су средње брзине осталих праваца вјетрова прилично усаглашене. На Сокоцу, поред јужних вјетрова, нешто већу учесталост имају сјеверни и сјеверозападни вјетрови.

5.3.7 Карактер климе на проучаваном простору

Анализом климатских показатеља са метеоролошких станица смјештених на проучаваном простору или у непосредном окружењу, може се приближно одредити карактер климе овог подручја. У нижим дијеловима непосредног окружења, заступљена је умјерено топла и влажна клима (Cfb по Кепену). Ову климу

карактерише равномјеран распоред падавина у току године, без сувог раздобља. Просјечна температура најхладнијег мјесеца је испод -3°C , а најтоплијег изнад 18°C . Однос између најсувљег и највлажнијег мјесеца је у размјери 1:1,4 – 1:1,6.

Табела 22 Преглед основних климатских показатеља

Метео. станица	Ср.год. Т	Амплитуда	Средња Т		Сума. г. ко. пад.	Ср.мј. кол. пад.	Год. расп. пад.	Однос најсув. и највл. мј.	Тип клим. Кепен
			Најг. мј.	Најх. мј.					
Пале	6,8	19,3	16,0	-3,3	1080	90	Равномј	1 : 1,6	Dfb
	-	-	-	-	-	-	-	-	
Сарајево	9,5	19,8	18,9	-0,9	932	78	Равномј	1 : 1,4	Cfb
	10,3	20,4	20,3	0,1	954	79	Равномј	1 : 1,6	
Соколац	6,4	20,8	16,0	-4,8	802	67	Равномј	1 : 1,7	Dfb
	7,5	20,2	17,5	-2,7	903	75	Равномј	1 : 1,7	
Бјелашница	1,2	16,1	9,6	-6,4	1224	102	Равномј	1 : 1,7	Dfb
	1,8	18,6	11,3	-7,3	1322	110	Равномј	1 : 1,6	

Са порастом надморске висине од Пала и Сокоца до Бјелашнице, изражена је умјерено хладна (бореална) влажна клима (Dfb по Кепену), коју карактерише равномјеран распоред падавина током године. Практично нема сувог раздобља. Просјечна температура најхладнијег мјесеца је испод $-3,3^{\circ}\text{C}$, а најтоплијег изнад 10°C .

Према појединим ауторима, неке карактеристике планинске климе су: средња годишња температура ваздуха нижа од $3,3^{\circ}\text{C}$, средња температура најтоплијег мјесеца мања од 18°C , средња температура свих зимских мјесеци испод 0°C , а најхладнијег мјесеца испод -3°C , умјерено годишње колебање температуре, велика количина падавина равномјерно распоређених током године и већа честина вјетрова (Милосављевић, М., 1990). Истраживани простор од нижег дијела Паљанске котлине ка највишим дијеловима Равне планине се дјелимично уклапа у оквиру ових показатеља.

Табела 23 Изведени климатски параметри

Метео. станица	Период	Индекс суше по Де Мартону Is	Лангов кишни фактор Kf	Фурнијеов коеф. за плувиом. агрес. климе С	Степен континенталн. по Кернеру К%
Пале	I	64,3	158,8	12,03	4,14
	II	-	-	-	-
Сарајево	I	47,8	98,1	9,48	5,05
	II	47	92,6	10,13	4,9
Соколац	I	48,9	125,3	8,79	4,32
	II	51,6	120,4	9,29	4,95
Бјелашница	I	120	1020	15,78	24,24
	II	122,4	734,4	14,78	18,81

На основу изведених климатских параметара (Табела 23) могу се илустровати одређене климатске прилике проучаваног простора. Индекс суше (I_s), аридитета према Де Мартону одређује тип отицања воде и потребу за наводњавањем. Рачуна се према сљедећем обрасцу (De Martonne, E., 1925):

$$I_s = \frac{Q}{T + 10}$$

Q = годишња количина падавина (mm)

T = средња годишња температура ваздуха ($^{\circ}\text{C}$)

Вриједности индекса суше по Де Мартону:

< 5	аридне области – дефицит воде
5 – 10	ендореичне области – наводњавање неопходно
10 – 20	пресудан утицај рељефа за ендореичне или егзореичне обл.
20 – 30	егзореичне области – потребно умјерено наводњавање
30 – 40	стално отицање воде, али не обилно
> 40	обилно отицање – суфицит воде

Годишња вриједност индекса суше по Де Мартону повећава се од подножја ка вишим дијеловима, јер са повећањем надморске висине расте и сума падавина, а температура ваздуха опада (Сарајево 47, Бјелашница 122). Доминирају вриједности индекса веће од 40, које су карактеристичне за изразито шумска подручја са доста влаге.

Лангов кишни фактор (K_f) представља однос просјечне годишње суме падавина и средње годишње температуре ваздуха за неки простор и повећава се од подножја према вишим дијеловима.

$$K_f = \frac{Q}{T}$$

Q = годишња количина падавина (mm)

T = средња годишња температура ваздуха ($^{\circ}\text{C}$)

Однос вриједности кишног фактора по Лангу (K_f) и типа климе:

< 40	аридна клима
40 – 60	семиаридна клима
60 – 80	семихумидна клима
80 – 160	хумидна клима
> 160	перихумидна клима

Анализа добијених резултата јасно упућује на закључак да је у оба анализирана периода, на свим мјерним станицама кишни фактор Ланга имао вриједности више од 80, што указује на чињеницу да клима ових области има изражене карактеристике хумидне климе (у пољопривредном погледу наводњавање није неопходно). Кишни фактори за Сарајево, Соколац и Пале налазе се у границама 80 – 160 и означавају влажну климу, док Бјелашница има врло влажну (перихумидну) климу са кишним фактором вишим од 160.

За испитивање – праћење ерозије од значаја је одређивање плувиометријске агресивности климе (C). Ова агресивност изражена је када послје дугих суша наступе јаке кише, а исушено тло без заштите травнатог покривача подложно је јакој ерозији. Фурнијеов коефицијент за плувиометријску агресивност климе представља однос мјесечне вриједности количине падавина у најкишовитијем мјесецу и годишње количине падавина. Коефицијент агресивности климе (C) дефинише се као однос количине падавина најкишовитијег мјесеца у години p (mm) и суме средње годишње висине падавина R (mm) (Fournier, F., 1960).

$$C = \frac{p^2}{R}$$

p = количина падавина најкишовитијег мјесеца у години (mm)

R = средња годишња висина падавина (mm)

Однос вриједности Фурнијеовог коефицијента (C) и износ плувиометријске угрожености:

до 8.0	мала
од 8.1 до 12.0	умјерена
од 12.1 до 16.0	појачана
од 16.1 до 20.0	велика
преко 20.0	веома велика

Коефицијенти за Пале (12,03), Сарајево (9,48 и 10,13) и Соколац (8,79 и 9,29) показују умјерену плувиометријску угроженост, док за Бјелашницу показују појачану плувиометријску угроженост (15,78 и 14,78).

Степен континенталности по Карнеру (K) израчунава се помоћу средњих мјесечних температура за мјесеце октобар и април, као и амплитуде између најтоплијег и најхладнијег мјесеца (јул и јануар). Разлика температура јула и

јануара представља годишњу амплитуду температуре и она расте са удаљавањем од мора (Karner, F. V., 1905).

$$K = \frac{100 * (T_o - T_A)}{E}$$

T_o = средња температура ваздуха октобра

T_A = средња температура ваздуха априла

E = годишња амплитуда температуре ваздуха

Степени континенталности за Пале (4,14%), Сарајево (5,05% и 4,9%) и Соколац (4,32% и 4,95%) дају обиљежје умјерено континенталне (0-5%) до планинске климе (5-10%). Степен континенталности за Бјелашницу (24,24% и 18,81%) даје обиљежје маритимне климе (више од 15%).

На основу свега изложеног може се извести закључак о карактеру климе за проучавани простор. Према Кепеновој класификацији климата, клима овог простора има обиљежја умјерено континенталне, тј. умјерено топле и влажне климе (Cfb) у најнижим дијеловима али и умјерено хладне влажне климе (Dfb), са типичним обиљежјима планинске климе која доминира у вишим предјелима (Милосављевић, М., 1990).

Општа закономјерност за простор Босне и Херцеговине јесте да се на надморској висини од 1000 до 1400 m јавља субпланинска (предпланинска) клима, а са порастом надморске висине изнад 1400 m она прелази у праву планинску климу. Одлике планинске климе су кратка и свјежа љета, и дуге и хладне зиме са обилним сњезним падавинама. Прелазна годишња доба (прољеће и јесен) су слабо изражена. Субпланинска клима је мало блажа, уз умјерено топла љета и хладне зиме. Количина падавина у предјелима гдје је заступљена субпланинска клима, има нешто ниже вриједности (до 1000 l/m²). Такође, треба напоменути да се у планинским областима јављају мјеста, углавном котлине, гдје су честе термичке инверзије. Таква мјеста су позната као мразишта и у њима се обично мјере најниже минималне температуре.

5.3.8 Анализа климатске варијабилности на простору Републике Српске (БиХ)

5.3.8.1 Основни појмови о Оквирној конвенцији УН о промјени климе и Кјото протоколу³⁹

Оквирна конвенција УН о промјени климе (Конвенција) усвојена је на Конференцији УН о развоју и животној средини 1992. године у Рио де Жанеиру, када је исту потписало 166 земаља. Према актуелном документу о Статусу потврђивања, Конвенција тренутно броји 194 чланице, док је Кјото протокол до сада ступио на снагу за 189 државе.

Основни циљ Конвенције је обезбијеђивање стабилизације атмосферских концентрација гасова са ефектом стаклене баште, а начин постизања овог циља утврђен је Кјото протоколом. Протоколом су квантификоване обавезе смањивања емисија гасова са ефектом стаклене баште за 38 индустријски развијене земље, укључујући 11 земаља у транзицији Централне и Источне Европе, у просјеку за 5% у односу на референтну 1990. годину, у првом обавезујућем периоду 2008-2012. година. Земљама у развоју, у смислу одредби Конвенције, међу којима је и Босна и Херцеговина, Кјото протоколом нису уведене нове обавезе, у односу на опште обавезе утврђене Конвенцијом, али им је остављена могућност добровољног преузимања таквих обавеза укључивањем у Анекс I Конвенције и Анекс Б Кјото протокола.

С обзиром да су Кјото протоколом дефинисане обавезе смањења емисија гасова са ефектом стаклене баште за период до краја 2012. године, остварење основног циља Конвенције условљено је континуираним наставком акција на смањењу емисија гасова са ефектом стаклене баште и после 2012. године и прилагођавању на измијењене климатске услове. Преговори о обавезама за период после 2012. године започети су на Конференцији одржаној 2007. године, на Балију (Индонезија), настављени 2008. године у Познању (Пољска) и очекивао се њихов завршетак на Конференцији одржаној 2009. године у Копенхагену (Данска). Ово

³⁹ Подаци су преузети из нацрта Просторног плана Републике Српске до 2025. године, а до њих се дошло посредством проф. др Горана Трбића који учествује у изради истог.

прије свега, јер је релевантним одлукама Конвенције предвиђено доношење новог правно обавезујућег документа за период после 2012. године, најкасније на Конференцији која се одржала децембра 2009. године.

Како на Конференцији у Копенхагену није усвојен нови међународно правно обавезујући документ, настављен је преговарачки процес о обавезама држава чланица Конвенције и Кјото протокола, за период после 2012. године. На Конференцији у Канкуну (Мексико) у децембру 2010. године, усвојен је „Договор из Канкуна“ који садржи сет одлука које се тичу области адаптације, ублажавања, трансфера технологија, јачања капацитета и финансирања. Упркос чињеници да Конференција у Канкуну није завршена усвајањем новог правно обавезујућег међународног споразума, усвајање „Договора из Канкуна“ обезбиједило је да се дефинисање циљева смањења за индустријски развијене и акција у циљу ограничења емисија гасова са ефектом стаклене баште за земље у развоју, одвија у оквиру мултилатералног процеса, односно Конвенције. Наставак преговарачког процеса одвијао се и Дурбану и резултирао усвајањем „Сета одлука из Дурбана“, на Конференцији одржаној 2011. године. Сет одлука из Дурбана укључује, између осталог, прихватање другог обавезујућег периода Кјото протокола од 1. јануара 2013. године и дугорочне борбе против климатских промјена, трансфера технологија и финансирања. Постигнут је договор о усвајању новог правно обавезујућег документа, не касније од 2015. године, а који би ступио на снагу 2020. године. Са овим циљем основана је нова „Ad Hoc“ радна група за ефикасне акције Платформе из Дурбана.

Након Конференције у Дурбану одржана су два преговарачка састанка, у мају 2012. године у Бону (Њемачка) и у августу 2012. године у Бангкоку (Тајланд). Ови састанци, као ни преговарачки процес уопште, нису довели до дефинисања конкретног текста новог правног механизма за период после 2012. године, односно од 2020. године, али су успоставили добру основу из које се може очекивати да Конференција у Дохи доведе до значајних закључака и одлука.

5.3.8.2 Климатске варијабилности у БиХ

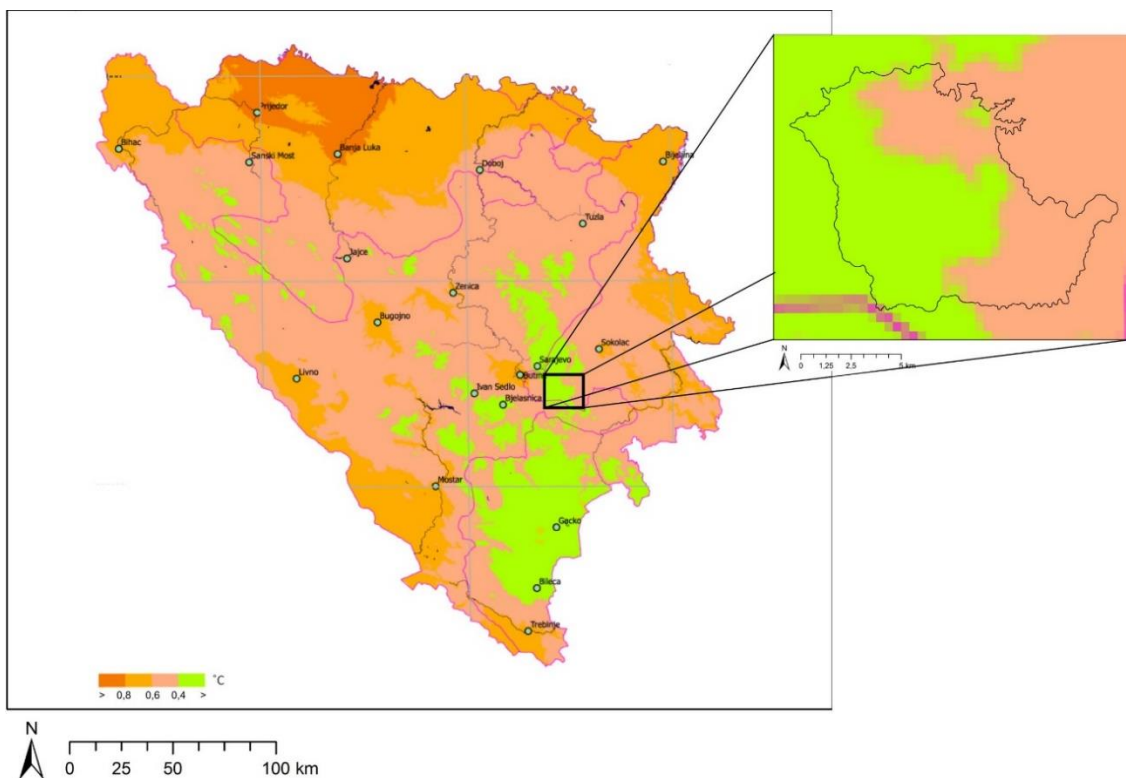
На основу резултата рада Трбић Г. и Бајић Д. из 2011. проведена је оцјена климатске варијабилности БиХ и Републике Српске, која је урађена на основу

анализе историјских метеоролошких података Републичког Хидрометеоролошког завода Републике Српске и података Хидрометеоролошких завода Федерације БиХ. У сврху оцјене тренда осмотрених климатских промјена и калибрације регионалног климатског модела, коришћени су подаци за посљедњу климатску нормалу према стандардима Свјетске метеоролошке организације (1961-1990), те посљедњи тридесетогодишњи период 1981-2010. На бази метеоролошких података са станица у Бањој Луци, Новом Граду, Приједору, Добоју, Бијељини, Сокоцу, Чемерну, Гацку и Билећи (Република Српска), те податка са станица у: Сарајеву, Мостару, Тузли, Зеници, Јајцу, Бугојну, Ливну, Бихаћу, Санском Мосту и Иван Седлу (Федерација БиХ) израђене су тематске климатске карте у ГИС-у за два периода 1961-1990. и 1981-2010 (Трбић, Г., Бајић, Д., 2011).

На основу метода интерполације, редукције и регресионе анализе, употребом висинског модела терена (ДЕМ), те конструисане регресионе једначине и Kriging модела просторне интерполације у ГИС-у израчунате су вриједности средњих температура ваздуха и средњих количина падавина за БиХ (Трбић, Г., Бајић, Д., 2011).

5.3.8.2.1 Промјене температуре

Повећање средње годишње температуре на територији БиХ за посљедњих 100 година износи око $0,6^{\circ}\text{C}$ (Зулум Џ., Мајсторовић Ж., 2008). Ови трендови су различити за поједина годишња доба. Највећи тренд повећања показују љето и зима. Истраживања промјена температуре за период 1961-2010. показују да је присутно повећање температуре у свим дијеловима Републике Српске. На основу компаративне анализе за период 1961-1990. у односу на период 1981-2010. утврђено је да је највеће просјечно повећање температуре током љетног периода забиљежено у јужном дијелу, на територији Херцеговине (Мостар $1,2^{\circ}\text{C}$) и у централним дијеловима (Сарајево $0,8^{\circ}\text{C}$), док је највеће повећање у прољетном и зимском периоду евидентирано у сјеверним централним дијеловима Републике Српске (Бања Лука $0,7^{\circ}\text{C}$). Најмање повећање је током јесени и креће се у интервалу од $0,1^{\circ}\text{C}$ до $0,3^{\circ}\text{C}$ (Карта 17). Повећање температуре ваздуха на годишњем нивоу креће се у распону од $0,4^{\circ}\text{C}$ до $1,0^{\circ}\text{C}$, док пораст температуре у вегетационом периоду иде и до $1,0^{\circ}\text{C}$. Међутим, повећања температуре током посљедње деценије још су више изражена.



Карта 17 Разлике у промјени температура ваздуха на проучаваном простору – фрагмент карте промјене годишњих температура ваздуха на простору БиХ добијене компарацијом 2 тридесетогодишња периода 1981-2010. и 1961-1990.
(Трбић Г., Бајић Д., 2011)



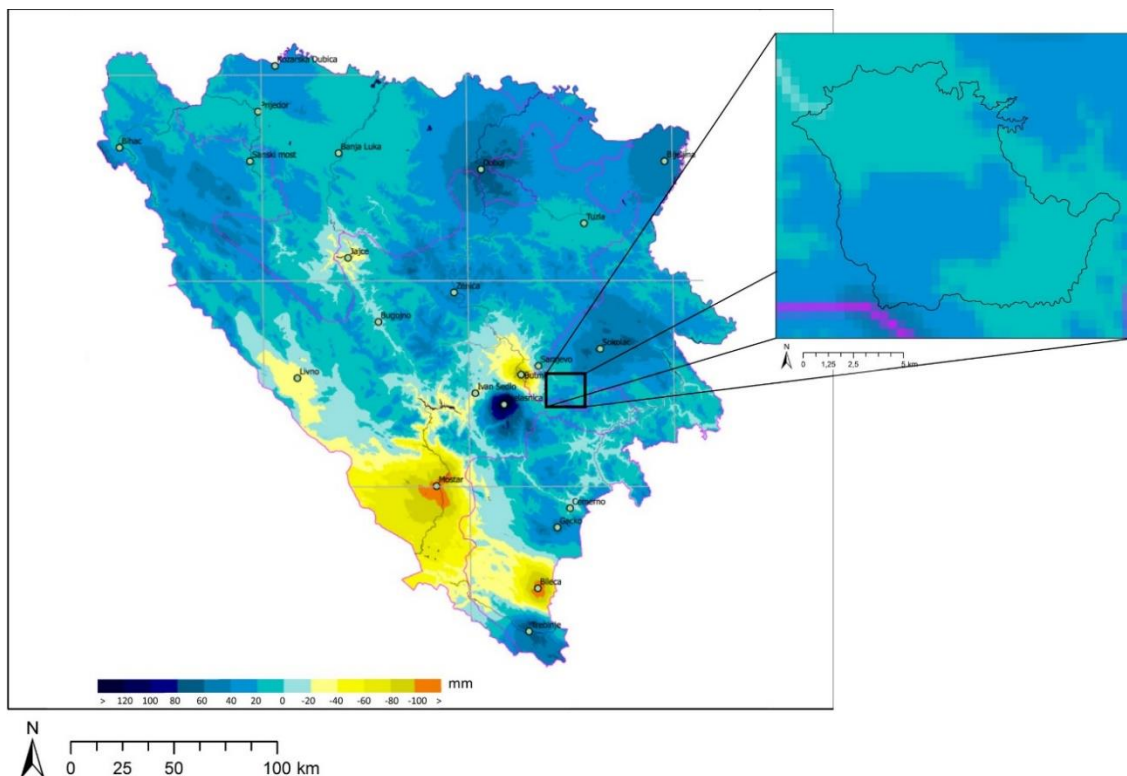
Карта 18 Повећање просјечне годишње температуре ваздуха (°C) у БиХ у декади (1990-2000) у поређењу са референтним периодом (1961-1990)
(извор: Група аутора, 2009)

Условно речено, повећање температуре, поред раста емисија гасова са ефектом стаклене баште, условљено је и повећаном инсолацијом као и растом ефекта градског острва топлоте (Трбић, Г., 2012). Овакав тренд забиљежен је и у другим истраживањима. Карта 18 илуструје ситуацију у Босни и Херцеговини у погледу промјене просјечне годишње температуре ваздуха у два периода 1961-1990 и 1990-2000. Резултати до којих су дошли Трбић и Бајић се прилично добро подударују са изведеном синтезном картом из 2009. године.

5.3.8.2.2 Промјене количине падавина

У периоду 1961–2010. година већи дио територије Републике Српске карактерише незнатно повећање падавина на годишњем нивоу. Највећа позитивна промјена годишње количине падавина карактеристична је за централне планинске просторе (Бјелашница, Соколац) и околину Добоја, док је највећи дефицит забиљежен на југу земље (Мостар, Билећа). Највеће смањење падавина је током прољећа и љета, а најизраженије је на простору Херцеговине (до 20%). У јесењем периоду осмотрено је највеће повећање падавина по сезонама, а највећи суфицит је у сјеверним и централним дијеловима БиХ. Иако нису забиљежене сигнификантне промјене количине падавина, у великој мјери је поремећен плувиометријски режим, односно годишња расподјела. Број дана са падавинама већим од 1 mm смањено се на готово читавој територији, док је проценат годишњих количина падавина због појаве падавина већих од 95-процентног перцентиле израчунатог за период 1961-2010. био у порасту (Трбић Г., Бајић Д., 2011).

Другим ријечима, иако на годишњем нивоу нису забиљежене знатне промјене падавина, смањењем броја падавинских дана већих од 1,0 mm и повећањем броја дана са интензивним падавина јако је поремећен плувиометријски режим. Изражена промјена годишњег распореда падавина уз повећање температуре један су од кључних фактора који условљавају чешће и интензивније појаве суше и поплава на територији Републике Српске (Трбић Г., Бајић Д., 2011).



Карта 19 Разлике у промјени количина падавина на проучаваном простору – фрагмент карте промјене годишњих количина падавина на простору БиХ добијене компарацијом 2 тридесетогодишња периода 1981-2010. и 1961-1990.
(Трбић Г., Бајић Д., 2011)

5.4 АНАЛИЗА ВОДНИХ СВОЈСТАВА

Генерално посматрано, хидролошка проучавања Републике Српске немају дугу традицију. Значајнија истраживања почела су почетком седамдесетих година прошлог вијека и односила су се на комплексно сагледавање хидрогеолошких функција стијенских маса и комплекса, приказ хидрохемијских карактеристика подземних вода и могућности водоснабдјевања градских подручја.

У оквиру израде Просторног плана града Сарајева и Просторног плана посебног подручја за ужи дио Јахорине, а у циљу припрема за одржавање зимске олимпијаде у Сарајеву 1984. године, извршена су детаљна хидролошка истраживања проучаваног простора и урађени значајни хидротехнички радови у домену побољшања водоснабдјевања, регулације површинских водотока и уређења водозаштитних површина. Ратна дешавања су прекинула позитивни тренд у процесу проучавања укупних хидролошких карактеристика на простору Паљанске котлине и Равне планине, а послератна прекомјерна експлоатација шума угрозила

је хидролошки потенцијал као и квалитет у систему метеоролошких мјерења на проучаваном простору.

Већи дио посматраног простора одликује се богатством у погледу хидролошких објеката, карактеристичних за терене са развијеном површинском хидрографском мрежом. Бројни су извори и потоци, три ријеке имају периферни положај, а језера нема. У складу са хидрогеолошким склопом терена и општом циркулацијом воде у кршу, јављају се понори, док поједини извори због своје издашности имају карактеристике крашких врела.

5.4.1 Хидрогеолошка основа

Врло сложена литофацијална грађа истраживаног простора и тектонски склоп условили су сложене хидрогеолошке односе. Они су, прије свега, резултат опште водопрпусности стијена, типа порозности, степена тектонске разломљености, диспозиције хоризонталне и вертикалне распрострањености водопрпусних и водонепрпусних стијенских маса, способности стијена да задрже инфилтрирану воду, брзине процјеђивања, величине и сталности истицања. Узимајући у обзир све поменуте факторе, литофацијалне јединице, без обзира на старост, могу се према функцијама у хидрогеолошком смислу подијелити у три категорије. Те три категорије обухватају водопрпусне стијене, хидрогеолошке комплексе и стијене са хидрогеолошком функцијом баријера.

5.4.1.1 Водопрпусне стијене

Стијене интергрануларне порозности значајне су због задржавања подземних вода и дефинисања инжењерско-геолошких одлика код урбаног и просторног планирања, пројектовања и изградње објеката; те због наглашеног значаја за одређивање услова градње у сеизмолошки активним подручјима. Стијене са интергрануларном порозношћу представљене су шљунковито-пијесковитим наслагама, а изграђују заравњене алувијалне просторе средњег и доњег тока ријеке Праче и незнатне површине уз ток Сјетлинске ријеке.

Већу распрострањеност имају стијене са пукотинском порозношћу које су, у литофацијалном погледу, представљене конгломератима и пјешчарима. Ове стијене су заступљене на већем броју локалитета у долинама Бистрице и Праче.

Највећу распрострањеност имају стијене пукотинске и кавернозне порозности. Представљене су карбонатним стијенама, а заузимају највише партије Равне планине. Као подинске водонепропусне баријере испод кречњака налазе се шкриљци или верфенски седименти. Кречњаци су јако карстификовани, а степен, густина и величина испуцалости зависни су од учесталости локалних разломних елемената склопа (Завод за инжењерску геологију, 1972).

5.4.1.2 Хидрогеолошки комплекси

Хидрогеолошки комплекси су различити литофацијални склопови у оквиру којих се на проучаваном простору издваја комплекс са преовлађујућом функцијом водопрпусних стијена, а представљен је седиментним полифацијалним комплексима у којима најчешће преовладавају кречњаци и кластичне везане стијене карбонатног састава горње креде, односно комплекс у којем доминирају водопрпусне стијене. Овој категорији одговарају бречасте и лапоровити кречњаци, брече и конгломерати и пјешчари, затим глинци, лапорци и глиновити лапорци горњокредног флиша. Наизмјенично смјењивање стијена са промјенљивим хидрогеолошким функцијама условљава акумулирање вода у кречњачким стијенама које у виду извора мале издашности истичу на различитим хипсометријским нивоима (Завод за инжењерску геологију, 1972).

5.4.1.3 Стијене са хидрогеолошком функцијом баријера

Ове стијене су заступљене и на проучаваном простору, а представљене су палеозојским шкриљцима ниског степена кристалинитета. У површинским дијеловима преко поменутих стијена налазе се растресити покривачи различите дебљине који акумулирају мање количине инфилтрираних вода, а које потом играју значајну улогу у процесу јављања и развоја егзогених геолошких процеса. Поред палеозојских шкриљаца, функцију хидрогеолошких баријера имају полифацијални комплекси верфена и у мањем обиму, вулканогено-седиментне творевине средњег тријаса (Завод за инжењерску геологију, 1972).

5.4.2 Подземне воде и извори

Све подземне воде на простору Паљанске котлине и Равне планине спадају у вадозне воде, тј. воде настале понирањем падавина кроз тло или пукотине у стијенама. Формирање подземних вода врши се на читавом простору, а нарочито на платоу Равне планине, гдје нема површинског отицања због високе карстификације и испуцалости кречњака. У овој области, према просторној процјени, коефицијент подземног отицања вода већи је од површинског отицања.

С обзиром на компликоване тектонске односе у овој морфолошкој јединици, хидрогеолошка ситуација није сасвим јасна. Чињеница је да укупни капацитет врела: Праче, Миљацке, Хлађенца, Мандре, Студенца, Лелетве, Тилавског, Станског и других врела превазилази сабирно подручје из кречњачких површина, па се претпоставља да постоји и систем дохрањивања дуж тектонских зона (Вујновић, Л., 1983). У сјевероисточном дијелу површи Равне планине констатован је остатак краљушти од кластита у чијој су подини анизијски кречњаци. У овим теренима изграђеним од кластита, формирана је нормална издан, на чије присуство указују извори у рубном дијелу краљушти, на мјестима пада топографске површине. Дренаже ових дијелова врши се површинским колекторима ријека Бистрице и Репашнице у долину Паљанске Миљацке.

У теренима изграђеним од анизијских кречњака, на којима је развијен крашки процес, јавља се разбијена крашка издан везана за систем пукотина. Спелеолошким истраживањима на Равној планини, утврђено је да се већина подземних крашких облика налази у стално сувој зони, кроз коју се падавинске воде процјеђују ка нижим хоризонтима (Бахтијаревић, А., 1986).

Извори на простору Паљанске котлине и Равне планине условљени су режимом подземних вода, а самим тим су у зависности од режима падавина. Многобројни извори и врела посматраног простора припадају групи гравитационих оцједних (хране се из издани у кластитима) и крашких извора (хране се подземним крашким водама). Поред извора Паљанске Миљацке, Јахоринског потока и Бистрице, на падинама Равне планине налазе се изворишне челенке Грабовице, Сјетлинске ријеке и Газиводске ријеке, а од већих извора јављају се: Либарево врело, Хајдучко врело, Ждребаново врело, Дубовичко врело, Сарачево врело, Студенац итд.

5.4.2.1 Врело Паљанске Миљацке

Налази се у подножју Равне планине, западно од мјеста Градина, на надморској висини од 1020 m. Јавља се испод великог сипара, одакле вода тече око 50 m до седрене терасе, гдје се разбија обилазећи терасу са лијеве и десне стране и процјеђујући се кроз њу. Око 25 m низводно је нешто нижа седрена тераса, релативне висине 30 m. Испод ове терасе ријечни краци се спајају и чине Паљанску Миљацку.



Слика 20 Извориште Паљанске Миљацке
(извор: Голијанин, Ј., 2010)

На површини терена изворишта присутне су серије кречњачке дробине и деградирани кварц-лискуновити пјешчари, глине и лапори. Овакав литолошки састав и хидрогеолошки склоп терена условио је појављивање двадесетак извора који су груписани у три зоне. Температура воде на изворишту је стална током године и износи од 6 – 6,5°C. У води нису констатована битнија повећања присуства бактерија, па опште физичко-хемијске и бактериолошке карактеристике указују на висок квалитет воде, те се иста користи за снабдијевање становништва Пала питком водом.

5.4.2.2 Станско врело

У оквиру овог система је и Станско врело, које се налази источно 1,2 km од врела Праче, на надм. висини од 1536 m, са просјечним захватом воде од 18 l/s. Станско врело је повезано цјевоводом до каптаже Прача, одакле дио воде одлази

према Палама и Сарајеву, а други дио се избацује пумпама до резервоара који се налази на Јахорини (изнад Рајске долине). Овај систем представља окосницу за водоснабдјевање Олимпијског центра Јахорина и бројних викенд насеља на Голој Јахорини.

5.4.2.3 Врело Праче

Налази се на 1462 m надморске висине, испод одсјека Бањ Глава, на сјеверним падинама Голе Јахорине. Јако врело на контакту кречњака и верфенских шкриљаца каптирано је 1912. године за потребе водоснабдјевања старог дијела града Сарајева, а касније и туристичко-рекреативног центра на Јахорини. Просјечан захват воде за потребе водоснабдјевања је 81 l/s. Непосредно испод врела Праче, у Врхпрачи, налази се неколико снажних извора – од којих је највеће Кадино врело, које је уређено као излетиште. Ови извори су каптирани и служе за водоснабдјевање Подграба и сеоских насеља Врхпрача, Саице, Гуте, Нехорићи и Николићи.



(а)

(б)

Слика 21 (а) Каптажа на врелу Праче; (б) Кадино врело
(извор: Голијанин, Ј., 2013)

5.4.2.4 Врело Бистрице

Врело Бистрице налази се на надморској висини од око 1601 m, на контакту кречњака и кластита. У периоду виших и високих водостаја подземних вода, издашност врела Бистрице повећа се на рачун врела Паљанске Миљацке, а у вријеме нижих и ниских водостаја подземних вода дешава се обрнут процес. И овај извор је каптиран за потребе водоснабдјевања града Сарајева.



(а)

(б)

Слика 22 (а) Извориште; (б) горњи ток Бистрице
(извор: Голијанин, Ј., 2013)

5.4.3 Издашност и квалитет воде изворишта

Изворишта имају промјенљиву издашност током године, а вода циркулише кроз 3 водовода која чине систем водоснабјевања Пале, Подграба и Јахорине. Водоводи Пале и Јахорина су повезани, а водовод Подграб је сепаратан. Потребне количине воде за ова насеља обезбијеђују се из планинских врела која се налазе у шумском појасу Јахорине, Равне планине и Требевића.

Табела 24 Капацитет изворишта на проучаваном простору

Ред. бр.	Назив изворишта	Капацитет изворишта по водоводним системима (l/sec.)			Укупно
		Пале	Јахорина	Подграб	
1	Станско врело	5,31	12,39	-	17,7
2	Врело Праче	27,20	53,8	-	81
3	Бистрица	9,63	22,47	-	32,1
4	Влаховићи	13	-	-	13
5	Врело Миљацке	45	-	-	45
6	Сјетлинска врела	-	-	12	12
Укупно		100,14	88,66	12	200,8

Извор: ЈОДП „Водовод“ Пале, 2008.

Према подацима ОДЈКП „Водовод и канализација“ Пале из 2008. године, укупан капацитет изворишта задовољава потребе за све категорије корисника у периоду средње издашности изворишта. У периодима минималне издашности, када

издашност неких изворишта пада за више од 35%, снабдијевање потрошача на подручјима која покривају водоводни системи Пале и Подграб, одвија се уз рестрикције потрошње.

Табела 25 Физичко-хемијска, хемијска и микробиолошка анализа узорака воде за пиће (узорци за анализу узети у периоду 07-16.03.2006)

Р.бр.	Параметри	Врело Миљацке		Брус		Влаховићи		Подграб	
		Налаз	МДК	Налаз	МДК	Налаз	МДК	Налаз	МДК
1.	Мирис, укус	без	без	без	без	без	без	без	без
2.	Температура	/	Т изв.	/	Т изв.	/	Т изв.	/	Т изв.
3.	Боја ⁰ Co/Pt	без	5,0	без	5,0	без	5,0	без	5,0
4.	Мутноћа NTU	бистра	1 NTU	бистра	1 NTU	бистра	1 NTU	бистра	1 NTU
5.	pH вриједност	7,8	6,8-8,5	7,8	6,8-8,5	7,8	6,8-8,5	7,7	6,8-8,5
6.	Утрошак КmnO4 mg/l	3,8	8,0	3,8	8,0	3,8	8,0	3,9	8,0
7.	Остатак испарења mg/l	189	800	180	800	181	800	184	800
8.	Електропроводљ. µS/cm	348	≤1000	300	≤1000	307	≤1000	334	≤1000
9.	Амонијак NH3 mg/l	0,0	0,10	0,0	0,10	0,0	0,10	0,0	0,10
10.	Резидуални хлор mg/l	0,2	≤0,50	0,3	≤0,50	0,4	≤0,50	0,3	≤0,50
11.	Хлориди Cl mg/l	5,9	200	6,9	200	5,9	200	6,9	200
12.	Нитрити NO2 mg/l	0,0	0,03	0,0	0,03	0,0	0,03	0,0	0,03
13.	Нитрати NO3 mg/l	3,3	50,0	1,6	50,0	1,6	50,0	4,2	50,0
14.	Гвожђе Fe mg/l	<0,05	0,30	<0,05	0,30	<0,05	0,30	<0,05	0,30
15.	Манган Mn mg/l	/	0,05	/	0,05	/	0,05	/	0,05

Извор: Институт за заштиту здравља Републике Српске, Бања Лука - Регионални завод И. Сарајево

Физичке особине вода извора и врела овог планинског простора, изузев у температури, међусобно се не разликују. Воде извора и врела које су обухваћене анализом, одликују се високим степеном провидности, без боје су, мириса и укуса.

Табела 26 Бактериолошка анализа воде (узорци за анализу узети у периоду 07-16.03.2006)

Р.бр.	Параметри	Назив изворишта			
		Врело Миљацке	Брус	Влаховићи	Подграб
1.	Укупан број аеробних мезофилних бактерија у 1 ml	0	0	1	2
2.	Укупан број колиформних бактерија у 100 ml	0	0	0	0
3.	Колиформне бактерије фекалног поријекла у 100 ml	Нису нађене	Нису нађене	Нису нађене	Нису нађене
4.	Стрептококе фекалног поријекла у 100ml	Нису нађене	Нису нађене	Нису нађене	Нису нађене
5.	Сулфитредукујуће клостридије у 100ml	Нису нађене	Нису нађене	Нису нађене	Нису нађене
6.	Протеус врсте у 100 ml	Нису нађене	Нису нађене	Нису нађене	Нису нађене
7.	Псеудомонас аерогиноса у 100 ml	Нису нађене	Нису нађене	Нису нађене	Нису нађене
8.	Изоловане бактерије идентификоване су као	/	/	Антракоиди	Антракоиди

Извор: Институт за заштиту здравља Републике Српске, Бања Лука - Регионални завод И. Сарајево

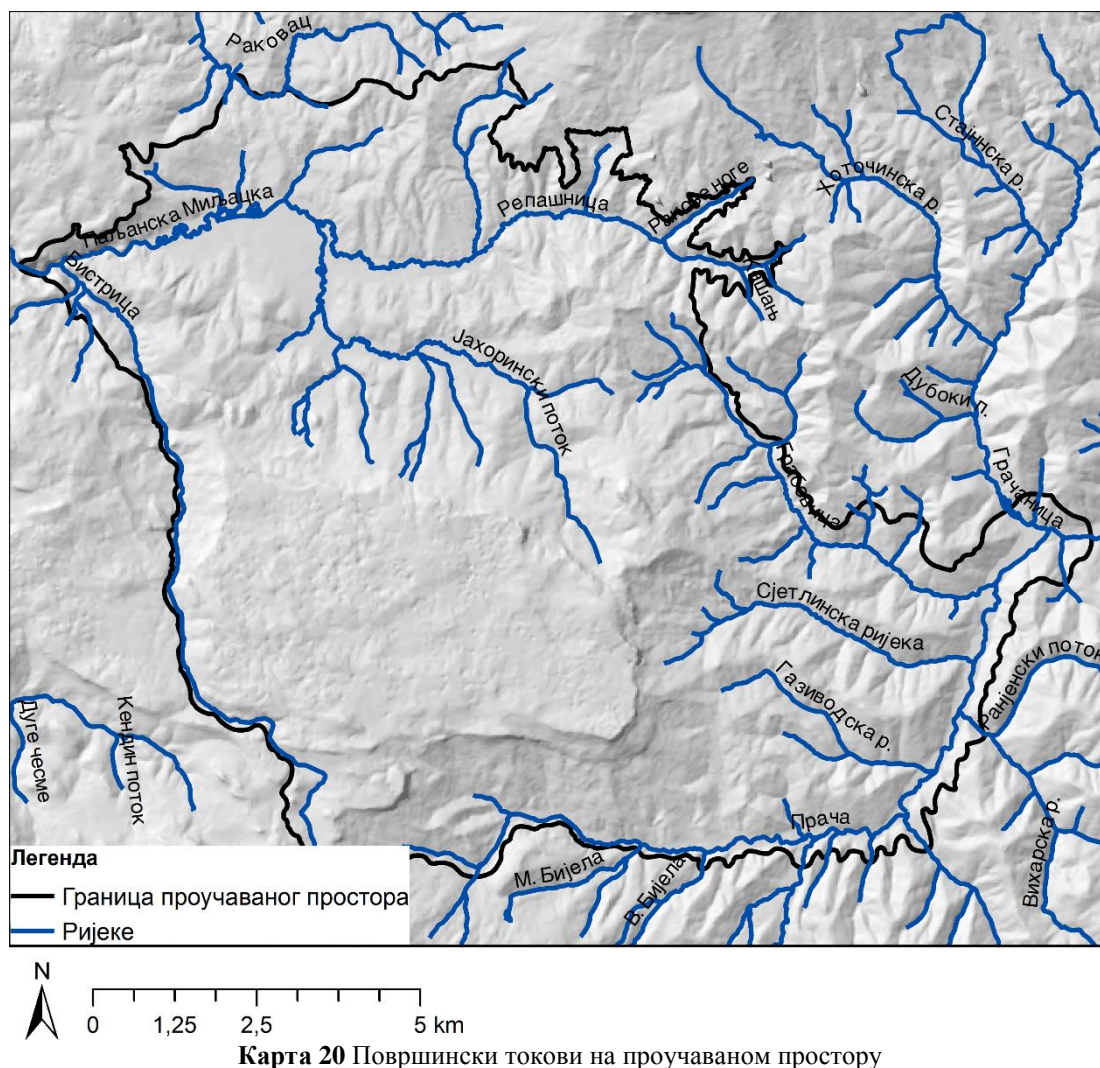
Подаци приказани у табели (Табела 26) представљају бактериолошку анализу воде узорака узетих на четири различите локације из система водовода Пале и то: 1 узорак код ВМ ресторана „Мали Гај“ – испод изворишта Паљанске Миљацке, 9 узорака из ВМ растеретна комора „Брус“, 8 узорака из ВМ јавна чесма Влаховићи и 5 узорака ВМ АД „Новорез“ Подграб. Сви узорци су испитани у референтној установи на основу Правилника о хигијенској исправности воде за пиће (Службени гласник Републике Српске бр.40/03) и сви анализирани узорци одговарају, са становишта здравственог аспекта воде за пиће (Институт за заштиту здравља Републике Српске, Бања Лука – Регионални завод И. Сарајево).

5.4.4 Површински токови

5.4.4.1 Ријеке

На проучаваном простору јавља се већи број ријечних токова сталног режима протока. У горњем и средњем дијелу тока сви имају карактер бујичних, планинских водотока, а затим улазе у котлинска проширења (Паљанска котлина, Реновичко поље). Својим токовима протичу кроз мезозојске карбонатне стијене, а потом кроз њихову базу – кластични палеозоик, верфен или повлату терцијарних и квартарних наслага.

Долине ових ријека, у средњим дијеловима тока су стијешњене. Јављају се као кањонске или клисурасте долине са великим каменим блоковима по дну. Постанак оваквих долина последица је споријих процеса денудације и ерозије ријека у односу на епирогене покрете којим је нарочито захваћена најмлађа зараван Сарајевског поља према којој се усмјерава ток Паљанске Миљацке. За све средње и горње дијелове ријечних токова овог простора, карактеристично је да су ријеке изградиле младе ерозионо-денудационе долине које се још формирају. Усјечене су у кречњачко-доломитне стијене, а врло често и у њихову подину. Температура воде у љетном периоду године, у изворишним дијеловима износи 7 – 8°C, а максимално 19°C у доњим токовима и на ушћу.



Нагиб рељефа условљава смјер отицања вода. Облик ријечне мреже условљен је, уз ерозију, тектонском структуром и покретима, као и литолошким саставом. Од поменутих, структурни елементи спадају међу важније. Од њих зависи тип ријечне мреже; али и други елементи, као што су: густина, оријентација и сл. Сходно томе, урађена је анализа оријентације правца ријечних долина. Долине су везане за тектонски предиспониране правце, те се указала потреба за анализом правца пружања ријечних долина. У анализу су укључене све долине које су дуже од 100 m (мјерено на карти 1:25.000). Правци су груписани према категоријама на основу Стралерове модификације Хортонове схеме категоризације (Strahler, A. N., 1957). Према добијеним резултатима категоризације Прача је највећи ток јер код Подграба достиже категорију 5. Међутим, због кратког дијела тока Праче на том потезу, при анализи оријентације долина, у обзир су узете само прве четири

категорије токова. Сви правци груписани су према категоријама и странама свијета у четири групе (С-Ј; СИ-ЈЗ; И-З и ЈИ-СЗ), а њихове оријентације су мјерене азимутом.

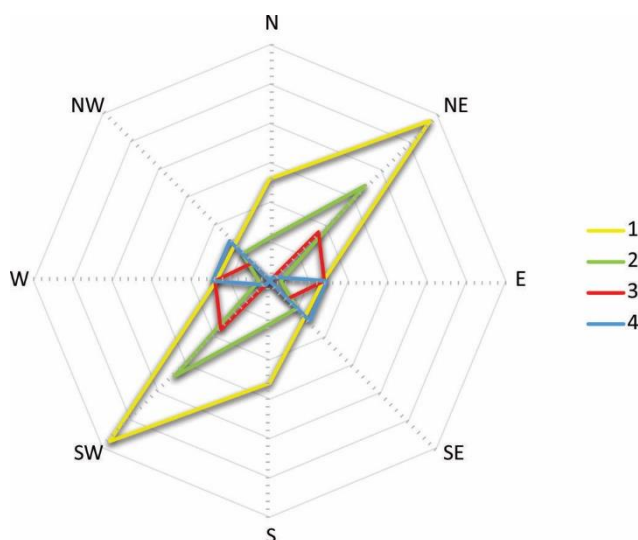


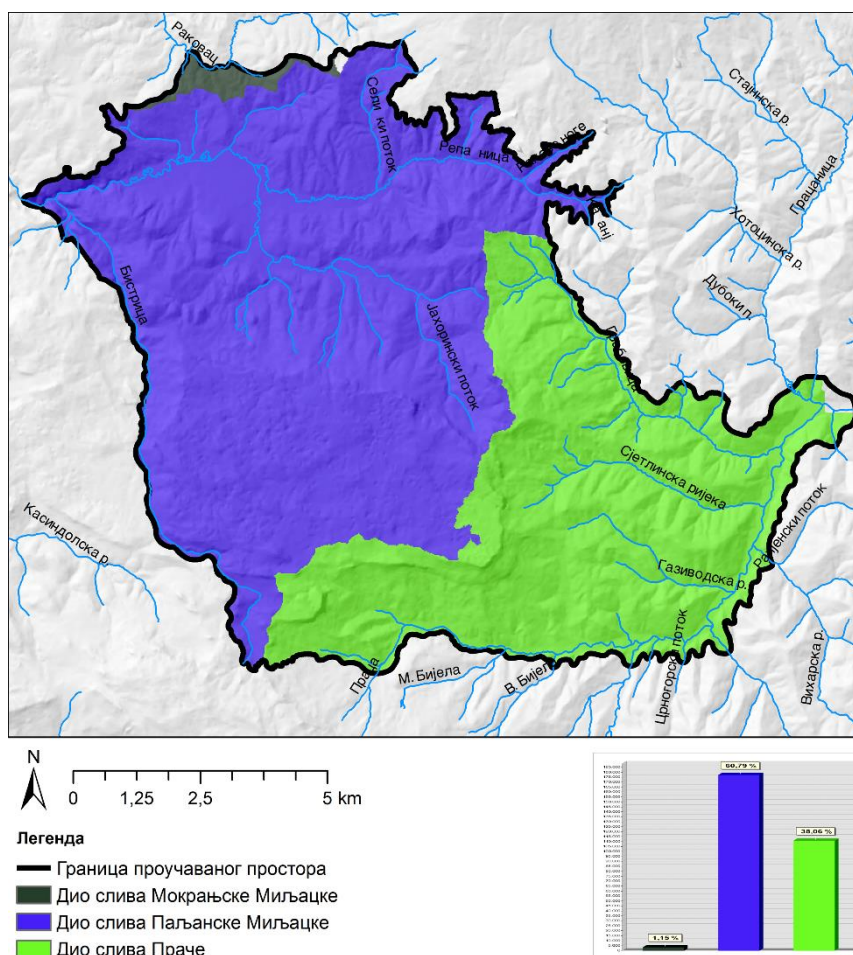
График 16 Оријентација ријечних долина на простору Равне планине и Паљанске котлине

Упоредном анализом категорија долина уочене су промјене оријентације. Код прве и друге категорије преовладава оријентација окомита на структурне елементе тј. на динарски правац пружања. Просјечна дужина ових токова износи од 1,05 km (прва категорија) до 1,52 km (друга категорија). Код треће категорије, оријентација долина, поред правца СИ-ЈЗ, добрим дијелом се усмјерава ка правцу И-З. Четврта категорија токова, коју чине водотоци са највећом просјечном дужином (3,8 km), оријентисана је паралелно оријентацији структурних елемената, тј. динарском правцу, са секундарним усмјерењем у правцу ЗСЗ-ИЈИ.

Средња вриједност правца ријечних долина није динарски, већ су ријеке на проучаваном простору у највећем проценту оријентисане у правцу сјевероисток–југозапад. Са друге стране, секундарни максимум оријентације долина заузима динарски правац. Сходно овоме, може се претпоставити да водотоци који имају динарски правац пружања (водотоци четврте категорије – Паљанска Миљацка и Прача), почетке стварања имају синхронно са стварањем примарних структура терена, док долине које су оријентисане окомито на динарски правац пружања, извјесно припадају каснијим развојним фазама ⁴⁰ (График 16). Анализа

⁴⁰ До сличних опсервација и резултата дошли су и други аутори (Пахерник, М., 2007; Муса, С., 2004)

оријентације правца ријечних долина има изразито статистички карактер. С обзиром на то, она даје најпоузданије податке у случају кад се оперише са великим бројем мјерења и на већим површинама. Због релативно мале површине истраживања овим поступком покушао се дјелимично предочити однос тектонског утицаја на дренажну мрежу на основу оријентације токова.



Карта 21 Сливови на проучаваном простору

На овом простору налази се развође између двије веће ријеке – Босне и Дрине (Карта 21). У хидролошком погледу проучавани простор подијељен је на сливно подручје Паљанске Миљацке која одводњава терен у ријеку Босну, те сливно подручје Праче, која је лијева притока Дрине. Развођа ових токова одређена су топографски, помоћу ДЕМ-а.

У сложеним геолошким условима, карактеристичним за подручје карстних терена (који су релативно често присутни у горњим и средњим дијеловима територије сливова), разводница врло често не зависи само од топографије, већ

првенствено од геолошких и хидрогеолошких услова. Иако је хидрогеолошко одређење развођа знатно поузданије, топографско одређење развођа примијенило се због недостатка прецизних хидрогеолошких параметара чија би размјера била довољно поуздана за мање површине терена.⁴¹ Са друге стране, поступак прецизног утврђивања хидролошких граница развођа представља деликатан, сложен, изузетно дуг и скуп поступак, што у коначници превазилази оквире овог рада.

На основу топографски разграничених развођа на проучаваном простору, установљено је да Мокрањска Миљацка површински одводњава само мали дио сјеверног обода Паљанске котлине (1,16%). Сјеверозападну половину овог простора одводњава Паљанска Миљацка (60,79%), а југоисточну Прача (38,06%). Због подземне циркулације воде у карсту, границу развођа ових токова која иде карстним платоом Равне планине треба узети са резервом.

Табела 27 Хидрографске карактеристике површинских токова на проучаваном простору

Назив површинског тока	Надм.в. извора (m)	Нв. најниже тачке тока на пр.прост. (m)	Надм.в. ушћа ријеке (m)	Дужина тока на пр. прост. (m)	Апсолутни пад на пр. прост. (m)	Релативни пад на проуч. прост. (m/km)
Прача	1462	720	345	16154,95	742 (1117)	45,93
Паљанска Миљацка	1020	730	595	11598,35	290 (425)	25,00
Бистрица	1601	789	789	12043,02	812	67,42
Репашница	1020	835	835	10122,22	185	18,27
Грабовица	946	740	740	7715,09	206	26,70
Јахорински поток	1208	860	860	7149,28	348	48,67

На основу показатеља у табели (Табела 27) уочава се да најдужи и водом најбогатији ток има Прача. Дужина овог водотока на проучаваном простору износи 16,1 km. Апсолутни пад корита Праче износи 742 m (апсолутни пад корита за цјелокупан ток ријеке је 1117 m), а релативни пад 45,93 m/km. Паљанска Миљацка и Бистрица имају приближно једнаку дужину тока на проучаваном простору (око 12 km), али апсолутни и релативни падови ових ријека се знатно разликују. Апсолутни пад Паљанске Миљацке је знатно мањи у односу на Бистрицу (290 m/km наспрам 812 m/km), што се јасно очитује и у погледу пада на цјелокупној дужини

⁴¹ Хидрогелешка карта Босне и Херцеговине у размјери 1:500.000 није дала довољно прецизне податке за јасно одређење развођа на проучаваном простору.

тока ријеке (425 m/km наспрам 812 m/km). Овакав однос утицао је и на знатна одступања у погледу релативних падова ових токова. Са те стране, међу проучаваним токовима, Бистрица има највећи релативни пад, за разлику од Паљанске Миљацке (која послије тока Репашнице), има најмањи релативни пад (25 m/km). Од преосталих токова дужином се издваја ток Репашнице, а на основу износа релативног пада, издваја се Јахорински поток који такође има нешто већи релативни пад 48,67 m/km.

5.4.4.1.1 Паљанска Миљацка

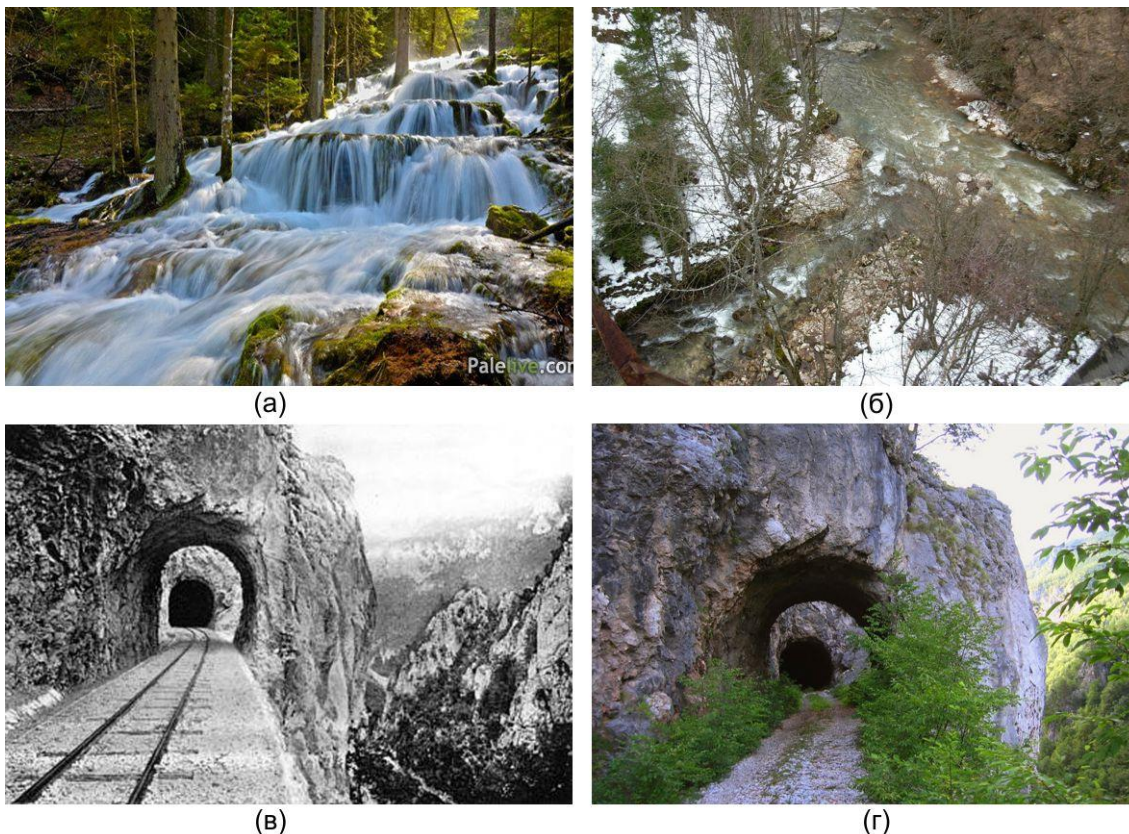
Извире на сјеверним падинама Равне планине на 1020 m надморске висине, из разбијеног контактеног изворишта и кроз значајне наслаге бигра, стрмо силази у долину преко бројних слапова и букова. Од извора до Паљанске котлине, Паљанска Миљацка тече у правцу сјевера, одакле даље тече у правцу југозапада. Послије ушћа Бистрице, правац ријечне долине је искључиво динарски (југоисток – сјеверозапад).

Дужина тока до саставака са Мокрањском Миљацком износи 18 km, а средњи градијент пада 2,81%. Појава великих блокова и слапова у ријечном кориту указује на снажну еродибилност њеног тока, а градијент пада у предјелу сутјески износи око 40%. Непосредно прије саставка са Мокрањском Миљацком, јавља се неколико слапова па градијент пада на том дијелу тока се повећава на 60% (Истражни радови на врелу Паљанске Миљацке за потребе водоснабдјевања, 1987). Њен ток се може подијелити на три дијела: горњи – са великим падом, средњи – равничарски и доњи – клисурасти дио. Горњи ток има дужину од 650 m и завршава се на 853 m надморске висине уласком у Паљанску котлину. На овом растојању прима само једну сталну притоку, Безимени поток. У горњем току ријека има велики пад (25,6%) и од самог изворишта, преко наслага бигра (седре) који се исталожио у ријечном кориту гради неколико веома лијепих слапова, букова и водопада, од којих је најљепши удаљен 30 m од извора (релативне висине 5-7 m).

Средњим дијелом ријека протиче кроз Паљанску котлину кроз коју има равничарски карактер са релативно малим падом. Литолошки склоп терена је комплексан и чине га кварц-лискуновити пјешчари са ријетким прослојцима глинача („сарајевски пјешчари“) који представљају хидрогеолошке изолаторе, а у повлати леже свијетлосиви банковити до масивни кречњаци и доломитични

кречњаци. Најважније притоке, прије уласка у насеље Пале су Јахорински поток, Мањача поток и Репашница. У урбаном дијелу насеља ријека тече бетонираним коритом на дужини од 2 km и на том дијелу прима неколико мањих водотока Каловити поток, Лучића поток и Овченицу.

Доњи, клисурасти дио Паљанске Миљацке представља границу између Романије и Требевића. Клисуре је усјечена у масивним анизијским седиментима и непосредно на њеном почетку прима своју највећу притоку Бистрицу. Након ушћа Бистрице, Паљанска Миљацка наставља да тече динарским правцем, градећи клисуру стрмих долинских страна (до 470 m релативне висине). У овом дијелу тока, Паљанска Миљацка осим Бистрице нема значајнијих притока. Са лијеве, требевићке стране ријека прима три мања потока бујичног карактера (Шеховићи, Удешки и Довлића поток). То су периодични водотоци, активни током кишног периода године и за вријеме отапања снијега.



Слика 23 Ток Паљанске Миљацке и тунели: (а) изворишни дио у прољеће; (б) ушће Бистрице у Паљанску Миљацку; (в) стара ускотрачна пруга на лијевој долинској страни Паљанске Миљацке; (д) остаци тунела и пруге данас
(извор: (а) и (в) palelive.com; (б) и (д) Голијанин Ј., 2013)

По количини воде нешто је мања од Мокрањске Миљацке. Површина слива ове ријеке износи $28,6 \text{ km}^2$, просјечан протицај (Q_{sr}) износи $0,235 \text{ m}^3/\text{s}$, а минимални протицаји имају повратни период јављања 3 – 5 година (Петронић, С. и др., 2009). Паљанска Миљацка завршава свој ток у Булозима на мјесту саставка са Мокрањском Миљацком на 595 m надморске висине. Ту ове двије ријеке образују Миљацку која протиче кроз сјеверни дио Сарајевског поља и свој, претежно равничарски, ток завршава у Рајловцу уливајући се у ријеку Босну.

5.4.4.1.2 Ријека Прача

Прача је планински водоток чије су воде створиле атрактивну ријечну долину. Уз долину ове ријеке лоцирана су већа насеља: Врхпрача, Подграб, Прача, Реновица и Месићи. Горњи ток Праче завршава се Реновичким пољем, након чега се уздужни профил ријеке ломи и она гради сужену долину, стрмих обалних страна, до Устипраче гдје се улива у ријеку Дрину, као њена лијева притока. Уздужни профил Праче је несагласан, што одговара типизацији планинског ријечног тока (на дужини од 16 km корито се спушта за 170 m).

Ријека Прача има дужину тока од 61 km и површину слива 1128 km^2 , а просјечан протицај износи $11,70 \text{ m}^3/\text{s}$ (хидролошка станица Устипрача) (Михић, Ј. Љ., 1987). Десне притоке Праче, које извиру на падинама Јахорине, су: Мали поток, Дубоки поток, Мркодолски поток, Бјелуша, Каменички поток, Вијарски поток, Драгосин и ријека Чемерница. Њене лијеве притоке, са сливним подручјем на крајњем сјеверном ободу обронака Јахорине, су: Сјетлинска ријека и Ракитница поток, а испод Романије извиру Грачаница, Лознички и Брњички поток. Ова ријека у свом средњем току, изузев ријеке Чемернице, нема значајних притока. Три километра низводно од Месића у Прачу се улива њена главна притока Ракитница, која обухвата трећину њеног сливног подручја. У доњем току Прача прима још двије мање притоке Љутац и Пршин поток. Сви ови токови имају дубока корита, висок пад, и готово свим тим долинама данас су трасиране путне саобраћајнице, постале на основи од некадашњег жељезничког колосијека.

У оквиру сливног подручја Праче налазе се три изворишта минералне воде. Два извора, од којих се један зове Кисељак, налазе се у Прачи, а трећи је у селу Миошићи (Михић, Ј. Љ., 1987). Међутим, вода ових извора није довољно истражена

и не експлоатише се. У оквиру овог рада обрађен је само горњи дио тока ове ријеке до насеља Подграб.

5.4.4.1.3 Ријека Бистрица

Извире у подножју Јахорине на 1601 m надморске висине. То је типичан планински водоток са великим падом, бројним брзацима и преливима и долином усјеченом у тријаским кречњацима. У кориту ове ријеке доминирају велики блокови стијена, и облаци, док ситнији материјал ријека односи у корито Паљанске Миљацке у коју се, након 12 km тока, улива.

Бистрицу карактерише висока провидност воде, тј. бистрина, по чему је и добила име. Бистрина воде је љети повећана и у вировима дубоким преко један метар види се дно. Због бистрине и ниске температуре воде, као и усљед појачаног механичког додира са ваздухом на брзацима и буковима, јавља се и довољна zasiћеност кисеоником. Температура на изворишту Бистрице у љетном периоду године износи око 7 – 8°C, а на разним мјестима водотока досеже до 14°C. Најљепши дио Бистрице је кањон у доњем дијелу њеног тока.

Водоток Бистрице је у почетку слаб али уливањем споредних токова јача, те је Бистрица у кањону, неколико стотина метара до свог ушћа у Паљанску Миљацку знатно јачи водоток. Горњи ток ове ријеке, на дужини од 3,5 km, прати путна комуникација Пале – Јахорина. У подручју насеља Влаховићи (1138 m надморске висине) Бистрица успорава свој ток али и даље задржава карактер брзе планинске ријеке. У доњем дијелу тока прима лијеву притоку, Дубоки поток.



Слика 24 Доњи дио тока ријеке Бистрице
(извор: Голијанин Ј., 2013)

За вријеме Аустроугарске управе изграђен је водовод на изворишту Бистрице који је и данас у употреби. Са изворишта Бистрице водом се снабдијевају дијелови Пала и Сарајева. Водоводна цијев ка Сарајеву иде преко дијелова Требевића (Довлићи, Брус, долином Равна, сјеверно од главног вијенца Требевића...). Бистрица је богата поточном пастрмком, па овај водоток посјећују риболовци. Захваљујући положају и удаљености од Пала, спада у ред токова са најчистијом водом на простору паљанске општине. Ова природна оаза још увијек је добро очувана од загађења, захваљујући својој неприступачности. Долинске стране су обрасле густом шумом и стрмим стијенама са бројним окапинама. У доњем дијелу тока заступљени су лишћари, а горњем доминирају четинари. Нажалост, Бистрица као и другим ријекама на овом простору пријети опасност због повећане сјече шуме на Јахорини, Равној планини и у близини њеног изворишта. Усљед тога, Бистрица је у протеклих неколико година значајно изгубила на свом водостају, те би се у будућности требало посветити више пажње заштити изворишта.

5.4.4.1.4 Јахорински поток

Извире на 1200 m надморске висине испод узвишења Јавор на Равној планини, по коме је добио назив. Његов горњи ток је планински и на том дијелу водоток је усјекао дубоку долину. Дужина горњег тока је око 2 km. Доњи ток је равничарски и на том дијелу овај ток је формирао алувијалну раван. На основу дужине тока нешто веће од 7 km, Јахорински поток је трећа притока Паљанске Миљацке, последице Бистрице (12 km) и Репашнице (10 km).

5.5 АНАЛИЗА ПЕДОЛОШКОГ ПОКРИВАЧА

Земљиште је у суштини необновљив природни ресурс, са потенцијално брзом стопом деградације и са веома спорим процесом формирања и регенерације.⁴² На стварање земљишта утичу природне абиотичке компоненте, од којих су најзначајније: геолошка подлога, клима, рељеф, водна својства, биогени фактори (биљке и животиње, бактерије и гљиве), те антропогени фактори стварања и

⁴² За стварање 1 cm слоја земљишта на кречњачкој подлози потребан је период од 1000 година, тј. за активни слој од 10 cm 10.000 година (Предић Т., и др. 2009).

модификовања земљишта који углавном имају деструктивну улогу (Љешевић, А. М., 2003). Све ове компоненте једноставније можемо назвати педогенетским факторима. Различити типови земљишта на проучаваном простору резултат су међусобног дијеловања различитих педогенетских фактора, при чему ни један од њих није значајнији од других.

Истраживани простор је планинског карактера, са просјечном надморском висином од 1064 m. У климатском погледу, јављају се релативно велика температурна колебања између топлијег и хладнијег периода године, и између обданице и ноћи (сезонска и дневна температурна колебања), са падавинама током цијеле године. На проучаваном простору истиче се сложена геолошка грађа, са преовлађујућим кластичним и кречњачким стијенама. Улога вода свакако је значајна, будући да је овај терен испресијецан бројним ријечним и поточним долинама и добро дрениран. Наведене чињенице упућују на појаву развоја различитих типова земљишта чије особине могу да варирају на кратким растојањима.

Геолошка подлога, посматрано са педогенетског становишта, везана је за подлоге тријаске старости јасно издиференциране на верфенске седименте и кречњаке. Верфенски седименти састављени су од серије пјешчара и глинаца, гдје мјестимично дијелови серије преовлађују, тако да се могу издвојити пијесковите варијанте, затим глиновите, те серије гдје је смјењивање оба члана на тако малим растојањима да их није могуће одвајати. Кречњаци углавном заузимају централне и западне зоне Равне планине. У педогенетском смислу велики значај имају партије са рожњаком гдје се стварају дубока земљишта, лакша по механичком саставу. Посебан случај представљају терени гдје су заступљени кречњаци преко којих су остали танки нееродирани верфенски седименти, што доводи до стварања земљишних комбинација (ово јер нарочито присутно у сјевероисточном кречњачком ободу Равне планине).

Најзаступљенија земљишта на киселим супстратима су она из камбичне класе А – (Б) – Ц и то са типским представником дистричним камбисолом (кисело смеђе земљиште), гдје се појављују још и оподзољени дистрични камбисоли на серији верфенских пјешчара, бруниподзол и подзол. Када су под шумом, ова земљишта су прилично добро заштићена од ерозионих процеса, али неправилном употребом

механизације, изградњом широких ски стаза и сл. трпе значајне штете због стварања јаружасте ерозије.

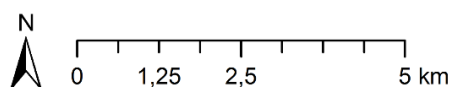
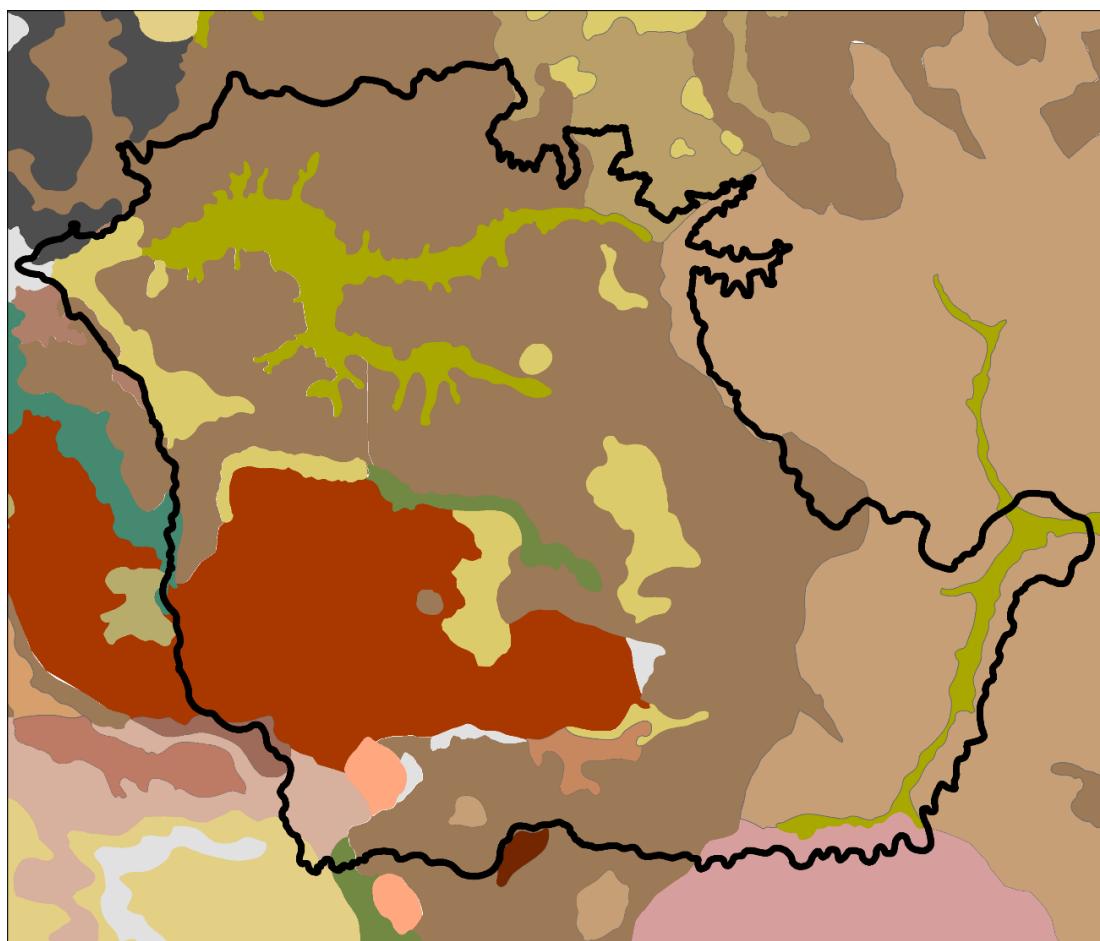
На кречњацима се сусрећу читаве серије земљишта и то: кречњачких литица, литосола, органогеног и органоминералног калкомеланосола (кречњачко-доломитна црница), калкокамбисола (смеђе земљиште на карбонатима), до лувисола (илимеризованих земљишта). Чисти, самостални ареали ријетко се сусрећу, већ се појављују земљишне комбинације у различитим односима.

Када је ријеч о употребној вриједности земљишта, пратећи распоред главних пољопривредних површина (које се налазе на нижим висинама, блажим нагибима падина и увалама те долинама ријека и потока), закључак је да су се ту развила плоднија земљишта. За проучавани простор, та плоднија земљишта представљају средње дубока тла као што су алувијално-делувијална тла. С обзиром да су то плодна тла и да се налазе у близини насељених подручја, користе се у пољопривредне сврхе, уколико нису деградирана или антропогеним дијеловањем постала неупотребљива (изградња насеља, саобраћајница и сл.).

Тла нископланинских зона, надморске висине до 1000 m, спадају у другу групу земљишта, на основу употребне вриједности. Ту се истичу терени са великим нагибима и знатном површинском стјеновитошћу. Овакви услови погодвали су за развој различитих типова земљишта као што су: сироземи, рендзине, ранкери, врло плитка и плитка смеђа тла на разним матичним супстратима, а на благим падинама и у увалама има и смеђих дубоких земљишта, као и делувијалних земљишта вртача. То су углавном површине под ливадама и, у мањем обиму, воћњацима.

Средњопланински предјели (преко 1000 m надморске висине), од педолошких покривача имају сироземе и рендзине на једрим кречњацима, те рендзине и смеђа тла на кречњацима и доломитима. Поред наведених, заступљена су и смеђа врло плитка и плитка тла на кречњацима, пјешчарима и рожнацима, која, по својој употребној вриједности чине трећу групу земљишта на проучаваном простору. Овдје могу да се издвоје и дубока тла, нарочито она шумска или тла у појединим увалама и депресијама. Вегетација која расте на овим земљиштима је скоро искључиво шумска и пашњачка, мада се нека тла користе и као оранице (у близини насеља и на блажим падинама и увалама). Хумидност климе је израженија на већим надморским висинама, те проценти испирања тла расту са порастом надморске

висине, тако да се на подручјима са надморским висинама већим од 1000 m срећу јако кисела и испрана тла (Црногорац, М., Јакшић, В., 1981).



Легенда

- Граница проучаваног простора
- Алувијално-делувијална тла
- Посмеђене рендзине и смеђа тла на једром кречњаку
- Ранкери и смеђа кисела тла на пјешчарима и глинцима
- Ранкери и смеђа кисела тла на пјешчарима и шкриљцима
- Рендзине и смеђа тла на једрим кречњацима
- Рендзине и смеђа тла на једрим кречњацима са киселим смеђим тлима на пјешчарима и глинцима
- Рендзине на једрим кречњацима
- Рендзине, смеђа тла и смеђа деградирана тла на једрим кречњацима
- Рендзине, смеђа тла на једрим кречњацима и доломитима и делувијална тла вртача
- Сироземи и рендзине на једрим кречњацима
- Смеђа хумозна, плитка и средње дубока тла на једрим кречњацима
- Смеђа кисела тла на пјешчарима
- Смеђа кисела тла на пјешчарима и глинцима
- Смеђа кисела тла на пјешчарима и глинцима и подзолна-псеудоглејна оброначна тла
- Смеђа кисела тла на пјешчарима и шкриљцима
- Смеђа тла на једрим кречњацима и смеђа кисела тла на пјешчарима и глинцима
- Смеђа тла, претежно плитка и средње дубока на једрим кречњацима
- Смеђа врло плитка и плитка тла на једрим кречњацима

Карта 22 Фрагмент педолошке карте СФРЈ 1:50.000 за подручје Равне пл. и Паљанске котлине (извор: Педолошка карта СФРЈ, 1:50.000, листови Сарајево 1, 2, 3 и 4, 1979-1983)

Према педолошкој карти СФРЈ, у оквиру граница проучаваног простора регистровано је 18 типова земљишта; од којих је са већим удјелом (укупно 92,85%) заступљено пет категорија (типова) земљишта (Табела 28 и На основу тумача педолошких карата, значајније заступљене категорије земљишта на проучаваном простору обрађене су и појединачно, према степену педогенезе. Сходно наведеном издвајају се: слабо развијена земљишта, хумусно-акумулативна земљишта, камбична земљишта и хидроморфна земљишта.

График 17). Седам типова земљишта учествује са појединачним процентуалним удјелом од 1,19% до 0,59%, и они процентуално учествују укупно са 6,49%, те ће овом приликом бити укључени у анализу, док се шест типова тек спорадично јављају – са појединачним удјелом од 0,2% или мањим, тј. укупним удјелом од 0,64% и ови типови неће бити укључени у детаљну анализу због мале заступљености на третираном простору.

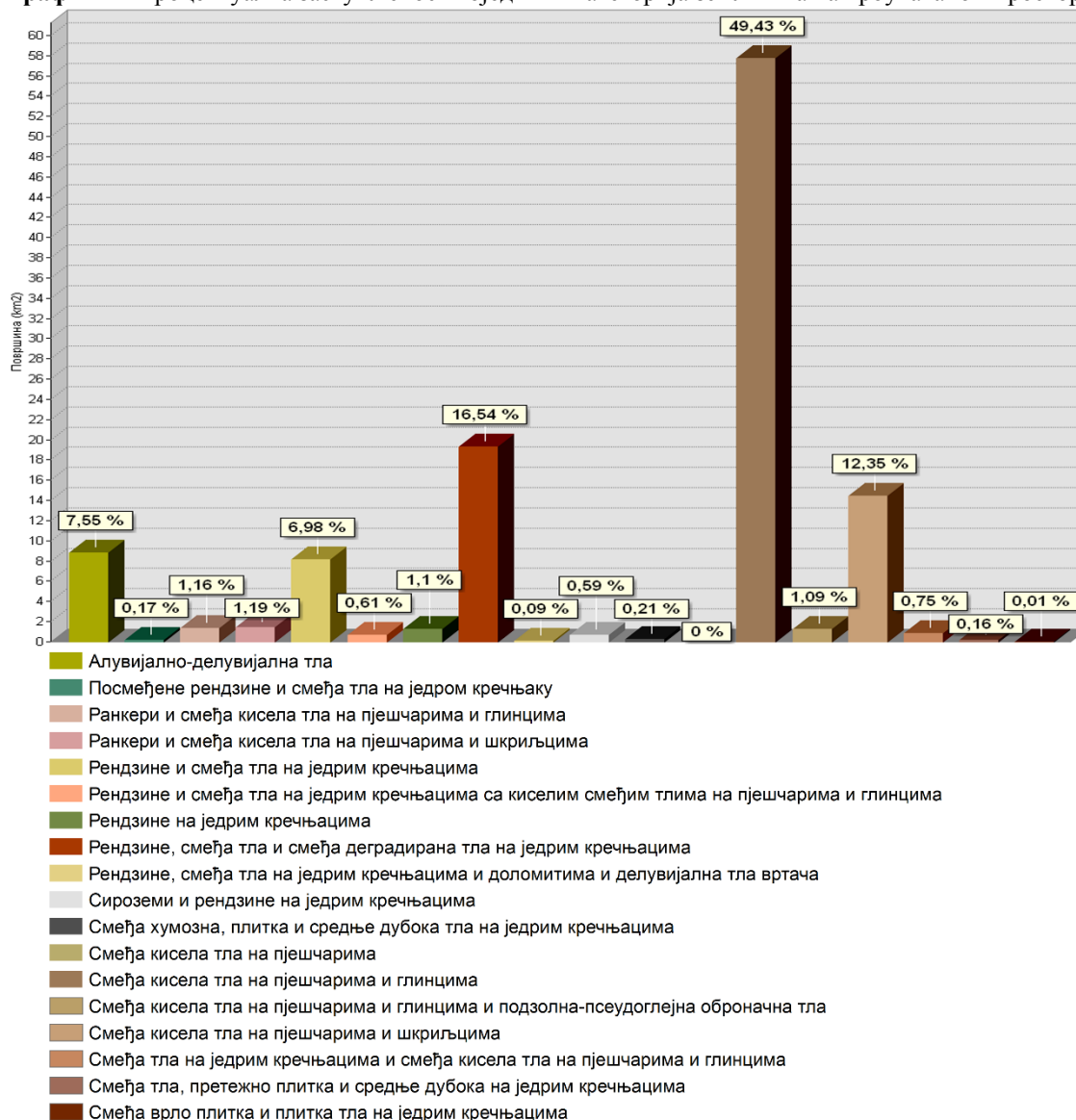
Табела 28 Заступљеност појединих категорија земљишта на проучаваном простору

Р.бр.	Типови земљишта	Површина (km ²)	Удио (%)
1.	Смеђа кисела тла на пјешчарима и глинцима	57,73	49,45
2.	Рендзине, смеђа тла и смеђа деградирана тла на једрим кречњацима	19,32	16,50
3.	Смеђа кисела тла на пјешчарима и шкриљцима	14,42	12,34
4.	Алувијално-делувијална тла	8,82	7,55
5.	Рендзине и смеђа тла на једрим кречњацима	8,15	6,98
6.	Ранкери и смеђа кисела тла на пјешчарима и шкриљцима	1,39	1,19
7.	Ранкери и смеђа кисела тла на пјешчарима и глинцима	1,36	1,16
8.	Рендзине на једрим кречњацима ⁴³	1,29	1,10
9.	Смеђа кисела тла на пјешчарима и глинцима и подзолна-псеудоглејна оброначна тла	1,27	1,09
10.	Смеђа тла на једрим кречњацима и смеђа кисела тла на пјешчарима и глинцима	0,88	0,75
11.	Рендзине и смеђа тла на једрим кречњацима са киселим смеђим тлима на пјешчарима и глинцима	0,71	0,61
12.	Сироземи и рендзине на једрим кречњацима	0,69	0,59
13.	Смеђа хумозна, плитка и средње дубока тла на једрим кречњацима	0,25	0,21
14.	Посмеђене рендзине и смеђа тла на једром кречњаку	0,20	0,17
15.	Смеђа тла, претежно плитка и средње дубока на једрим кречњацима	0,19	0,16
16.	Рендзине, смеђа тла на једрим кречњацима и доломитима и делувијална тла вртача	0,10	0,09
17.	Смеђа врло плитка и плитка тла на једрим кречњацима	0,01	0,01
18.	Смеђа кисела тла на пјешчарима	0,003	0,0

⁴³ Према систему класификације земљишта који је рађен од стране Шкорића и сарадника из 1985. године, рендзине на једрим кречњацима се класификују у категорију црнице на једрим кречњацима (Дугалић, Г., Гајић, Б., 2012).

На основу тумача педолошких карата, значајније заступљене категорије земљишта на проучаваном простору обрађене су и појединачно, према степену педогенезе. Сходно наведеном издвајају се: слабо развијена земљишта, хумусно-акумулативна земљишта, камбична земљишта и хидроморфна земљишта.

График 17 Процентуална заступљеност појединих категорија земљишта на проучаваном простору



5.5.1 Слабо развијена земљишта

Земљишта почетног стадијума педогенезе, која су релативно млада спадају у категорију слабо развијених земљишта. Могу се формирати у природним и антропогеним предјелима при разарању већ постојећег земљишног покривача и

оголићавања матичне стијене. Највише су заступљена на простору Равне планине, гдје су у категорији ових земљишта заступљени литосоли и сироземи.

5.5.1.1 Литосоли

Најчешће се јављају на планинским падинама Равне планине, испод стрмијих одсјека. Дебљина ових земљишта, до матичне подлоге, не прелази 10 cm, а уколико је моћност земљишног слоја већа од 10 cm, земљиште припада другим типовима, црници или ранкеру (Љешевић, А. М., 2003). На Равној планини ова земљишта су заступљена у фрагментима, заједно са другим типовима земљишта. На њима су развијене пашњачке формације али понегдје се јављају и изданци четинарских шума.

5.5.1.2 Сироземи

Други назив за ова земљишта је регосоли, од грчког *rhegos* – покривач. То су слабо развијена земљишта на растреситом матичном неалувијалном супстрату. Образују се на трошном супстрату и на проучаваном простору се јављају спорадично на једрим кречњацима Равне планине, али и у заједници са рендзинама. Ова земљишта су елувијална, еродирана земљишта, релативно малих производних вриједности. Плитка су и на њима се махом развијају пашњаци и прорјеђена кржљава шума. Конкретно, на проучаваном простору заступљени су сироземи и рендзине на једрим кречњацима (камењари и кречњачке црнице).

5.5.1.2.1 Сироземи и рендзине на једрим кречњацима

Земљишта ове категорије развијају се на стрним падинама и литицама. Најчешће су то тзв. кречњачке греде које су везане за расједе. Површина коју заузима ова јединица је веома ограничена и мала, премда се на терену (због визуелног ефекта дужине падине – литице) стиче утисак о релативно великим површинама. Степен мозаичности земљишта је врло различит. На стрмијим падинама обично су то и виши положаји и ту доминирају сироземи. На овим дијеловима каменитост површине је врло јака, а у нижим и мање нагнутих положајима каменитост површине је мања, али се повећава учешће сипара (колувијалних земљишта).

Црнице су везане за појаву пукотина у кречњаку. Елементарни ареали црница су мали, неправилног облика и распореда. Пошто директно леже на матичном супстрату, зрнасте су структуре, боје су смеђе до црне и имају високу водопропусност која се смањује са дубином (Љешевић, А. М., 2003). Степен контрастности је релативно висок. Црнице већим дијелом припадају подтипу органогене, а мање подтипу органо-минералне. Према варијетету на стрмијим падинама је заступљена литична црница, а на мање нагнутим падинама више је заступљена скелетно-колувијална, тј. колувијална црница. Поред наведених особина (скелетност, каменитост), ово су врло плитка до плитка земљишта. Често су заступљена на јужно оријентисаним падинама, те спадају у ред екстремно сувих станишта, што је главни ограничавајући фактор биљне производње на овим површинама. Зато су овдје најчешће заступљене голети и шибљаци. Према употребној вриједности спадају у VIII класу (Бурлица, Ч., Мијатовић, Д., 1982).

5.5.2 Хумусно-акумулативна земљишта

Ову групу земљишта карактерише постојање само једног хоризонта. На проучаваном простору ова земљишта су распрострањена на највишим теренима, гдје је услед ниских температура скраћен период педогенетских процеса, а нарочито процеса хумификације.

5.5.2.1 Рендзине

Представљају хумусно-карбонатна земљишта која се образују на растрошеним карбонатним супстратима и имају широко распрострањење на проучаваном простору. Јављају се на крашким теренима. На овој врсти земљишта расте шумски покривач. На платоу Равне планине развиле су се рендзине, смеђа и смеђа деградирана тла на једрим кречњацима. Ова земљишта су врло плитка (до 25 cm), неутралне реакције. Скелетна су, са крупнијим камењем и стијенама и високим садржајем хумуса. Поред рендзина, односно органогених црница и средње дубоких смеђих земљишта, у увалама и на блажим нагибима развила су се и деградирана земљишта или лувисоли. То су дубока тла са увећаним хумусним хоризонтом, киселе реакције. На проучаваном простору у већем обиму заступљене су четири категорије рендзина.

5.5.2.1.1 Рендзине на једрим кречњацима

Овај тип земљишта заступљен је на стрмим падинама, гребенима и врховима. Дијелом је везан за падине испод кречњачких греда. Каменитост површине је врло јака. Поред црница, које су углавном органоминералног подтипа, овдје се развијају и смеђа кречњачка земљишта. И ово су плитка и сува станишта, неутралне до слабо киселе реакције. Повољан утицај релативно високог садржаја хумуса и хранива (нарочито калијума) на продуктивност, ограничен је плиткоћом и скелетношћу. Ова земљишта су обрасла шумом и пашњацима (Бурлица, Ч., Мијатовић, Д., 1982).

5.5.2.1.2 Рендзине и смеђа земљишта на једрим кречњацима

Развој земљишта у овој комбинацији условљен је рељефом, начином слојевитости кречњака и подземним рељефом стијене. Најчешће су то врхови и стрмије падине, а у мањем обиму вртачате заравни. Масивност кречњачких блокова и њихова релативно добра паралелност са тереном, условљавају да се на овим супстратима развију релативно плитка земљишта. Најчешће заступљена мозаичност је у односу 60% црница, наспрам 40% смеђег земљишта. Контрастност је дјелимично изражена и углавном условљена разликом у дубини профила, а знатно мање квалитативним разликама својства земљишта. Елементарни ареали црница су мањи од ареала смеђих земљишта, распоред неправилан – мозаичан.

Каменитост површине је доста јака, нарочито мјестимично. Скелетност је обично ниска. Земљишта су због велике водопропустљивости и плиткоће профила обично сува, нарочито на јужно оријентисаним падинама и рјеђим шумским састојинама, као и ливадама. Црнице у овој комбинацији су дубље, глиновитије, крупније структуре и киселије од црница на једрим кречњацима. Доминирају органоминералне, а има и посмеђених и врло мало органогених. Смеђа земљишта су типична, промјенљиве дубине (Бурлица, Ч., Мијатовић, Д., 1982).

5.5.2.1.3 Рендзине, смеђа земљишта и смеђа деградирана земљишта на једрим кречњацима

На проучаваном простору, ова комбинација земљишта заступљена је на површини од 19,32 km², тј. са процентуалним удјелом од 16,5%. Поред рендзина, односно поред органогених црница и смеђих, претежно плитких и средње дубоких земљишта у увалама, као и на блажим нагибима развила су се деградирана, тј.

лесивирана тла или лувисоли. То су дубока тла са претежно увећаним хумусним хоризонтом, киселе актуелне реакције, са малим садржајем база у испраном Е-хоризонту и са двоструко већим количинама глинених честица у Б-хоризонту у односу на Е-хоризонт. Смеђа деградирана земљишта или лувисоли налазе се на равнијим теренима, у пристанцима и увалама. То су дубока тла са високим садржајем хумуса само у плитком површинском слоју, са малим садржајем физиолошки активних хранива и нижим садржајем база у адсорпцијском комплексу површинских дијелова него типична смеђа земљишта на једрим кречњацима. Илувијални Б-хоризонт им је претежно засићен базама преко 50% (Црногорац, М., Јакшић, В., 1981).

Степен мозаичности је различит. Учешће црница је веће на стрмијим теренима, смеђа земљишта доминирају на заравнима, а делувијална у увалама и вртачама. Употребна вриједност зависи од дубине профила и каменитости површине од III класе (делувиј) до VI класе (Бурлица, Ч., Мијатовић, Д., 1982).

На благим падинама и заравнима са вртачама развијене су и кречњачко-доломитне црнице и делувијална земљишта вртача. Делувијална земљишта вртача заузимају малу површину на проучаваном простору (0,10 km²) и у ширем обиму овог планинског подручја, то су једине површине на којима је могућа биљна производња. То су средње дубока до дубока земљишта, смеђе до црвенкастосмеђе боје. Горњи слојеви ових земљишта ријетко садрже скелет, и тај садржај није већи од 5 до 10%, за разлику од доњих слојева у којима се проналази и до 30% скелета, што ова земљишта чини добро дренираним (Црногорац, М., Јакшић, В., 1981). У појединим случајевима, ова земљишта су цијелом својом дужином без скелета, глиновите текстурне грађе и врло слабо дренирана, док се на површини уочавају трагови честог задржавања воде. Земљишта вртача су бескарбонатна, киселе до неутралне актуелне реакције.

5.5.2.1.4 Рендзине и смеђа земљишта на једрим кречњацима са киселим смеђим земљиштима на пјешчарима и глинцима

Ова комбинација земљишта је анализирана појединачно. Са те стране, ваља напоменути само да је овдје ријеч о комбинацији црница и смеђих земљишта на кречњацима са смеђим земљиштима на пјешчарима и глинцима као матичном

супстрату. Ова земљишта, са 0,61%, заступљена су у врло малој мјери на проучаваном простору.

5.5.2.2 Ранкери

Спадају у групу слабо развијених земљишта на стрмим нагибима са профилом А – Ц. Образују се на различитим силикатним стијенама. То су најчешће јако кисела плитка земљишта са литичном компонентом. Према високом садржају хумуса, ова земљишта се називају и хумусно силикатно земљиште. На њима су најчешће развијени пашњаци, а јављају се и листопадне те црногоричне шуме. Мала дубина земљишта је главни ограничавајући фактор њихове употребљивости. Јављају се на малој површини и на истраживаном простору захватају око 2,75 km², тј. око 2,35%. Заступљени су са двије категорије.

5.5.2.2.1 Ранкери и смеђа кисела земљишта на пјешчарима и шкриљцима

Ова земљишта спадају у хумусно-акумулативна тла. Ранкери се обично налазе на већим надморским висинама и врло често се јављају заједно са плитким смеђим земљиштима, у овом случају дистричним. Образују се обично на силикатним супстратима. Реакција им је углавном кисела до неутрална. То су средње хумозна тла, доста плитка и скелетоидна. По текстурном саставу су пијесковите иловаче и иловаче. На проучаваном простору издвојени су ранкери заједно са киселим смеђим земљиштима на пјешчарима и шкриљцима, као и на пјешчарима и глинцима, на малој површини од 1,39 km² или 1,19% од укупне површине проучаваног простора.

5.5.2.2.2 Ранкери и смеђа кисела земљишта на пјешчарима и глинцима

Земљиште типа ранкера на пјешчарима и глинцима ријетко када заузима веће површине, те је овдје заступљено као мијешано са смеђим киселим земљиштима на истом супстрату. Пјешчари и глинци, нарочито они верфенске старости, врло лако и брзо се физички распадају. Услјед тога земљишта на њима се брзо развијају, те доминирају развијенија земљишта. Заузимају оштрије гребене и врхове, на мјестима гдје је пјешчар, а нарочито глинац, отпорнији на распадање. То су плитка, кисела, хумозна и сува земљишта. Користе се за ливаде и пашњаке, а најчешће су

обрасла шумском вегетацијом. Према употребној вриједности могу се разврстати у VII класу (Бурлица, Ч., Мијатовић, Д., 1982).

5.5.3 Камбична земљишта (смеђа земљишта)

Камбична земљишта настају измјеном хумусно акумулативних земљишта (cambio – мијењати). Настанак камбичног хоризонта могућ је само уколико је земљиште довољно дубоко (Љешевић, А. М., 2003). Ова класа земљишта се у значајној мјери јавља на проучаваном простору и припада такозваним шумским земљиштима.

5.5.3.1 Смеђа земљишта на кречњацима и доломитима (калкокамбисоли)

Како кречњаци заузимају знатно распрострањеност на проучаваном простору, смеђа земљишта на кречњацима и доломитима, смјењују се са рендзинама у вишим предјелима. Ова тла припадају класи земљишта са А – (Б) – Ц профилем, веома су стара и одликују се континуираном генезом кроз десетине и хиљаде година. Образују се из нерастворног остатка кречњака. Хоризонт (Б) се образује процесом оглејавања и добро задржава воду. Боје су жутосмеђе до црвенкастосмеђе. Дубина профила достиже и до 60 cm, а под буково-јеловим шумама ова земљишта су јаче закисељена, рН 5,5 - 6 (Љешевић, А. М., 2003).

Терени са овим земљиштима карактеришу се површинском стјеновитошћу, пашњачком вегетацијом, са нешто црногоричне шуме. Смеђим тлима припадају локалитети са мањим нагибима и претежно шумском вегетацијом, а рендзинама стрми терени подложни ерозији, са пашњачком вегетацијом. Процентуална заступљеност ових земљишта зависи од интензитета педогенетских фактора. На проучаваном простору заступљена је категорија смеђих земљишта на једрим кречњацима дијелом у комбинацији са смеђим киселим земљиштима.

5.5.3.1.1 *Смеђа земљишта на једрим кречњацима и смеђа кисела земљишта на пјешчарима и глинцима*

Смеђа земљишта на једрим кречњацима су претежно средње дубока до дубока тла, киселе реакције, лакшег су механичког састава, у профилу се често среће скелет пјешчара, а тло лежи на кречњаку. Боја им је често црвенкастосмеђа. То су

претежно плитка и средње дубока скелетоидна земљишта. Заузимају увале и блаже нагибе терена и већином су под ливадско-пашњачком вегетацијом.

Смеђа кисела земљишта на пјешчарима и глинцима у овом комплексу не чине једну засебну цјелину, већ су испреплетена са смеђим земљиштима на једрим кречњацима. Посебне законитости у њиховом распрострањању нису назначене, те се зато сврставају у један комплекс. Ради се о дубоким земљиштима, јер им је матични супстрат подложен брзом разарању. Боја им варира од тамноцрвеносмеђе до свијетложутосмеђе, зависно од боје матичног супстрата. Механички састав им иде од иловасто-глинастог до пијесковито-глинастог. То су слабо хумозна, скелетоидна земљишта, већином под шумском, ливадском и пашњачком вегетацијом (Црногорац, М., Јакшић, В., 1981).

5.5.3.2 Смеђа кисела земљишта (дистрични камбисоли)

Кисела смеђа земљишта образују се на кварцно-силикатним супстратима са малом количином базичних катјона (пјешчари, глинци, кристаласти шкриљци). Већином су распрострањена у хумидним областима планинских региона, гдје претежно заузимају сјеверне падине. На проучаваном простору, у највећем обиму, ова земљишта се јављају на сјеверном, сјевероисточном и источном дијелу и то као смеђа кисела земљишта на пјешчарима и глинцима, смеђа кисела земљишта на пјешчарима и глинцима у комбинацији са подзолно-псеудоглејним оброначним земљиштима, те као смеђа кисела земљишта на пјешчарима и шкриљцима.

5.5.3.2.1 Смеђа кисела земљишта на пјешчарима и глинцима

Ова земљишта доминирају на проучаваном простору (49,45%). Јављају се на источним и сјеверним падинама Равне планине. Настала су мијешањем два матична супстрата (пјешчара и глинаца), са мањим или већим варирањем. Киселе су реакције и средње дубока, углавном под ливадском вегетацијом мада је на њима развијена и шумска вегетација. Распадање матичног супстрата основни је фактор образовања овог типа земљишта на великим површинама. Матични супстрат ових земљишта чине пјешчари и глинци, који су јако хетерогеног састава, што се одражава и на варирања земљишта. Ова варирања односе се на гранулацију трошине, те механичком саставу из њих насталих смеђих земљишта. Смеђа кисела

земљишта на глинцима имају претежно иловасто-глинасту текстурну грађу (Црногорац, М., Јакшић, В., 1981).

Од подтипова заступљени су типично, мање или меризовано и само мјестимично оподзољено земљиште. Осим смеђег киселог земљишта, на овим површинама има и ранкера на јаче израженим формама рељефа и мјестима са чвршћом стијеном у подлози. На мјестима гдје је стијена богатија са базама, те на мјестима већег нагомилавања и бржег распадања шумског отпада, формира се еутрично смеђе земљиште (Бурлица, Ч., Мијатовић, Д., 1982).

Ово су најпродуктивнија земљишта на проучаваном простору. Дубока до врло дубока, иловаче до глиновите иловаче, порозна, растресита, слабо до средње хумозна, што условљава да су релативно добро обезбијеђена са хранивима (нарочито због дубине) и повољног су водно-ваздушног режима. Са овим у вези је врло широка скала употребне вриједности ових земљишта, од II до VI класе – што зависи од нагиба рељефа (Бурлица, Ч., Мијатовић, Д., 1982). Најбоље се могу користити као шумска станишта, која су махом и заступљена на овим земљиштима. На контакту са кречњацима, чији слојеви иду паралелно са падом терена подложна су ерозији, а на усјецима, ископима и сл. могућ је развој клизишта.

5.5.3.2.2 Смеђа кисела земљишта на пјешчарима и глинцима и позолно-псеудоглејна оброначна земљишта

Заузимају мање површине на проучаваном простору (1,24 km²). Пјешчари и глинци су, зависно од односа дебљине и положаја слојева пјешчара наспрам глинаца, често слабо пропустљиви за воду у дубљим слојевима, гдје долази повремено до сувишног влажења. Више форме мезо и микрорељефа, које су изван утицаја сувишног влажења бочних вода које се сливају са кречњака из виших положаја, условиле су развој смеђих киселих земљишта. Ниже форме су под јачим утицајем сувишног влажења, нарочито у периодима јесени и прољећа, те се ту формира падински псеудоглеј. У оваквој комбинацији могућа је појава и типичних подзола (Бурлица, Ч., Мијатовић, Д., 1982).

Контрастност је средња. Условљена је разликама у водно-ваздушном режиму земљишта и физичким својствима која га условљавају. Користе се углавном у пољопривреди. Псеудоглеји су најчешће ливаде, а смеђа кисела земљишта се користе и као оранице. Пошто су заступљени на висинама преко 800 m, претежно

су то пашњаци и ливаде. Употребна вриједност одговара II до V класи, зависно од нагиба терена.

5.5.3.2.3 *Смеђа кисела земљишта на пјешчарима и шкриљцима*

Седименти пермо-карбонске старости који леже испод седимената верфенске старости тј. долазе у нижим положајима, састављени су често од наизмјеничних слојева пјешчара (углавном граувака) и шкриљаца (већином аргилошиста и филита). Овај тип земљишта заступљен је на крајњем источном дијелу проучаваног простора, уз лијеву обалу Праче. То су средње дубока и дубока земљишта врло брзог процеса трошења пјешчара као матичног супстрата. Ова тла су већином под ливадском и шумском вегетацијом. Лакшег су текстурног састава, киселе реакције и црвене боје која потиче од матичног супстрата.

У односу на верфенске слојеве ови седименти су чвршћи и теже се троше, па су земљишта на њима плића, увијек иловастог састава и пуна ситног скелета. Ипак, и овдје доминирају смеђа кисела земљишта, а са њима има и ранкера, еутричних смеђих земљишта и смеђих подзоластих земљишта (зависно од минералшког састава, односно чврстине). Ово су махом шумска земљишта, тек заравњене површине се користе за пашњаке и ливаде. Према употребној вриједности могу се разврстати од III до VI класе, зависно од нагиба и дубине (Бурлица, Ч., Мијатовић, Д., 1982).

5.5.4 Хидроморфна земљишта

У хидроморфна земљишта спадају тла која се формирају у условима повећане влажности у односу на климатске карактеристике зоне настанка земљишта. Хидроморфна (хидрогена) земљишта не образују јединствену групу земљишта, јер се хидрогенизација може везивати са разним врстама педогенезе у различитим природним зонама и типовима хидрогенизације. У склопу ове категорије земљишта, на проучаваном простору заступљена су алувијално-делувијална земљишта.

5.5.4.1 Алувијално-делувијална земљишта

Ова земљишта су заступљена у уским долинама водотока: Праче, Паљанске Миљацке, Репашнице, Јахоринског потока и у доњем току Грабовице. За њихово

образовање од значаја су рељеф и геолошко-педолошка грађа околног терена. Прољетне воде послје отапања снијега и обилне јесење кише стварају бујице које, долазећи у долину ријека, смањују брзину и таложе ерозивни материјал (колувијум), па се ова тла формирају ријечним наносима и ерозивним материјалом са околних виших подручја. Карактеристика ових земљишта је да немају хоризонте и да су врло нехомогеног састава. У профилу тла може да се нађе заобљен и незаобљен скелет разне величине. Обично се интензивно обрађују, уколико на њима нису лоцирана градска насеља. Алувијално-делувијална земљишта су доста плодна, а рељефна погодност им омогућава да се интензивно користе.

На проучаваном простору ова земљишта леже на шљунцима и глинама и заступљена су са удјелом од 7,55%. Земљишта на шљунцима су нешто лакшег текстурног састава, карбонатна су и порозност им је релативно мала, јер је тло влажно, доста пластично и љепљиво. Алувијално-делувијална земљишта на глинама заступљена су на подручјима са нешто нижом надморском висином од претходних. Механички састав им је знатно тежи. Тло је слабо збијено, врло пластично и љепљиво. Природна дренажност им је доста слаба, површински слојеви су доста хумозни. Мада су ова земљишта подложна плављењу, она се интензивно обрађују и добрим дијелом су под пољопривредним културама (Бурлица, Ч., Мијатовић, Д., 1982).

5.6 АНАЛИЗА БИОГЕОГРАФСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА

Када је ријеч о биогеографским карактеристикама, на проучаваном простору анализирани су особености биљног и животињског свијета како у планинском дијелу тако и у дијелу котлине који није под директним утицајем насељавања и урбанизације. Оно што је карактеристично за проучавани простор јесте да обилује различитим формама биодиверзитета, нарочито виши простор Равне планине.

5.6.1 Флора и вегетација

Најстарији подаци који се односе на истраживање флоре овог простора датирају од Фиала из 1893 и 1895, а затим и бројних других истраживача: Бек-Манагет (1886-1898), Мали (1938-1939), Бјелчић (1965-1966)... (Петронић, С. и др., 2009).

Хербарска збирка настала током ових истраживања очувана је и налази се у Земаљском музеју у Сарајеву. Флористички и вегетациони подаци срећу се у студији екосистема тресетишта Равне планине (Лакушић, Р. и др., 1981), а терцијарна и рудерална флора обрађена је од стране Петронић С. 2000-2006. год.



Слика 25 Спомен плоча ботаничару Карлу Малију (Karl Franz Joseph Maly) на Сарачевим пољима (извор: palelive.com)

Флора и вегетација као компоненте екосистема представљају јединствену цјелину. Предмет проучавања су им биљке и биљне заједнице као примарни продуценти органске материје. Флора и вегетација не постоје нити могу постојати у екосистему независно од конзументских и редуцентских компоненти биотичког дијела екосистема. Због методолошких и историјских разлога посматрају се одвојено. Заједно са абиотичким компонентама граде екосистеме као јединство живе и неживе природе. Отуда свако проучавање и истраживање екосистема и природе мора да буде мултидисциплинарно.

Приказ биљних заједница у раду дат је у односу на вегетацију високих зелени, шумску и високопланинску травну вегетацију, као и флору. Најзаступљенија је шумска вегетација која, са фитоценолошког аспекта, носи основна обиљежја шумске вегетације ширег динарског подручја, са особеностима везаним за конкретне орографске и едафске услове. Врло је значајно истакнути да се баш на простору Јахорине (Равна планина) налази сјеверна граница ареала једне значајне диференцијалне врсте букових шума – планински јавор (*Acer heldreichii*), који на овом подручју допире до појаса субалпских букових, односно смрчевих шума (*Aceri visianii – Piceetum subalpinum*) (Стефановић В., 1986). Укупна вегетација на

ширем простору Јахорине у фитоценолошком погледу се диференцира на 14 вегетацијских класа, 18 редова, 29 свеза, 59 асоцијација и 10 субасоцијација (Петронић, С. и др., 2009).

5.6.1.1 Вегетација

Анализа вегетационих карактеристика на проучаваном простору углавном је урађена на основу истраживања и проучавања већег броја аутора чији радови су сублимирани у студији „Јаворина – научно-стручне основе планинског масива Јахорина на територији Републике Српске као заштићеног пејзажа“ (Петронић, С. и др., 2009). Издвојени су висински појасеви климатогене вегетације, гдје су највиши дијелови планине деградирани и претворени у планинске рудине и пашњаке. У оквиру свакога појаса уочени су различити деградациони стадијуми шикара, шибљака и ливада. Анализа шумске и др. вегетације на проучаваном простору дата је на основу вертикалног профила 800 – 1900 m (1640 m) надморске висине.

5.6.1.1.1 Вегетација високих зелени

Вегетација високих зелени се развија на мањим површинама гдје су искрчене шуме углавном мјешовите лишћарско-листопадне. Станишта су мезофилна до хумидна. Настаје крчењем шума, просијецањем путева, просијецањем стаза за ски-лифтове и жичаре, или проградацијом ливада које су запуштене и на којима нема кошења и испаше. Често се развија на рубовима шума. На неким површинама је у већем или мањем обиму формиран спрат шибља кога изграђују врсте мјешовитих шума. Најчешће врсте су *Fagus sylvatica*, *Abies alba* и *Picea abies* као едификатори климатогене шумске вегетације. Поред ових, у овом појасу су заступљене дрвенасте врсте као елементи шибљака и шикара: *Sambucus racemosa*, *Salix caprea*, *Betula verucosa*. У појединим састојинама честа је маљава купина *Rubus hirtus*, која као ниски грмић прекрива знатну површину, те малина *Rubus idaeus* која најчешће насељава рубове шума уз путеве. Зељасте спрат је разноврстан и различит у појединим састојинама. Изграђују га врсте околних шума *Fragaria vesca*, *Carex sylvatica*, *Luzula sylvatica*, *Prenanthes purpurea*, *Athyrium filix-femina*, *Galium sylvaticum* и друге. Затим врсте мезофилних горских ливада *Agrostis tenuis*,

Alchemilla vulgaris, *Leucanthemum vulgare*, *Leontodon autumnalis*, *Centaurea jacea*, *Achillea millefolium*. Ако су такве површине веће, у флористичком саставу доминирају биљке отворених станишта. Често се такве заједнице претварају у мезофилне горске ливаде и у том стадијуму дуже одржавају кошењем или испашом. На неким локалитетима доминирају поједине врсте, градећи фазијесе или посебне заједнице као што су: *Adenostyles alliaria* на мањим шумским прогалама, *Urtica dioica* на неуређеним и запуштеним сјечинама гдје је дошло до природне нитрификације земљишта, стадијум са врстом *Telekia speciosa* уз воду мањих водотока. Врсте *Petasites album* и *P. hybridus* граде густе монодоминантне састојине уз различено корито ријека и заравњене и подводне површине око путева. У равномјерно прорјеђеним субалпинским шумама букве и планинског јавора, као и у горњем појасу мјешовитих шума са планинским јавором развијен је спрат биљака које изграђују високе зелени. Нарочито се истиче *Lunaria rediviva*, *Telekia speciosa* и *Senecio fuchxi*. На прорјеђеним и нитрифицираним стаништима уочава се повећано присуство врсте *Rumex alpinus*, иако он прави посебне заједнице на мјестима некадашњих планинских торова (Петронић, С. и др., 2009).

Градњом објеката и инфраструктуре настају гомиле свјежег земљишта, које се одлажу за краће или дуже вријеме у непосредној близини објеката. На тим мјестима као и уз путеве, гдје се стрме обале спуштају до сталних водотока, развија се заједница са *Equisetum maximum*. Такође, уз путеве на заравњеним и влажним стаништима налазе се састојине са врстом *Filipendula ulmari* (Петронић, С. и др., 2009). На умјерено влажним и заклоњенијим стаништима доминирају врсте *Cicerbita alpina* и *Cicerbita Pančići*. Уз путеве на каменитим мјестима превладавају елементи вегетације пожаришта са доминацијом врсте *Chamaeneriolum angustifolium*. Та вегетација пожаришта спада у посебну вегетацијску класу *Eplobietea*. Те стадијуме насељавају дрвенасте врсте *Sambucus racemosa*, *Salix caprea*, *Populus tremula*, *Betula verucosa*. Стадијуми са врбом, ивом и трепетљиком развијају се према мјешовитим шумама букве, јеле и смрче, а стадијуми у којима доминира бреза – према смрчевим шумама и шумама смрче и јеле. Најнижи и највлажнији стадијуми уз потоке и ријеке у проградацији иду ка шумама сиве јове – *Alnetum incanae*. У истом појасу са мјешовитим лишћарско-листопадно-

четинарским шумама букве, јеле и смрче налазе се и чисте четинарске шуме смрче и јеле *Abieti-Picetum illyricum* (Стефановић, В., 1963).

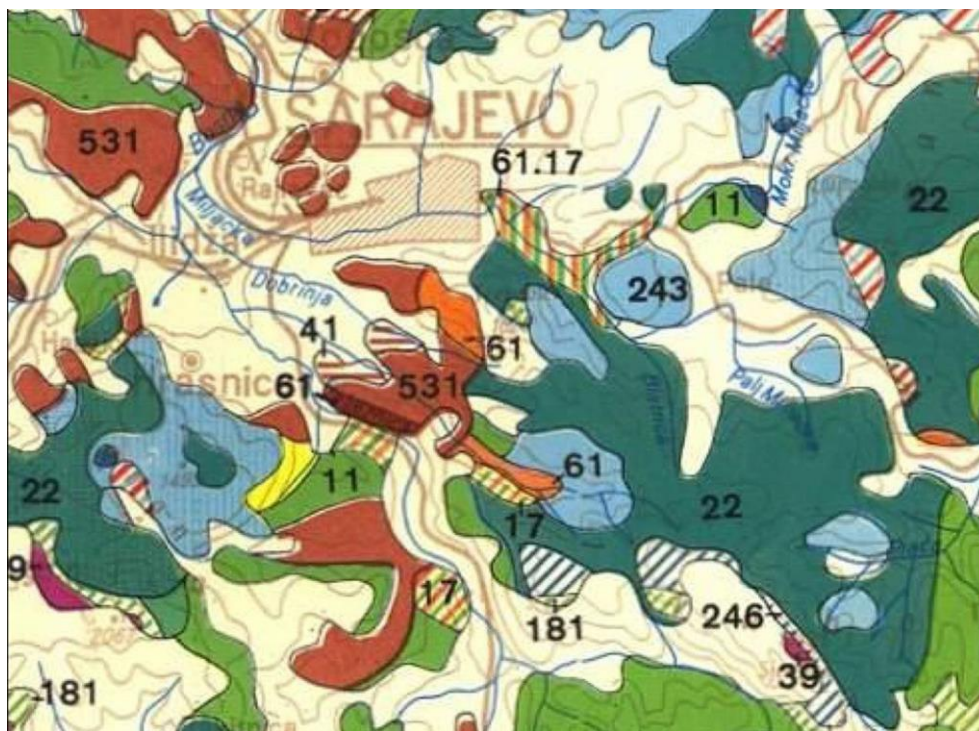
5.6.1.1.2 Шумска вегетација

На основу еколошко-вегетацијске рејонизације шума БиХ, највећи дио шумског комплекса на проучаваном простору припада прелазно илирско-мезијској области и то горње дринском подручју (Просторни план града Источно Сарајево, 2007). Овој области припадају рогатички, горажданско-фочански и чајничко-мештровачки рејон, од којих се шумско подручје на истраживаном простору највећим дијелом налази у склопу горажданско-фочанског реона и мањим дијелом у склопу рогатичког реона (Просторни план града Источно Сарајево, 2007).

У вегетационом погледу, највећу заступљеност на проучаваном простору заузимају шуме и шумски екосистеми, који су се развили усљед дијеловања различитих физичкогеографских и еколошких фактора. Карактеристичне серије земљишта, довеле су до стварања цијеле серије сукцесивних низова вегетације у односу на висинске зоне. Шумска вегетација је рашчлањена по планинским појасевима у мањој или већој мјери до највиших дијелова проучаваног простора.

Најбоље су заступљене шуме монтаног појаса, које захватају ширину од 500 – 600 m. То су углавном буково-јелове шуме (*Fagetum abietetosum*). У овом појасу, на сјеверним падинама, на смеђем и кисело-смеђем земљишту изнад верфенске подлоге, развијене су јелово-смрчеве шуме (*Abieto – Piceetum silicicolum*) (Бјелчић Ж., 1965). Заступљеност смрче (*Picea excelsa*) била је знатно већа у прошлости, што је уочљиво из бројних елемената ових стабала која се данас налазе у буково-јеловим састојинама. На сјеверним падинама планине, буква, јела и смрча силазе до подножја. Осим тога, у буково-јеловој шуми врло су чести горски јавор (*Acer pseudoplatanus*), млијеч (*Acer platanoides*) и биогеографски важна врста планински (грчки) јавор (*Acer heldreichii*), на основу којих је ова планина и добила име (Бјелчић Ж., 1965). На висини од око 1700 m завршава се појас буково-јелових састојина. Изнад ове границе поједина ниска стабла смрче и прорјеђеног планинског јавора пењу се до самих врхова. Шумско богатство Равне планине се дуже од једног вијека користи у интензивној шумарској производњи, тако да су на терену били присутни стални антропогени утицаји, прије свега паљење шума у прошлости и њихово претварање у пашњачке површине. Овакав антропогени

утицај довео је до појаве „трајних стадија“ секундарних стања вегетације – чисте букове шуме у појасу шума букве, јеле и смрче (Стефановић, В., 1986).



Легенда:

- 243 Шуме јеле и смрче (*Abieti - Picetum illyricum*)
- 246 Субалпске шуме смрче (*Picetum subalpinum*)
- 39 Шуме клековине бора (*Pinetum mugii*)
- 531 Шуме китњака и обичног граба (*Quercus - Carpinetum*)
- 11 Шуме букве (*Fagetum montanum*)
- 17 Термофилне шуме букве (*Seslerio - Fagetum, Ostryo - Fagetum*)
- 181 Субалпске шуме букве (*Fagetum subalpinum*)
- 22 Шуме букве и јеле са смрчом (*Piceo - Abieti - Fagetum*)

Карта 23 Карта шумске вегетације на проучаваном простору са околином (фрагмент карте Еколошко-вегетацијска рејонизација БиХ, 1:500.000)
(извор: Група аутора, 1983)

Најнижи појас шумске вегетације представљен је заједницом храстово-грабових шума *Quercus-Carpinetum Illyricum*. Налазе се на надморским висинама на око 800 m, заузимају јужне експозиције и стрмије нагибе. На сјеверним експозицијама развијају се букове шуме. Храстово-грабове шуме заузимају мале површине, налазе се изнад и око насеља те су у знатној мјери деградиране и прорјеђене, а у појединим су пронађене и веће количине смећа. Општа покривност

вегетације је на неким површинама и до 90%, висине стабала око 20 m. Углавном су изражена три спрата, спрат дрвећа, шибова и зељастих биљака. У спрату дрвећа доминира обични граб *Carpinus butulus*, а храст китњак је знатно мање заступљен, због сјече. На неким површинама у те заједнице су уношене врсте које природно не припадају тим шумама. То су ариш (*Larix europea*) и бијели бор (*Pinus sylvestris*). На појединим локалитетима те шуме имају облик густих шикара бијелог граба гдје се из посјеченог стабла развија већи број изданака (Петронић, С. и др., 2009).

Такође, најниже положаје на проучаваном простору (заједно са претходном заједницом) насељавају шуме храста китњака и цера – *Quercetwn petraeae-cerris*. Оне су заступљене око насељених мјеста гдје су знатно деградиране утицајем човјека (прекомјерна сјеча). Развијају се на киселосмеђим земљиштима пјешчара. Општа покривност у овим шумама креће се и до 80%, а висина стабала је до 20 m. Појединачна стабла висока су до 30 m. Мјестимично добро развијене и очуване, шуме су са израженом спратовношћу. У њима често доминира граб (нарочито у нижим појасевима), што представља одређени степен деградације. На искрченим површинама развија се вегетација ливада, а на мањим површинама око насеља, налазе се баште, повртњаци и воћњаци. Најчешће врсте тог појаса су: *Quercus petraea*, *Pirus communis*, *Clinopodium vulgare*, *Pteridium aquilinum*, *Galium silvaticum*, *Helleborus odoms*, *Campanula frachelium*, *Prinuda columnae*, *Festuca heterophylla*, *Fragaria vesca*, *Hieracium mororum*, *Primula vulgaris*, *Aposeris foetida*, *Milium effusum*, *Aremonia agrimonioides*, *Glechoma hirsuta* и друге (Петронић, С. и др., 2009).

Изнад тог појаса, на 800-900, односно 1.000 m нв., у зависности од експозиције, развијене су монтане букове шуме (*Fagetum montanum*) које граде непрекидан висински појас. Често су деградиране до нивоа веома густих шикара у којима, осим танких стабала букве, скоро да и нема других биљних врста. У нешто старијим састојинама уочавају се различите заједнице (*Festuco drymeiae* – *Fagetum montanum* Јов. 1973), која заузима највеће површине у том појасу. На Равној планини је највише заступљена. На мањим површинама развија се заједница боровнице и букве (*Vaccinio myrtilli* – *Fagetum montanum*), док су заједнице маховина и букве (*Musco-Fagetum*) најмање заступљене и налазе се на еродираним киселим земљиштима. Најчешће врсте букових шума су: *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Vaccinium myrtillus*, *Festuca drymeia*, *Athyrium filix-femina*, *Luzula*

nemorosa, *Deschampsia caespitosa*, *Lamium luteum*, а од маховина: *Hypnum cupressiforme*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum commune* и друге. Повољне климатске прилике у тим шумама условиле су и појаву већег броја гљива. У овом појасу, на мјестима чистих сјеча и голети пошумљавано је аришем (*Larix europaea*) и црним бором (*Pinus nigra*), са појавом појединачних стабала свиленог бора (*Pinus strobus*) (Петронић, С. и др., 2009).

Изнад појаса букових шума, а на појединим мјестима све до субалпског, на Равној планини је развијен појас мјешовитих шума букве, смрче и јеле (*Abieto – Fagetum piceetosum*). На проучаваном простору ове шуме су најраспрострањеније и најпродуктивније. Истовремено у њима се у највећој мјери врши експлоатација четинара (јеле и смрче), те су најчешће деградиране и прорјеђене. Након сјеча, оне се не уређују, тако да у њима остају велике гомиле грана и дебала, који остају да труле. Такво стање се дуго одржава те су поједина претворена у лигнохумус, насељена гљивама, маховинама, зељастим биљкама или клијанцима дрвенастих биљака (као мали расадници). На верфенским седиментима, у субалпској зони, велики удио смрче даје утисак да се ради о типичној субалпској шуми смрче, мада је ријеч о субалпској буковој зони. Значајно је да се у мјешовитим листопадно-четинарским шумама, на висинама изнад 1.300 m, појављује ендемична врста јавора (*Acer heldreichii* subsp. *visianii*), позната као планински или џевер јавор. Заступљен је са старим појединачним крупним стаблима, са доста подмлатка. То су остаци некада бројних популација те врсте, по којој је, уз друге врсте јавора, планина добила име – Јаворина. Његову природну обнову и опоравак потребно је поспјешити, одговарајућим узгојним мјерама на свим његовим стаништима. У мјешовитим шумама грчки или планински јавор има оптимум и може да се обнови на далеко ширем простору. Значајно је и видно заступљен уз потоке и дуж саобраћајнице Пале – Јахорина, те се на његово присуство и значај може указати пролазницима и туристима. Због значајнијег присуства врста јавора у на овом простору, поједини локалитети су добили име (Мали и Велики јавор). Неке од типичних врста тог појаса су: *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Fagus moesiaca*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer heldreichii* Orph. subsp. *visianii*, *Sorbus aucuparia*, *Lonicera xylosteum*, *Oxallis acetosella*, *Geranium robertianum*, *Galium rotundifolium*, *Euphorbia amygdaloides*, *Aremonia agrimonoides*, *Epilobium montanum*,

Lamium luteum, *Sanicula europea*, *Asarum europaeum*, *Athyrium filix-femina*, *Viola sylvestris* и друге. У оквиру овог појаса на вишим планинским дијеловима заступљене су састојине смрче и јеле које дају изглед црногоричних шума, јер се ту буква губи међу крошњама високих јела и смрча (Петронић, С. и др., 2009).

Од чистих шума смрче на проучаваном простору констатовани су мразишни типови, гдје се смрча појављује као једини едификатор, са мањим примјесама јеле. У састојинама преовлађују ацидофилни флорни елементи, са карактеристичним слојем маховина. Ријеч је о састојинама са високовриједном дрвном масом (Регулациони план „посебног подручја Јахорина“, 2008). Заступљене су у централном и сјеверном дијелу проучаваног простора. Смрча се на сјеверним странама пење и до самих врхова. Међутим, ова смрчева стабла су ниска и деформисана у облику застава (закржљала је страна која је више изложена вјетру). Овакве ниске смрче могу се видјети појединачно или у групама (Слика 26).



Слика 26 Осамљено стабло смрче на Равној планини (локалитет Хладило 1500 m)
(извор: Голијанин, Ј., 2007)

Климатогена вегетација клековине бора јавља се само на неколико изразито малих површина. Клековина бора је под антропогеним утицајем потиснута, а мјесто ње на великим површинама се раширила клечица и боровница. Од азоналне

вегетације заступљене су шуме и шикаре сиве јохе, те вегетација тресетишта као интерзонална.

5.6.1.1.3 Високопланинске травне заједнице

Дио вишег планинског појаса на Равној планини прекривен је ливадама и рудинама – планинским пашњацима. Ове травне површине су изложене екстензивној испашаи, а у новије вријеме и активностима које се проводе у виду различитих техничких захвата у циљу одржавања стаза и вертикалног транспорта рекреационо-скијашког центра (гондола и терени за нордијске дисциплине), што доводи до постепеног доминирања биљака мање храњиве вриједности те дјелимично нарушава природну равнотежу биотопа. Планинску вегетацију чине мезофилне и ацидофилне ливаде, али и планинске рудине на кречњацима. Ацидофилне врсте долазе више до изражаја у вишим дијеловима планине, будући да су велике површине покривене травом тврдачом (*Nardus strictae*) (Бјелчић, Ж., 1966). Редом *Arrhenatheretis* обухваћене су мезофилне ливаде. На мјестима гдје се некад задржавала стока јављају се заједнице са алпском киселицом (*Rumex alpine*). Ливаде тврдаче обухваћене су редом *Nardetalia* и јављају се на верфенима.

На састав и развој субалпске вегетације на Јахорини, поред дијеловања различитих физичкогеографских и еколошких фактора, утицао је и положај овог планинског масива, будући да се налази на граници неколико биљно-географских подручја. Тиме се објашњава присуство и одређеног броја група биљака ужег распрострањања.⁴⁴ Међу њима најинтересантније су ендемске и реликтне врсте и заједнице, које су по карактеру свог распрострањања балканске или илирске. Као и на свим планинама илирског подручја, значајну биogeографску црту планинском простору Јахорине дају слједеће ендемске и реликтне врсте: *Pancicia serbica*, *Scabiosa leucophylla*, *Arabis bosniaca*, *Lillium bosniacum*, *Vicia montenegrinae*, *Acer*

⁴⁴ Једна врста аркто-алпске папратњаче (*Lycopodium alpinum*), која је ријетка на простору Југоисточне Европе, своје станиште је пронашла на Јахорини. Она је нађена на пјешчару на једном локалитету изнад врела Близанци, на површини од неколико m². Станиште ове папрати је једна увала на сјеверној падини, гдје се снијег дуже задржава него на околним мјестима. Имајући у виду чињеницу да је ова врста у Алпама везана за бескарбонатну подлогу, као и да је на подручју БиХ нађена на сличним стаништима, претпоставља се да се она на Јахорини задржала из доба глацијала захваљујући добрим едафским условима (Бјелчић, Ж., 1965).

heldreichii, итд. (Бјелчић, Ж., 1965). Од наведених, врсте *Vicia montenegrinae* и *Acer heldreichii* на Јахорини достижу своју сјеверну границу распрострањања.

Веgetација планинских рудина на Равној планини обухвата вегетацију планинских рудина на кречњаку са већим бројем проградационих стадија на кречњачкој и доломитној подлози. Међутим, у знатној мјери су заступљене и планинске рудине на киселим земљиштима, које се развијају на равнијим увалама и пољима са дубоким земљиштем, углавном насталим спирањем са виших положаја и већих нагиба. Испирањем база у дубље слојеве земљишта површински су кисели и на њима доминира трава тврдача (*Nardus stricta*). По флористичком саставу састојине ове заједнице су сиромашније у односу на кречњачке рудине. Доминантну улогу имају врсте: *Nardus stricta*, *Achillea lingulata*, *Potentilla aurea*, *Hieracium aurantiacum*, *Euphrasia liburnica*, *Luzula campestris*, *Antennaria dioica*, *Hieracium pilosella*, *Ajuga pyramidalis*, *Potentilla ternata*.

На мањим површинама око извора или на мјестима на којима је ниво подземне воде висок, па је станиште у већем дијелу године мочварно, заједно са тврдачом (*Nardus stricta*), развијају се маховине *Sphagnum amblyphyllum*, *Polytrichum commune*, *Rhytidiadelphus triquetrus*. Од виших биљака ту су: *Homogone alpina*, *Festuca falax*, *Vaccinium myrtillus*, *Parnasia palustis* и друге. На влажним стаништима уочљиве су заједнице *Suciso-Nardetum* Нт 1960. и вегетација тресетишта са мањим или већим учешћем *Nardus stricta* до сфагнумске тресаве на Равној планини (Сарачево поље). Та вегетација припада класи *Oxycocco-Sphagnetalia* Br.-Bl. et Tx. 1943, реду *Sphagnetalia fusci* Tx. 1955. и свежи *Sphagnion fusci* Br.-Bl. 1920. Ту је и инсективорна биљка *Drosera rotundifolia*, која се налази на прелиминарној Црвеној листи угрожених биљних врста БиХ, као рањива врста.

На малим површинама хладнијих станишта развијена је вегетација траве тврдаче са знатним присуством алпске преслице *Lycopodium alpinum*. Од осталих врста у мањој мјери су заступљене *Vaccinium myrtillus*, *Gentiana asclepiadea*, *Deschampsia flexuosa*, *Homogone alpina* и бројне маховине. Заједнице са тврдачом могу релативно лако (ђубрењем) да се преведу у далеко продуктивније ливаде асоцијације *Festuco-Agrostetum*.

Смањењем учешћа тврдаче, развија се већи број неутрофилних и базифилних врста са знатном заступљеношћу врсте *Crepis conyzifolia*, као и присуством

босанског љиљана *Lilium bosniacum*, који је оптимално заступљен у планинским ливадама свезе Pančićion Lkšić 1966, а према планинским рудинама на карбонатним земљиштима његово присуство се смањује (Бјелчић, Ж., 1966). Поред едификаторских врста, честе су: *Nardus stricta*, *Luzula campestris*, *Achillea lingulata*, *Hieracium pilosella*, *Botrychium lunaria*, *Festuca rubra*, *Antoxanthum odoratum*, *Agrostis vulgaris*, *Polygonum bistorta* и други. Од ендемичних овдје се срећу: *Arabis bosniaca*, *Crepis dinarica*, *Silene sendtneri*, *Rammculus croaticus*, *Viola elegantula*, *Hypochoeris illyrica*, *Thymus balcanus* и друге. Ова заједница налази се или повезује вегетацију планинских рудина на киселим стаништима са вегетацијом барских ливада (Бјелчић, Ж., 1966).

Вегетација ливада развија се унутар шумског појаса, односно унутар букових шума, шума букве, јеле и смрче, четинарских шума смрче, и смрче и јеле и у субалпијском појасу букве и планинског јавора. У најнижем положају на неким изложенијим стаништима и око насеља су ливаде које представљају деградациони стадијум храстових и храстово грабових шума, а у субалпијском појасу су шуме прорјеђене и у њих залази вегетација планинских рудина.

Вегетација свезе *Arrhenatherion elatioris* Br.-Bl. 1926. диференцирају се на вертикалном профилу на три асоцијације: *Arrhenatheretum elatioris* Tx. 1937, *Alchemillo-Trisetetum* Ht. 1951. и *Festuco-Agrostetum* Ht. 1921. Вегетација ливада асоцијације *Arrhenatheretum elatioris* заузимају најнижа станишта на заравњеним површинама. Ове ливаде се налазе непосредно уз насеља. Често су обогаћиване засијавањем травних смјеша. Изграђује их велики број махом мезофилних биљних врста, а едификаторску улогу има врста *Arrhenatheretum elatius*. Висина вегетације је и око 100 cm. Највиши спрат чине траве, а приземни спрат је често од врста из породице *Fabaceae* што овим ливадама даје посебну вриједност. Најчешће врсте су: *Festuca pratensis*, *Alopecurus pratensis*, *Antoxanthum odoratum*, *Bromus racemosus*, *Poa pratensis*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Trifolium pat-ens*, *Trifolium dubium*, *Trifolium campestre*, *Medicago sativa*, *Lotus corniculatus*, и др.

На хладнијим и влажнијим стаништима на мањим површинама и дубљим земљиштима унутар ове вегетације развија се вегетација ливада на киселим земљиштима која спада у вегетацијску класу *Nardo-Callunetea* Prsg. У касном љетном и јесењем периоду заступљене су декоративне врсте *Gentianella crispata* и

Gentiana ciliata. Овакве заједнице постоје и на Сарачевом пољу, гдје је према смрчевој шуми јасно изражен проградацијски стадијум са врстом *Callunom vulgaris*; а на највлажнијем дијелу поља киселе ливаде типа *Nardetuma* прелазе у сфагнумско тресетиште класе *Oxycocco-Spha-gnetea* Br.-Bl. etTx. 1943 (Петронић, С. и др., 2009).



(а)

(б)

Слика 27 (а) *Gentianella crispata*; (б) *Gentiana ciliata*
(извор: www.hlasek.com)

На простору Сарачевог поља наилази се на мање састојине влажних ливада у којима доминира врста *Molinia coerulea*. На мочварним земљиштима у шумском појасу Јахорине развијени су мањи фрагменти заједнице са каљужницом *Caltha palustris*, а у субалпском положају заступљени су фрагменти мочварних заједница са *Caltha laeta*. На влажном али нешто, за нијансу сувљим стаништима бар у једном дијелу године, наставља се заједница са ситама од којих су најзаступљеније *Juncus effusus* и *Juncus conglomeratus*. На ободним дијеловима ове заједнице налази се *Agrostis stolonifera*. Смањењем влажности ове састојине прелазе у вегетацију мезофилне заједнице *Festuco-Agrostetum* (Петронић, С. и др., 2009).

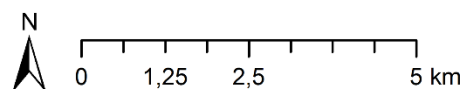
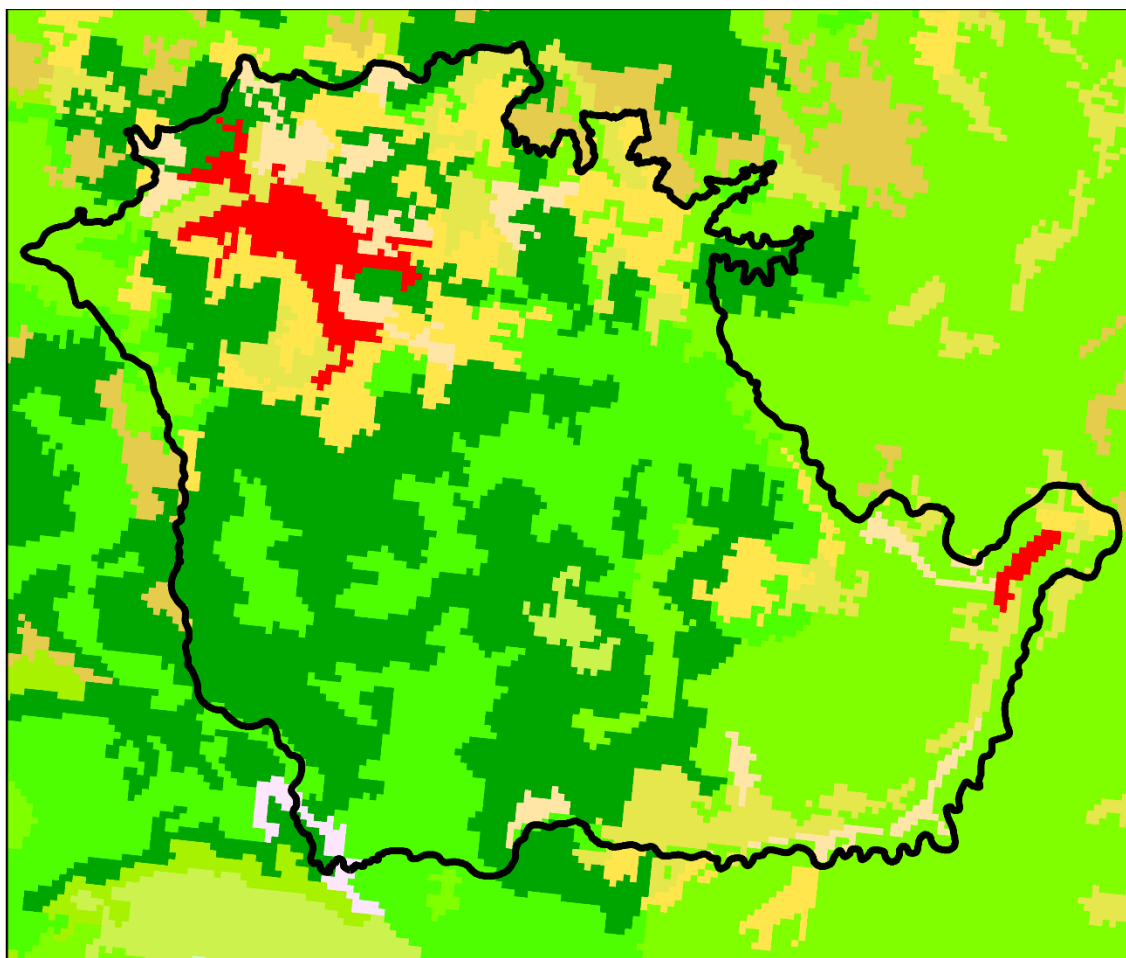
Свеза *Cynosurion* Tx. 1947. обухвата мезофилне ливаде у нижим подручјима које су настале деградацијом храстових шума. Гради их велики број врста. Висина вегетације не прелази 50 cm, а едификаторска врста *Cynosurus cristatus* бројно је заступљена. Значајно је поменути и велику заступљеност врсте *Carum carvi*, која представља љековиту и зачинску врсту. Прољећни аспект карактеришу врсте: *Lotus comiculatus*, *Taraxacum officinale*, *Bellis perennis*; на киселијим стаништима – *Genista sagitalis*; на влажним стаништима – *Holcus lanatus*; на влажнијим и нешто нитрификованим стаништима – *Bromus mollis* и *Bromus racemosus*. Врсте рода *Bromus* су највише заступљене (до 80% покривности) на површинама које су биле

обрађиване. Од осталих врста заступљене су: *Plantago lanceolata*, *Achillea millefolium*, *Trifolium montanum*, *Cerastium caespitosum*, *Sanquisorba minor*, *Luzula campestris*, *Medicago falcata*, *Prunella laciniata*, *Betonica officinalis*, *Leontodon autumnalis* и друге (Петронић, С. и др., 2009).

На фацијес са врстом *Genista sagitalis* у погледу проградације настављају се бујадишта са изразитом доминацијом врсте *Pteridium aqualinum*. У тим састојинама од других биљака најчешћа је дивља јагода *Fragaria vesca* која оvdје обилно плодоноси те представља природни ресурс. У бујадиштима као и на рубовима ливада улазе зељасте биљке сусједних шума као и клијанци дрвенастих врста. Својим присуством и бојом истиче се врста *Melampyrum nemorosum*, *Silene nutans*, *Lusula pillosa*, *Veronica officinalis* и друге (Петронић, С. и др., 2009).

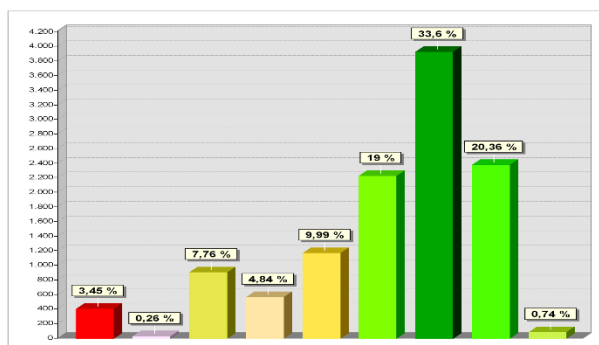
5.6.1.1.4 Антропогено условљена вегетација

Ова вегетација развија се као последица интензивног дијеловања антропогених фактора. У највишим дијеловима планине, на мјестима око некадашњих планинских торова, гдје је се стока најдуже задржавала, развијена је нитрофилна вегетација алпске киселице ас. *Rumicetum alpinum*. У централним дијеловима састојина је најгушћа и гради је скоро искључиво врста *Rumex alpinus*. У састојинама ближе периферији алпска киселица је све рјеђа, а са њом долазе најчешће врсте: *Chenopodium bonus-henricus*, *Urtica dioica*, *Hipericum quadrangulum*, *Hipericum alpigenum*, *Mirchys odorata*, *Cherophyllum cicutariu*, неке врсте из ливада свезе Рандицион које могу да поднесу веће концентрације органских материја, као нпр. *Viola elegantula*, *Alchemilla alpestris*, *Astrantia major* и друге. Површине које окружују вегетацију алпске киселице често су изложене интензивном гажењу од стране људи и стоке, те се на њима развија посебан тип вегетације угажених станишта у планинском појасу ас. *Plantago-Barbaretum illyricae* Slvnić 1954. Ова заједница има ендемични карактер. Карактерише је присуство ендемичних врста *Plantago reniformis*, *Barbarea bracteosa var. illyrica*, *Viola elegantula*. Уз угажена мјеста ова вегетација заузима веома узак појас на који се надовезује вегетација планинских рудина. Врсте планинских рудина улазе у ову вегетацију на њеном рубном дијелу и њихов број се смањује са повећањем интензитета гажења.



Легенда

- Граница проучаваног простора
- Неконтинуиране урбане површине
- Спортско рекреационе површине
- Пашњаџи
- Комплексни узорци култивисаних површина
- Претежно агр. пов. са значајним удјелом прир. вег.
- Листопадна шума
- Четинарска шума
- Мјешовита шума
- Природни травњаџи



Карта 24 Карта стања и намјене коришћења површина на проучаваном простору (према: CORINE Land Cover 2006)

На мањим површинама, уз путеве и различите објекте налазе се мање или веће површине под нитрофилном вегетацијом хаптовине *Sambucetum ebuli* Fefoldy 1942 и коприве и хаптовине асоцијације *Urtico-Sambucetum ebuli* Br.-Bl. 1936. На мање нитрофилним и влажнијим стаништима срећу се такође мале састојине са врстом *Aegopodium podagraria*. Уз путеве у најнижем појасу на проучаваном простору

честа је врста *Verbascum thapsus*. Описана терцијарна вегетација је рудералног типа и спада у класу *Chenopodietea* Br.-Bl. 1951 (Петронић, С. и др., 2009).

5.6.1.2 Флора

Флору неког простора чине све биљне врсте распрострањене на њему. На основу литературе и досадашњих истраживања, Јахорину изграђује 1.106 таксона из одјељка *Pteridophyta* и *Spermatophyta*, и 138 такса *Gymnophyta*. У укупној флори Босне и Херцеговине забиљежене су 5.134 биљне врсте (Петронић, С. и др., 2009). На истраживаном простору поједине врсте се јављају у облику својих инфраспецијских категорија подврста, варијетета и форми. Највећи дио проучаваног простора је под шумама (Равна планина), гдје се налази мањи број врста у односу на високопланински простор Голе Јахорине у непосредној близини.

Субалпске рудине и пашњаке изграђује велики број врста које се налазе и на другим планинама. У овом подручју налази се релативно велики број ендемичних облика, на нивоу различитих систематских категорија (врсте, подврсте, варијетета). Ендемичне биљке доприносе специфичности овог простора у односу на друге планине. Са те стране, планинске рудине представљају центар флористичког, вегетацијског и екосистемског биодиверзитета на проучаваном простору. У њима доминирају врсте сјеверног (аркто-алпског) флорног елемента, а специфичност им дају ендемични облици динарског и балканског распрострањења (Петронић, С. и др., 2009).

5.6.1.2.1 Више биљке

На основу вишегодишњих теренских истраживања и постојећих научних података на проучаваном простору дијела Јахорине који припада Републици Српској, регистровано је присуство 1.106 такса. Васкуларна флора је сврстана у три одјељка (*Pteridophyta*, *Gymnospermae* и *Angiospermae*) и распоређена у 81 породицу и 367 родова. У оквиру *Pteridophyta* утврђено је 7 породица, 15 родова и 23 врсте. Одјељак *Gymnospermae* заступљен је са 2 породице, 4 рода и 6 врста. Таксономском анализом утврђено је да највећи број регистрованих таксона припада одјељку *Angiosperma* са 72 породице, 348 родова и 1.077 врста, од чега класи *Dicotyledones* припадају 63 породице, 278 родова и 898 врста, а класи *Monocotyledones* 9

породица, 70 родова и 179 врста (Петронић, С. и др., 2009). Треба нагласити да, поред великог броја индикатора примарних и секундарних екосистема, значајно учешће имају и индикатори терцијарних екосистема који су заступљени од храстово-грабових шума до високопланинске вегетације. Они прате људска насеља и дјелатности.

Разноврсност флорних елемената условљена је историјско-географско-еколошким факторима. Анализа ареал-спектра набројаних врста указује на присуство низа флорних елемената из различитих група. Хоролошке карактеристике указују на присуство 70 флорних елемената сврстаних у 9 флорних група. Бројем заступљених врста доминирају евроазијско-субокеанске, ендемичне и бореалне флорне групе. Евроазијска и бореална флорна група представљају врсте ширег географског распрострањења, на супрот групи ендемичних биљака које су на Јахорини значајно заступљене, а имају релативно ограничену распрострањеност. Тако је на врховима и падинама уточиште нашло око 13,01% ендемичних врста, што је око 32,00% од укупног броја ендемичних врста Босне и Херцеговине (Петронић, С. и др., 2009).

Ријеч је углавном о субендемима или полуендемима који су раширени на већим географским цјелинама (алпски, динарски, југоисточно-динарски, динарско-алпско-карпатски, динарско-алпски, динарско-апенински, динарско-алпско-апенински, динарско-балканско-алпски, балкански, балканско-алпски, балканско-апенински, балканско-карпатски, балканско-апенинско-алпски, алпско-балканско-карпатски и карпатски) (Петронић, С. и др., 2009). Међу ендемичним врстама доминирају мезоендеми, док су стеноендемичне врсте много рјеђе, али су знатно чешћи њихови инфраспецијски облици: подврсте, варијетети и форме. Број ендемичних врста опада од стијена и највећих врхова планине ка шумама и шибљацима гдје су знатно рјеђе.

Многе ендемичне врсте су истовремено и реликтне. Присуство елемената реликтне флоре на овом простору указује на аутохтоност флоре и вегетације. На Балканском полуострву је забиљежено 125 реликтних врста, од чега је на планини Јахорини распрострањено чак 87 врста из групе терцијарних и глацијалних реликата. Овај број нам указује да највиши врхови планине представљају рефугијални центар за многе врсте, јер је по својим врховима сачувала бројне врсте

које припадају глацијалним реликтима. Присуство ендемореликата терцијарне и глацијалне старости даје флори овог високопланинског простора карактер јединствености, богатства, непоновљивости и несвакидашњег биодиверзитета. Планински систем Јахорине може се сматрати као један од центара генетске, специјске и екосистемске разноврсности на Балкану и Европи (Петронић, С. и др., 2009). На овом простору регистроване су 44 врсте које припадају глацијалним реликтима и 43 врсте које припадају терцијарним реликтима.

Босна и Херцеговина нема Црвену књигу ни Црвену листу угрожених врста. Постоји само приједлог Црвене листе угрожених врста Босне и Херцеговине. На Црвеној листи Европе (European red list of globally threatened animals and plants, United Nations, New York, 1999) од присутних врста у заштићеном подручју налазе се: *Barbarea bosniaca* (R), *Knautia sarajevensis* (R), *Pedicularis heterodonta* (R), *Eringium alpinum* (V), *Plantago reniformis* (R), *Scrophularia bosniaca* (R), *Vicia montenegrina* (I), *Viola elegantula* (R) (Петронић, С. и др., 2009).

5.6.1.2.2 Маховине

Маховине представљају пионирске врсте у проградацији или у обнављању вегетације. То значи да су њихове заједнице тип пионирских заједница које кроз одређени временски период постају припремни тип за развој вегетације виших биљака, чак и на најекстремнијим стаништима. У свакој развијеној биљној заједници оне су посебан спрат. Због екофизиолошких особина маховине су истовремено изузетно значајне индикаторске врсте, како у погледу физичко-хемијских својстава земљишта, тако и квалитета ваздуха.

Као група виших биљака, регистрован је већи број маховина квалитативно заступљених у различитим екосистемима. У већини шумских заједница граде посебан спрат. Нарочито се истичу у смрчевим шумама на подзолу и буковим на еродираним киселом смеђем земљишту. На Сарачевом пољу развијена је вегетација тресетишта у којој доминирају маховине из рода *Sphagnum*. Флора бриофита Јахорине, према расположивим подацима, садржи укупно 184 врсте (48 јетрењарки и 136 правих маховина), укључених у 86 родова (24 + 62) (Петронић, С. и др., 2009).

5.6.1.2.3 Гљиве

На проучаваном простору, у оквиру граница планираног заштићеног подручја, проведена су истраживања и регистроване су гљиве из 3 разреда: *Muchomycetes*, *Ascomycetes* и *Basidiomycetes*. На основу литературних извора, урађен је преглед према степену учесталости појављивања и Црвена листа гљива за Средњу и Сјеверну Европу. Међутим, издвојено је само шест заштићених врста на простору Јахорине што говори о ниском степену истражености и релативно малом простору истраживања. Разлике у броју ријетких и врло ријетких врста гљива и оних из Црвене књиге између простора Сјеверне и Средње Европе (25), те заштићеног подручја Јаворине (6) резултат је величине упоређиваних простора и разноликости еколошких услова. Одређене врсте гљива на једном простору су честе, а на другом су исте врсте ријетке, угрожене или на списку Црвене књиге, у зависности од подручја (Петронић, С. и др., 2009).

5.6.1.2.4 Лишајеви

На основу студије „Флора планине Јахорине“ (Бјелчић, Ж., 1966) урађен је попис врста лишајева са породицама. У студији је издвојено је 16 породица са 26 родова.

5.6.1.3 Административне и шумскопривредне карактеристике

У односу на просторну организацију шумарства Републике Српске, проучавани простор се налази у оквиру Шумскопривредног подручја „Јахоринског“, којим газдује Шумско газдинство „Јахорина“ – Пале. Шуме и шумска земљишта овог простора, према важећој Шумскопривредној основи, подијелене су у оквиру 3 господарске јединице на Г.Ј. „Касиндолска ријека“, Г.Ј. „Јахорина“ и Г.Ј. „Горња Прача“, како је наведено у табели (

Табела 29).

На основу података у табели (Табела 30) уочава се да укупна површина којом газдује Јавно предузеће Шумско газдинство „Јахорина“ износи 603,33 ha. У оквиру граница обухвата Регулационог плана „посебног подручја Јахорине“ издвојене су обрасле површине (заштитне шуме) око скијашких стаза методом интерпретације дигиталних ортофото снимака и добијени подаци су представљени у табели (Табела 30) и на слици (Слика 28). На проучаваном простору, осим издвајања заштитних

шума око скијашких стаза, извршено је издвајање шума са посебном намјеном и на другим локацијама. Подаци о тим локацијама дати су у табели (Табела 4).

Табела 29 Подјела шумскопривредног подручја на Јахорини

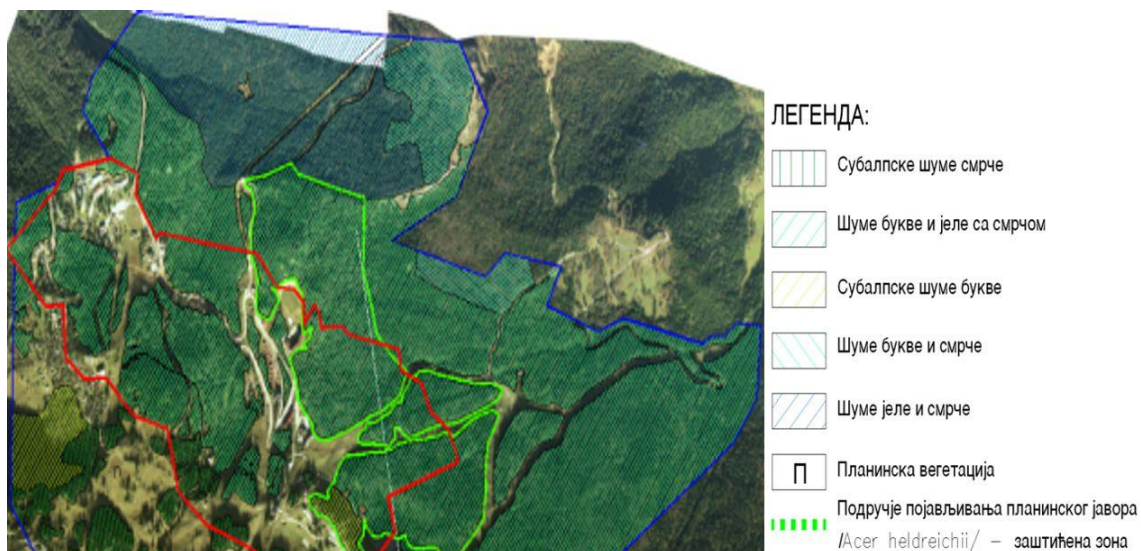
Газдинска јединица	Одјел	Површина (ha)
Г.Ј. „Касиндолска ријека“	37 (дио)	4,86
	38 (дио)	3,86
	39 (дио)	50,7
Г.Ј. „Јахорина“	78 (дио)	77,56
	79	77,17
	80 (дио)	63
Г.Ј. „Горња Прача“	110 (дио)	2,46
	111 (дио)	2,86
	113 (дио)	21,55
	114 (дио)	44,68
	115	75,06
	116	79,1
	117 (дио)	48,65
	119 (дио)	3,68
	120 (дио)	48,14

Извор: Регулациони план „посебног подручја Јахорина“, 2008.

Табела 30 Шумовитост простора Јахорине у оквиру граница Регулационог плана (у %)

Обухват Регулационог плана	Површина (ha)	Површина шума (ha)	Шумовитост (%)
Ужи обухват	194,06	107,41	55,35
Шири обухват	763,28	595,99	78,08

Извор: Регулациони план „посебног подручја Јахорина“, 2008.



Слика 28 Заштићене шуме око скијашких стаза (зоне појављивања планинског јавора лоциране су на Равној планини)

(извор: Регулациони план „посебног подручја Јахорина“, 2008)

5.6.2 Фауна

На основу претходно анализираних физичкогеографских услова, јасно је да проучавани простор пружа погодне услове за живот већем броју животињских врста. Животињски свијет овог простора дјелимично је измијењен у односу на стање у не тако давној прошлости, кад су шуме биле гушће а највећи дио, углавном планинског простора, изван јачег антропогеног утицаја. Са те стране у погледу фауне издвојени су и посебно разматрани: инсекти, рибе, водоземци, гмизавци, птице и сисари.

5.6.2.1 Бескичмењаци – инсекти

Специфичан географски положај проучаваног простора, као и други елементи природне средине (микроклима, хидролошке карактеристике, биљни покров и друго), условили су да су у фауни инсеката заступљене холарктичке, палеоарктичке, евроазијске, средњоевропске и јужноевропске врсте. На простору Јахорине (Равне планине) истиче се велики број ендема, који прелази 30 процената свих регистрованих представника фауне инсеката. На Јахорини су заступљени изразито шумски и ливадски представници, али и они који насељавају скоро све вегетацијске заједнице. Заступљен је и велики број врста које живе на влажним стаништима уз потоке и изворе, а што је условљено врло повољним хидролошким приликама на овом простору (Петронић, С. и др., 2009).

Географски положај и надморска висина условили су да се у фауни ове групе организма срећу холарктичке, палеоарктичке, евроазијске, евроанатолијске, евросибирске, европске, источноевропске, средњоевропске и јужноевропске, алпске, балканске, динарске и велики број ендемичних форми. Најбројније су ендемичне форме које чине око 35% фауне инсеката Јахорине, а то су: ендеми Балканског полуострва, ендеми Динарида, ендеми динарског подручја и сјеверне Босне, ендеми Србије и Босне, ендеми Босне и Херцеговине и Црне Горе, ендеми Босне и Херцеговине,... те уски ендеми планинског подручја околине Сарајева. На другом мјесту по заступљености различитих форми су средњоевропске врсте, па се може закључити да фауна инсеката ширег простора планине Јахорине припада ендемном типу (Петронић, С. и др., 2009).

Међутим, потребно је нагласити да статус ријеткости врсте, без прецизнијег дефинисања критеријума, представља углавном произвољну категорију. Чињеница је ипак да ријетке врсте реално постоје, независно од узрока и карактера њиховог ријетког јављања, а извјесно је да њихово налажење директно утиче на валидност оцјене статуса ендемичности.

5.6.2.2 Рибе

У хладним и бистрим потоцима и ријекама заступљен је извјестан број рибљих врста. Њихов број се повећао услед порибљавања појединих ријека од стране риболовачког друштва „Бистрица“ из Пала. Подаци о рибљем фонду на проучаваном простору доста су оскудни. Са те стране навешћемо само најважније параметре везане за ову врсту фауне.

Најплеменитија рибља врста која живи у горњим токовима ријека, гдје је вода довољно засићена кисеоником и има температуру од 7°C до 15°C, јесте поточна пастрмка (*Salmo trutta morpha fario*). Поред ње, у знатној мјери је заступљена и калифорнијска пастрмка (*Oncorhynchus mykiss*) која боље подноси услове нешто мање засићености кисеоником и вишим температурама воде. У доњим токовима ријека заступљене су младица, липљен (*Thymallus thymallus*) и клијен (*Leuciscus cephalus*), рибље врсте које егзистирају у нешто друкчијим условима у односу на пастрмку – није им потребно толико кисеоника и не траже јако хладну воду. У посљедње вријеме појачане су мјере и придаје се већи значај очувању ријека од рибокрадица.

5.6.2.3 Водоземци

Од водоземаца на проучаваном простору забиљежено је више врста, међу којима се издвајају:

- Шарени даждевњак (*Salamandra salamandra*) – живи у шумама нижег планинског појаса, нарочито у оним влажнијим, попут букових и четинарских;
- Планински водењак (*Triturus alpestris*) – у периоду размножавања живи у изворима, барицама, језерима и планинским стајаћим водама или успореним токовима, обично на висини од 1.000 до 2.500 m;

- Жутотрби мукач (*Bombina variegata*) – ван хибернације могу се наћи готово у свакој плиткој барици или локви на путевима и стазама, по пољима и шумама, уопште гдје год има мирне и плитке воде;
- Велика крастача (*Bufo bufo*) – у воде залази само у периоду размножавања, иначе живи у шумама гдје се преко дана скрива попут шарених даждевњака, а ноћу лови;
- Жаба травњача (*Rana temporaria*) – живи у влажним шумама, вртовима и на травнатим стаништима, од низија до 3.000 m надморске висине;
- Шумска жаба (*Rana dalmatina*) – у воду залази само у вријеме парења, иначе живи у листопадним и мјешовитим шумама и на травнатим стаништима, од низија до око 1.500 m нв. и
- Поточна жаба (*Rana graeca*) – живи најчешће у хладним потоцима и поточићима са каменитим дном или у њиховој близини, мада се понекад нађе и прилично далеко од воде. Живи до висина од 2.000 m (Петронић, С. и др., 2009).

5.6.2.4 Гмизавци

Међу гмизавцима на проучаваном простору издвајају се следеће врсте:

- Живородни гуштер (*Lacerta vivipara*) – живи искључиво на влажним, хладним висинским травнатим стаништима. Код нас је врло риједак, па чак и угрожен изумирањем. Уколико се у даљим истраживањима покаже да још постоји, ову врсту треба штитити с посебном пажњом због њене ријеткости у Републици Српској;
- Ливадски гуштер (*Lacerta agilis*) – живи на жбуњем обраслим сунчаним падинама, у живим оградама, по ободима шума и путева, а нарочито дуж пруга. Допире обично до 1 300 m, али на проучаваном простору је пронађен на знатно већој висини;
- Зидна гуштерица (*Podarcis muralis*) – живи посвуда и спада у гуштере који се најзаступљенији. Нарочито воли топла, сува и свијетла мјеста;
- Шарка (*Vipera berus*) – највише воли сунчане ивице висинских шума, али се проналази и око стијења и у стаништима са ниском травом. Врста је значајна као важан регулатор бројности глодара, као и за производњу серума за

лијечење последица уједа првенствено саме шарке, али и других виперида са сличним физикално-хемијским својствима отрова;

- Талијанска љутица (*Vipera aspis*) – Босна и Херцеговина је ван области природног распрострањења талијанске љутице. Постоји само један историјски податак из 1890. године;
- Поскок (*Vipera ammodytes*) – има га посвуда, од низија до високих планина, али најрадије се насељава на каменитим, сунчаним, јужним падинама планина са раштрканим грмљем. Воли топлоту и избјегава влажнија и мрачнија мјеста. Као и шарка, важан је регулатор бројности глодара. Још је значајнија за производњу серума за лијечење последица уједа припадника њене врсте, али и других виперида са сличним физикално-хемијским својствима отрова, јер је чешћа и отровнија (Петронић, С. и др., 2009).

Према општим својствима станишта могуће је да на простору предвиђеног заштићеног пејзажа живи шумска корњача (*Testudo hermanni boettgeri*), која се налази на Црвеној листи Европе гдје је сврстана у категорију угрожених врста (Петронић, С. и др., 2009).

5.6.2.5 Птице

На основу тренутног стања истражености фауне птица на простору предвиђеног заштићеног пејзажа, може се закључити да су регистроване врсте у највећем броју сигурне или вјероватне гњездарице-станарице и гњездарице-селице којих има око 70, од чега је за 62 или 72,1%, утврђен статус, а за 8 врста није одређен статус. За врсту *Gyps fulvus*, на основу савремених истраживања, основано се претпоставља да је изумрла као гњездарица из Босне и Херцеговине (Гашић, Б., 2006). За 11 или 12,8% врста статус је недефинисан. Преосталих 15,1% врста чине могуће гњездарице-станарице и гњездарице-селице (8 врста), пролазнице на сеоби (4 врсте) и зимовалице (2 врсте), те луталице (2 врсте) (Петронић, С. и др., 2009).

Као важне врсте могу се означити оне које су иначе посвуда ријетке и угрожене, а репродуктивни период или зимовање у знатном броју проводе на простору предвиђеном за заштиту, и врсте које су својствене за станишта која површином доминирају на том простору, а због очуваности и опште угрожености на ширем простору имају посебан значај. Међу њима се издвајају:

- Осичар (*Pemis apivorus*) – иако није глобално угрожена врста, код нас је ријетка. За сада је примијећен само на сеоби, и његов значај би могао порастати ако се у даљим истраживањима покаже да се гнијезди на Јахорини. Кроз мјере заштићеног подручја треба обезбиједити услове за повратак ове врсте;
- Брадан (*Quaetus barbatus*) – у Европи има статус рањиве врсте. На основу искуства савремених квалификованих посматрача, сматра се да је нестао или врло вјероватно нестао у Босни и Херцеговини;
- Орао змијар (*Circaetus gallicus*) – у Европи има статус ријетке врсте, а и у Босни и Херцеговини је такође риједак. Број примијећених примјерака варира из године у годину;
- Сури орао (*Aguila chrysaetus*) – у Европи има статус ријетке врсте, а у Босни и Херцеговини му је бројност озбиљно смањена након протеклог рата. Пошто су током истраживања примијећени и одрасли и млади примјерци, постоји вјероватноћа да се још увијек гнијезди на проучаваном простору;
- Честарака (*Bonasa bonasia*) – врста није угрожена у Европи, али је у Републици Српској у наглom опадању због претјераног уништавања шума. За заштићено подручје могао би имати важну улогу као ловна дивљач и као туристичка атракција, уколико му се омогући повећање бројности одређеним мјерама заштите;
- Велики тетријаб (*Tetrao urogallus*) – врста није угрожена у Европи, али је у Републици Српској у наглom опадању због претјераног уништавања шума. За заштићено подручје могао би имати важну улогу као ловна дивљач и туристичка атракција, уколико се мјерама заштите омогући повећање бројности;
- Јаребица камењарка (*Mectoris graeca*) – у Европи има статус врсте у опадању. На овом простору је има. Бројност и стање популације нису утврђени. У будућности би могла да има важну улогу као ловна дивљач и туристичка атракција;
- Мала сова (*Glaucidium passerinum*) – у Европи није угрожена, али је на територији Републике Српске врло ријетка. Карактеристичан је припадник орнитофаунистичке групације бореалних четинарских шума која је као

цјелина најзначајнија на Равној планини и једна од најугроженијих у Републици Српској. Због тога би очување њених станишта на проучаваном простору било врло корисно;

- Гаћаста кукумавка (*Aegolius funereus*) – у Европи није угрожена, али је на територији Републике Српске врло ријетко примијећивана. Такође је карактеристичан припадник орнитофаунистичке групације бореалних четинарских шума;
- Сива жуна (*Picus canus*) – у Европи има статус исцрпљене врсте. У Републици Српској стање није тако лоше, али треба бити опрезан, јер се сви типови високих шума убрзано исцрпљују;
- Црна жуна (*Dryocopus martius*) – у Европи није угрожена, али јесте на територији Републике Српске гдје је у озбиљном опадању због претјераног уништавања шума. Црна жуна је карактеристичан припадник орнитофаунистичке групације бореалних четинарских шума;
- Планински дјетлић (*Dendrocopos leucotos*) – у Европи није угрожен, али је на територији Републике Српске врло ријетко примијећиван;
- Тропрсти дјетлић (*Picoides tridactylus*) – у Европи има статус исцрпљене врсте. У Републици Српској је крајње ријетко уочен;
- Планинска ушата шева (*Eremophila alpestris*) – у Европи није угрожена, али је на територији Републике Српске врло ријетко примијећивана. Карактеристичан је припадник орнитофаунистичке групације високопланинских бореалних и травнатих станишта (пашњака и рудина) али на више-мање деградираним, еродираним и огољеним дијеловима;
- Планински попић (*Prunella collaris*) – у Европи није угрожен, али је на територији Републике Српске врло ријетко примијећиван;
- Обична црвенорепка (*Phoenicurus phoenicurus*) – у Европи има статус исцрпљене врсте. У Републици Српској је ријетко биљежена;
- Крстокљун (*Loxia curvirostra*) – у Европи није угрожен, али је на територији Републике Српске врло ријетко примијећиван. Значајан је припадник орнитофаунистичке групације бореалних четинарских шума и др. (Петронић, С. и др., 2009).

У предвиђеном заштићеном подручју Јахорине, а и шире, у савременим истраживањима није запажено присуство ни једне врсте са Европске Црвене листе IUCN. Међутим, на основу анкете утврђено је да су се 2004. године појавила два одрасла примјерка врсте *Gypaetus barbatus* који на Европској Црвеној листи IUCN има статус рањиве врсте (Петронић, С. и др., 2009).

5.6.2.6 Сисари

Као важне врсте међу сисарима на проучаваном простору издвајају се ендемичне и реликтне врсте, али и оне које су код нас или на европском нивоу ријетке и угрожене, а постоје на проучаваном простору, те врсте које имају или могу имати ловно-привредни значај. То су:

- Зец (*Lepus europaeus*) – бројност ове врсте је далеко испод капацитета станишта. Повећање бројности зеца би свакако повољно утицало и на ловни туризам и на туризам уопште;⁴⁵
- Динарска волухарица (*Dinaromys bogdanovi*) – као терцијарни реликт и ендемит Динарида свакако је у биолошком смислу најзначајнија од свих врста сисара на Јахорини;
- Слијепо куче (*Spalax leucodon*) – не сматра се нарочито угроженом врстом у европским размјерима, а и код нас за сада нису назначени било какви чиниоци који би је угрожавали у њеним природним стаништима. Међутим, *Spalax leucodon* је еволуционо и генетички крајње занимљив, јер се данас сматра комплексом подврста и врста у настанку са неразјашњеним степенима специјације и генетичким односима. Могуће је да се у будућности ове популације покажу као ендемичне или субендемичне подврсте или чак врсте. Због тога треба бити крајње опрезан када је у питању заштита ове врсте;
- Вук (*Canis lupus*) – изузетно користан предатор готово све ловне дивљачи и незамјењив када је у питању одржавање добре кондиције њихових популација и као такав је пожељан у сваком ловишту. Код нас је сразмјерно

⁴⁵ Занимљиво је да су се поједини туристи пожалили управо на чињеницу да током боравка и разгледања Јахорине нису видјели ништа од дивљачи.

бројан али се, нажалост, још увијек сматра штеточином и као такав интензивно уништава свим могућим, па и недозвољеним средствима. Са друге стране, у европским и свјетским размјерама врста је означена као рањива, на шта треба обратити пажњу;

- Мрки медвјед (*Ursus arctos*) – иако у Републици Српској још увијек живи значајан број популације мрких медвједа, врста је у европским размјерама означена као рањива. Поред тога, мрки медвјед је изузетно привлачан као дивљач високог лова и може знатно допринијети развоју ловног туризма, али и туризма уопште на ово простору. Због тога би требало повести рачуна о заштитити и узгојним мјерама, те повећавати бројност његове популације;
- Куна златица (*Martes martes*) – ова врста данас је знатно рјеђа него раније. За разлику од куне бјелице, захтјева веће комплексе очуваних високих шума којих је због претјеране сјече и домаћинског искоришћавања све мање. Како нема наговјештаја да би се уништавање њених станишта у будућности могло смањити, постоји опасност да и ова врста код нас дође на листу угрожених;
- Рис (*Lynx lynx*) – рис је средином 20. вијека био потпуно нестало са територије Републике Српске. Међутим, након поновног насељавања на територији Словеније, доста се брзо проширио на многа од старих станишта. Но, и даље је риједак, а као значајна врста ловне дивљачи, свакако, заслужује посебну бригу и промишљене мјере узгоја. На проучаваном простору још увијек није стални становник или је изузетно риједак. Постоје само два извјештаја о његовом појављивању;
- Дивља свиња (*Sus scrofa*) – није ријетка, а за сада није ни угрожена врста на овим просторима. Изузетно је значајна као ловно-привредна дивљач. Због бројности, прилагодљивости и репродуктивне способности, у тренутним приликама, свакако има највећи ловно-туристички потенцијал;
- Срна (*Capreolus capreolus*) – сразмјерно добро је заступљена на Проучаваном простору. Упркос томе потребно је унаприједити мјере њене заштите, нарочито у зимском раздобљу, како би јој се повећала бројност и трофејни квалитет. Ово би имало позитиван утицај, како на развој ловног туризма, тако и туризма уопште (Петронић, С. и др., 2009).

Поред наведених врста издвајају се и друге врсте сисара које су такође, у већој или мањој мјери, заступљене на проучаваном простору. То су: бјелогруди јеж (*Erinaceus concolor*), мала ровчица (*Sorex minutus*), шумска ровчица (*Sorex araneus*), планинска ровчица (*Sorex alpinus*), водена ровчица (*Neomys fodiens*), вртна ровчица (*Crocidura suaveolens*), обична вјеверица (*Sciurus vulgaris*), риђа волухарица (*Myodes glareolus*), водена волухарица (*Arvicola terrestris*), велика волухарица (*Microtus liechtensteini*), подземна волухарица (*Microtus subterraneus*), жутогрли миш (*Apodemus flavicollis*), шумски миш (*Apodemus sylvaticus*), обични миш (*Mus musculus*), шумски пух (*Dryomys nitedula*), лисица (*Vulpes vulpes*), риђа лисица (*Mustela nivalis*), зердав – хермелин (*Mustela erminea*), куна бјелица (*Martes foina*), јазавац (*Meles meles*), дивља мачка (*Felis silvestris*). Такође, издваја се и један дио врста које су према литерарним подацима пронађене у релативно блиским областима те постоји вјероватноћа да су распрострањене и на истраживаном простору. То су: обалска ровчица (*Neomys anomalus*), пољска ровчица (*Crocidura leucodon*), обична кртица (*Talpa europaea*), пољска волухарица (*Microtus arvalis*), пругасти миш (*Apodemus agrarius*), црни пацов (*Rattus rattus*), сиви пацов (*Rattus norvegicus*), обични пух (*Glis glis*) и пух љешникар (*Muscardinus avellanarius*) (Петронић, С. и др., 2009).

Врсте сисара које се налазе се на свјетској Црвеној листи IUCN су: у статусу угрожена (E – Endangered): *Lynx lynx*, у статусу рањива (V – Vulnerable): *Canis lupus* и *Sus scrofa*. Са друге стране, врсте које се налазе на Европској Црвеној листи IUCN су: у статусу рањива (V – Vulnerable): *Canis lupus*, неодређен статус (I – Indeterminate): *Spalax leucodon* и (REV) – таксони за које се зна да су угрожени, али се преиспитују од стране IUCN-а: *Ursus arctos* и *Lynx*.

5.6.2.7 Фонд дивљачи

У прописима који су донесени у Закона о ловству Републике Српске (Службени гласник Републике Српске, бр. 4/02), од сисара који се појављују на проучаваном простору као дивљач означени су: зец, вјеверица, вук, лисица, мрки медвјед, риђа лисица, зердав, куна златица, куна бјелица, јазавац, дивља свиња и срна. Из непознатог разлога рис није споменут у овом Закону, иако спада у дивљач. На територији проучаваног простора егзистира ловнопривредно подручје „Јахорински

забран“, које обухвата површину од 12.580 ha. (Просторни план града Источно Сарајево, 2007). Наведено ловиште спада у групу привредно-спортских ловишта. Као основне врсте дивљачи у овом ловишту констатовани су: срнећа дивљач, дивља свиња, медвјед, вук, лисица, јазавац, зец, дивља мачка, куна златица, куна бјелица, видра, твор итд. Од птица констатоване су: јаребица камењарка,⁴⁶ љештарка, тетријаб глуван, јастреб и сури орао. Поред наведених, ту су и голубови и ласте који су знатно бројнији.

Бројно стање флоре и фауне далеко је повољније на вишем планинском дијелу Равне планине, која је у знатно мањој мјери антропогенизована у односу на простор Паљанске котлине. Природни диверзитет овог простора омогућио је развој интересантне флоре и фауне, са ендемичним и реликтним врстама, те се може закључити да је на проучаваном простору заступљен изразито висок степен биодиверзитета.

⁴⁶ Од 7 ловишта на територији града Источно Сарајево, према подацима Просторног плана града Источно Сарајево од 2007. године, јаребица камењарка је присутна једино у ловишту „Јахорински забран“.

6 ГЕОЕКОЛОШКА ЕВАЛУАЦИЈА ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА РАВНЕ ПЛАНИНЕ И ПАЉАНСКЕ КОТЛИНЕ

Интензиван развој у свим сферама људског живота захтијева прилагођавање науке, нарочито у погледу одрживог развоја и управљања простором. Међусобни утицаји и везе између науке и праксе постају константни и врло уски. Пракса тражи одређена рјешења проблема, те је све више примијењених научних радова у којима се након геоеколошке анализе проводи и геоеколошко вредновање. Управо из тог разлога јавила се потреба за дефинисањем геоеколошки оптималне просторне организације, коришћења и заштите предјела. У тим случајевима се по правилу тежи редукацији конфликта између (економске) ефикасности и квалитета (животне средине). „Не постоји идеално планирање простора, које би могло да осигура оптимални економски развој и истовремено сачува животну средину, али одређена равнотежа се стално мора тражити“ (Ђорђевић, Д., Дабовић, Т., 2009).

Простор општине Пале посљедњих деценија карактеришу интензивне демографске и урбане промјене. Оне се непосредно одражавају на природне компоненте простора, које се често нерационално користе. У сврху заштите и унапређења животне средине, те ублажавања и елиминисања посљедица које са собом носи овакав однос, приступило се дефинисању, издвајању и оцјени елемената природног комплекса, на дијелу подручја општине Пале који третира овај рад. За рационално коришћење простора за потребе пољопривреде, шумарства и туризма извршена је функционална (гранска) евалуација, а потом и синтеза претходно добијених резултата.

Утврђивање погодности природне основе подразумијева квалитативно и квантитативно вредновање њених појединих елемената и односа и веза међу елементима. Евалуација физичкогеографских компоненти (литосфера, рељеф, клима, воде, биљни и животињски свијет и земљиште) заснива се на оцјени неограничености њиховог коришћења и употребљивости у датим просторним оквирима. Приказује се на одговарајућим картографским подлогама, при чему се за просторно мања подручја предлаже коришћење карата размјере 1:5.000 до 1:50.000

(Богнар, А., Богнар, Х., 2010). Картографска интерпретација служи и као средство прецизнијег одређивања основних ектополошких и типолошких просторних јединица. У раду је највећа пажња посвећена евалуацији рељефа, с обзиром да „његово вредновање представља један од најтежих задатака у оквиру геоекологије“ (Богнар, А., Богнар, Х., 2010), али и други елементи природне средине⁴⁷ нису изостављени. Рељеф се може узети као предуслов појавног облика и начина утицаја осталих природних компоненти у простору (клима, вегетација, земљиште, износ отицања и квантитативне особине површинског и приповршинског дијела стијенског комплекса).

Физичкогеографски фактори су лимитирајући елементи планирања простора и у основи имају одлучујућу улогу у намјени простора. Простори еквивалентни по својим физичкогеографским особинама могу бити различито вредновани. Одређени планински простор, по својим климатским карактеристикама може бити различито погодан са становишта развоја насеља или развоја зимског туризма. Сваки простор има „своје“ факторе погодности за одређену намјену. Поједини од ових фактора су само препоручујући, јер служе као опредјелујући фактори код варијантних рјешења.

Све физичкогеографске компоненте у овом раду су анализиране појединачно и комплетно, унутар природне функције посматраног геопростора. Геоеколошка евалуација проучаваног простора подразумијевала је анализу свих природних елемената, њихових односа и веза, при чему су геокомпоненте, процеси и појаве третиране у развијеном облику. Евалуација простора Равне планине и Паљанске котлине вршена је квантитативно-квалитативном методом. Проведена је квалитативна валоризација појединачних елемената физичкогеографских компоненти тј. природних потенцијала, на основу које су утврђени основни параметри погодности геоморфолошких, климатских, хидролошких, педолошких и биогеографских карактеристика. На основу ових почетних вриједности приступило се квантификацији квалитативних података. Евалуација је урађена посредством метода вишекритеријумске (мултикритеријумске) анализе (АХП метод), чиме је

⁴⁷ Природна средина се може посматрати у ужем (техносфера или измијењена природна средина) и у ширем смислу (екосфера, геосфера) (Богнар, А., 1990).

обезбијеђена транспарентност метода и утврђен оптимум могућности коришћења природних потенцијала.

6.1 ПОСТУПАК ЕВАЛУАЦИЈЕ ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА МЕТОДОМ АХП

Посљедњих година уочен је напредак у броју и квалитету истраживања која се базирају на методама мултикритеријумске анализе и евалуације (MCDM, MCA, MCE, АНР и др.).⁴⁸ За учесталост и интегрисање ове методологије у сфере геонаука највише је заслужан развој ГИС-а. Главне области у којима се усмјерава примјена ове методологије су: области животне средине, урбано и регионално планирање, геохазарди, примијењени ГИС и сл. (Malczewski, J., 2006). Коришћење ГИС алата као инструмента за праћење просторних промјена, и вишекритеријумске анализе у процесу евалуације природних потенцијала, у великој мјери доприноси минимизацији субјективизма доносиоца одлука.

У поглављу које третира методолошки концепт овог рада дато је опште појашњење о АХП методологији и категоријама оцјена које су у употреби (Satty, T.L., 1980). У овом поглављу разматраће се поступак евалуације поменутом методологијом. Дефинисање циљева евалуације претходило је свим осталим фазама. Након тога, извршен је избор релевантних природних фактора (физичкогеографских елемената) који су укључени у процедуру вредновања. За сваки циљ понаособ (пољопривреда, шумарство и туризам), изабрани су адекватни критеријуми. Након дефинисања циљева и објекта евалуације, поступак евалуације одвија се кроз више фаза:

- I – Одређивање скупа критеријума⁴⁹ (С) и подкритеријума. Поступак предвредновања критеријума/подкритеријума методом бонитације. Креирање критеријумских/подкритеријумских мапа (растер);

⁴⁸ Мултикритеријумске, мултиобјективне или мултиатрибутивне методе. Значење скраћеница: MCDM – Multi-criteria Decision Making (мултикритеријумско доношење одлука); MCA – Multi-criteria analysis (мултикритеријумска анализа); MCE – Multi-criteria evaluation (мултикритеријумска евалуација); АНР – Analytic Hierarchy Process (аналитички хијерархијски процес).

⁴⁹ Ознака С означава критеријум и изведена је на основу енглеског израза *criteria*. Ова ознака је у употреби у већини радова који третирају методе вишекритеријумске анализе.

- II – Формирање матрице поређења и евалуација критеријума/подкритеријума;
- III – Израчунавање тежинских коефицијената критеријума/подкритеријума, тј. одређивање њихових релативних тежина (важности) w (*weighting of criteria*). Израчунавање степена конзистентности матрице CR (*consistency ratio*);
- IV – Добијање карата погодности предјела (сумирање критеријумских/подкритеријумских мапа помножених са припадајућим тежинским коефицијентом), тзв. „отежавање мапа“;
- V – Тест стабилности рјешења на промјене појединих улазних података (стабилност рјешења на промјене релативних тежина критеријума – као најсубјективнијих елемената у вишекритеријумској анализи).



Скица 13 Схематски дијаграм поступка евалуације природних потенцијала АХП методом

У првој фази, након дефинисања циљева, слиједи одређивање скупа критеријума/подкритеријума који ће бити укључени у процес евалуације. Овоме претходи прикупљање и припрема података (дигитализација, статистичка анализа, дефинисање концепције базе података итд.). Врши се формирање база података за сваки критеријум, као и класификација скупова података, предвредновање и креирање критеријумских мапа (мапе погодности за сваки критеријум понаособ).

Критеријумске карте добијене су рекласификацијом карата критеријума, тј. подкритеријума коришћених у поступку евалуације. Рекласификација је извршена у 9 бонитетних категорија и једну елиминаторну, што је представљало сложен

посао јер је одређену појаву (својство) требало претворити у бонитет. Овај поступак је предочен на примјеру рекласификације карте нагиба рељефа као једног од подкритеријума (Табела 32).

Табела 31 Бонитетне категорије коришћене у поступку предвредновања

Бонитетна категорија	Распон оцјена	Квалитативне оцјене критеријума	Степен вриједности просторне јединице (предјела)
9	8 – 9	Најпогодније	Највреднији предјели
8	7 – 8	Веома погодно	Веома вриједни предјели
7	6 – 7	Претежно погодно	Претежно вриједни предјели
6	5 – 6	Релативно задовољавајуће	Релативно задовољавајући предјели
5	4 – 5	Претежно мање погодно	Претежно мање вриједни предјели
4	3 – 4	Релативно непогодно	Релативно непогодни предјели
3	2 – 3	Претежно непогодно	Претежно непогодни предјели
2	1 – 2	Непогодно	Непогодни предјели
1	0 – 1	Врло непогодно	Врло непогодни предјели
елим.	елим.	Елиминаторно	Елиминаторни предјели

Табела 32 Поступак рекласификације критеријума/подкритеријума методом бонитације
Примјер: модел рекласификације атрибута подкритеријума нагиб рељефа

Угао нагиба (°)	Рекласификована вриједност	Појашњење
0-2	9	Најпогодније
2-5	7	Претежно погодно
5-12	5	Претежно мање погодно
12-32	3	Претежно непогодно
32-55	1	Врло непогодно
>55	елим.	Елиминаторно

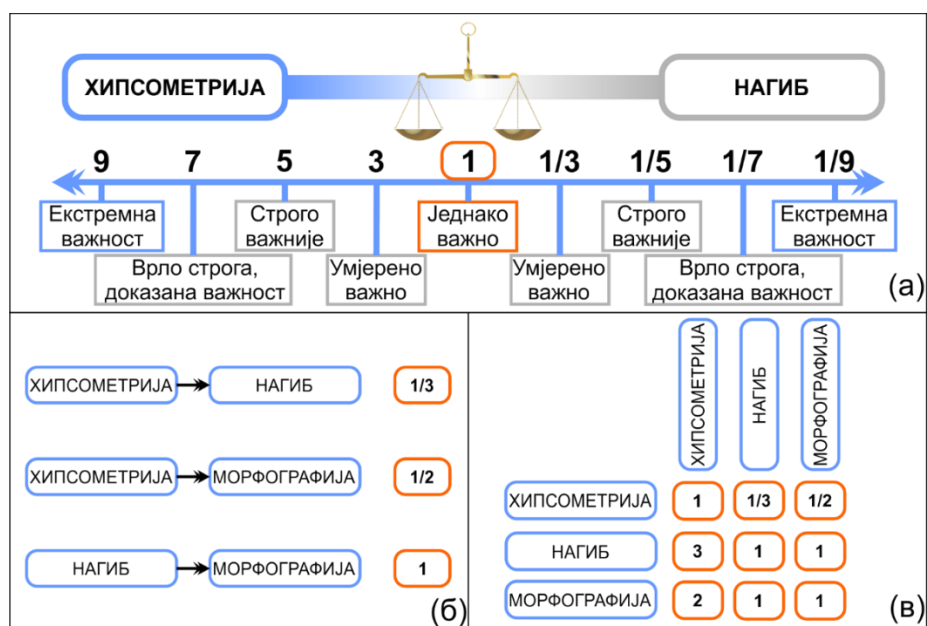
Након издвајања критеријума и подкритеријума на основу метода бонитације (Љешевић, А.М., 1983; Љешевић, А.М., 1992; Богнар, А., 1990; Богнар, А., Богнар, Х., 2010), проведено је њихово предвредновање. Са те стране, у оквиру овог рада издвојена је скала⁵⁰ са девет бонитетних категорија, при чему највећу релативну вриједност има категорија 9 а најмању категорија 1 (Табела 31). Уведена је и елиминаторна категорија. Овакав поступак предвредновања, који претходи АХП методи често се користи у пољу наука које третирају простор, гдје се карте користе као вид визуелног представљања истог. Ово потврђују радови домаћих и страних аутора (Зеленовић-Васиљевић, Т., 2012; Срђевић, З. и др., 2010; Ghamgosar, M. et al., 2011; Abdullah, N.S., 2014; Смиљанић, С., Ђурђић, С., 2006). Поступак предвредновања може се провести и на основу метода стандардизације (нормализације или изједначавања), критеријума у распону од 0 до 1, према

⁵⁰ Напомена: усвојена скала оцјењивања до 9 бонитетних категорија није ни у каквој вези са Сатијевом скалом.

(Malczewski, J., 2000). Овај поступак примијењен је у радовима: Geneletti, D., 2007; Geneletti, D., Duren, I., 2008; Geneletti, D., Pistocchi, A., 2001; Greene, R., et al., 2011. Такође, предвредновање се може урадити и примјеном само АХП методологије (Sener, S., et al., 2010; Feizizadeh, B., et al., 2013). У основи, сви наведени поступци често дају слична рјешења. Приликом одабира најподеснијег модела предвредновања, у обзир се узима претходно искуство доносиоца одлуке у погледу рада са одабраним моделом.

Поступком предвредновања атрибути су уврштени у међусобно квалитативно различите разреде. У случају када неки од атрибута критеријума или подкритеријума дјелују као ограничавајући фактор у поступку евалуације, примјењиван је принцип елиминаторног бодовања. Након проведеног поступка сви критеријуми постају мјерљиви. Добијена рекласификована подлога нпр. нагиба, на овај начин је претворена у оперативну растерску мапу која је послужила као основа за даљу примјену у АХП методи, посредством ГИС-а.

У другој фази успоставља се матрица поређења, на основу Сатијеве скале вредновања (Табела 2). У овој фази се врши међусобно поређење парова критеријума/подкритеријума тј. однос доминације (Скица 14). Примјеном ове технике знатно се умањује субјективизам у процјени (који настаје у претходној фази рада).



Скица 14 (а) Сатијева скала односа, примјер: хипсометрија и нагиб; (б) Поређење парова, примјер: поређење критеријума хипсометрија, нагиб и морфографија; (в) матрица поређења

Одређивање доминације критеријума представља субјективну радњу, у којој се интерпретира систем вриједности у конкретном задатку вишекритеријумске анализе. Сваком критеријуму придружује се релативна тежина,⁵¹ тј. важност. Иако у одређивању релативних тежина критеријума субјективизам има значајну улогу, у литератури је присутна тежња да се ови поступци уреде, па чак и стандардизују. При томе се полази од сљедећих претпоставки:

- Субјективни став о релативним тежинама критеријума лакше је изразити поређећи важности критеријума по паровима, него за све критеријуме одједном. Ово нарочито важи у случају када је број критеријума већи од 5.
- Квалитативне (описне) исказе о важности критеријума треба превести у нумеричке вриједности примјењујући једноставне стандардизоване скале као што је Сатијева скала.

У трећој фази, матрица поређења служи за одређивање тежине критеријума, тј. важности сваког појединачног критеријума. Рачунање тежинских коефицијената критеријума/подкритеријума (w) представља једну од најбитнијих карактеристика вишекритеријумске анализе. У поступку израчунавања користи се процедура која се састоји из четири корака (Скица 15):

- (а) „уређивање“⁵² матрице поређења у паровима;
- (б) рачунање суме свих елемената у свакој колони;
- (в) дијелење елемената сваке колоне са сумом вриједности те колоне (која је добијена у претходном кораку);
- (г) рачунање суме свих елемената по сваком реду, а затим одређивање средње вриједности сваког реда у матрици. Колона у којој се налазе добијене средње вриједности је колона на основу које се добијају тежински коефицијенти сваког критеријума.

⁵¹ Релативне тежине критеријума (важности) понекад се изражавају квалитативно. На примјер, неки критеријум се може вредновати као врло важан, средње важан, или мало важан, итд. Субјективан став према важности критеријума, симултано могуће је исказати и реченицама типа: сви критеријуми (Сп) су подједнако важни, изузев С4 који има два пута већу важност. Однос према важности могуће је квалитативно исказати и поређењем важности парова критеријума. На примјер: критеријуми С1 и С2 су подједнако важни или је С1 апсолутно важнији од С2.

⁵² Појам се односи на поступак уношења прерачунатих бројчаних вриједности у матрици, нпр. $1/3 = 0.333$

	C1	C1	C1		C1	C1	C1		C1	C1	C1		C1	C1	C1	w
C1	1	0,333	0,5	C1	1	0,333	0,5	C1	0,166	0,142	0,2	C1	0,166	0,142	0,2	0,170
C1	3	1	1	C1	3	1	1	C1	0,5	0,429	0,4	C1	0,5	0,429	0,4	0,443
C1	2	1	1	C1	2	1	1	C1	0,333	0,429	0,4	C1	0,333	0,429	0,4	0,387
				Σ	6	2,333	2,5	Σ	6	2,333	2,5	Σ	6	2,333	2,5	

(a)

(б)

(в)

(г)

Скица 15 Поступак рачунања тежинских коефицијената (w) у матрици из претходног примјера

АХП спада у популарне методе и зато што има способност да идентификује и анализира неконзистентности доносиоца одлука у процесу расуђивања и вредновања елемената хијерархије. Човјек је, наиме, ријетко конзистентан при процјењивању вриједности или односа квалитативних елемената у хијерархији. АХП на одређен начин ублажава овај проблем тако што одмјерава степен конзистентности матрице и о томе обавјештава доносиоца одлука. За рачунање овог степена потребно је претходно одредити индекс конзистентности CI према формули:

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

Гдје је коефицијент λ_{\max} – максимална сопствена вриједност матрице поређења, а n – ред матрице (величина матрице поређења). При томе, важи да је $\lambda \geq n$, а разлика $\lambda_{\max} - n$ користи се у мјерењу конзистенције процјене. У случају неконзистентности, уколико је вриједност λ_{\max} ближа n, процјена је конзистентнија.

Степен конзистентности матрице CR користи се у сврху провјере тачности тежинских коефицијената, за потребе идентификовања и анализирања неконзистентности доносиоца одлуке у процесу расуђивања и вредновања елемената матрице. На овај начин мјери се и указује на степен неконзистентности који може настати усљед субјективизма доносиоца одлуке. Степен конзистентности матрице рачуна се према формули:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Гдје је RI случајни индекс који зависи од реда матрице, а преузима се на основу слjedeће табеле:

Табела 33 Случајни индекси

Ред матрице	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI	0,0	0,0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48

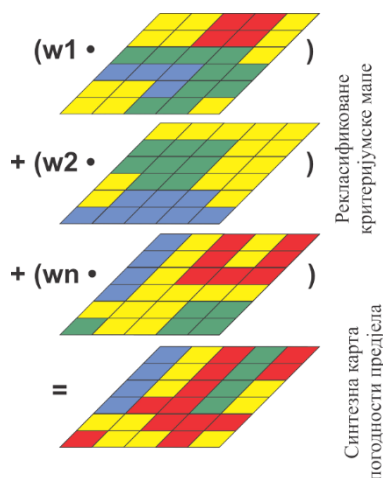
Извор: Saaty, T. L., 1980

Уколико је степен конзистентности мањи или једнак 0,10 ($CR \leq 0,10$), резултат се сматра довољно тачним и процјене релативних тежинских коефицијената се сматрају прихватљивим, а уколико је већи од 0,10, резултате би требало поново анализирати и установити разлоге због којих је неконзистентност процјене неприхватљиво висока. Овај поступак се врши дјелимичним понављањем поређења у паровима док се степен конзистентности не доведе до толерантног нивоа (0,10), а уколико понављање процедуре у неколико корака не доведе до снижења степена, све резултате треба одбацити и поновити цијели поступак од почетка. Овдје треба напоменути да се у пракси често дешава да степен конзистентности буде већи од толерантног нивоа, а да се изабрана алтернатива ипак усвоји као најбоља (Karlsson, J., Wohlin, C., Regnell, B., 1998). Иако се матрица поређења ради и у случају минимално два критеријума/подкритеријума, степен конзистентности има основа да се рачуна у случају минимално 3 или више критеријума/подкритеријума.

У четвртој фази, на основу сумирања растера добија се карта погодности предјела. Овај поступак се одвија употребом ГИС-алата за сумирање растера, а према формули која укључује тежинске факторе критеријума w_i , тзв. „отежавање мапа“.

$$s_{x,y} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot v_{i;x,y}$$

Гдје је: $s_{x,y}$ – вриједност x,y ћелије карте погодности
 w_i – тежински коефицијент i -тог критеријума/подкритеријума
 $v_{i;x,y}$ – вриједност x,y ћелије i -тог критеријума/подкритеријума



Скица 16 Поступак добијања карте погодности предјела употребом АХП методе и ГИС-а („отежавање“ мапа и поступак добијања карте погодности)

Улога ГИС-а у процесу евалуације огледа се у комплексној анализи просторних података, али и у интеграцији и надопуни са методама вишекритеријумске анализе. Коришћењем ГИС-а могуће је обрадити велику количину просторних података за веома кратко вријеме. ГИС има велики утицај у погледу доношења одлука, али за доношење коначне одлуке о намјени простора неопходно је укључити друге аналитичке методе као што је АХП метода.

Пета (последња) фаза у вишекритеријумској анализи јесте проучавање стабилности рјешења (добијених оцјена погодности) на промјене извјесних улазних података. У овој фази најсврхисходније је проучавати стабилност рјешења, тј. урадити анализу осјетљивости резултата (SA – *Sensitivity analysis*) на промјене релативних тежина критеријума, као својеврсних репрезентата субјективизма у вишекритеријумској анализи.

У поступку доношења коначне одлуке, тренутно рјешење понекад не пружа довољно информација. Постоји неколико разлога зашто анализа осјетљивости треба да се примијени на већ добијеним резултатима, међу којима се истичу најчешћи:

- Оцјене појединих критеријума могу бити субјективне или постоји извјесна несигурност у погледу података који доводе до коначних вриједности.
- У појединим случајевима коначне одлуке могу произаћи из групног рада гдје постоје различита мишљења.
- Различити методи одређивања приоритета могу имати различите резултате за исту матрицу одлучивања; истовремено различите скале бодовања критеријума које се користе за евалуацију просторних јединица могу произвести различит ранг истих (Steele, K. et al., 2009).

Анализа осјетљивости резултата пружа бољи увид у проблем и захваљујући њој истраживач може донијети коначну одлуку са већом прецизношћу засновану на опсежнијим подацима. Методе за провођење анализе на АХП проблемима могу се груписати у три категорије (Chen, H., Kocaoglu, D.F., 2008): методе нумеричке инкременталне⁵³ анализе, методе симулације вјероватноће и математички модели.

⁵³ Инкремент – фиксно или промјенљиво повећање неке вриједности.

У овом раду коришћена је метода нумеричке инкременталне анализе која подразумева варирање вриједности тежинских коефицијената (w_i) и израчунавање новог рјешења. Изводи се тако што се инкрементално варирају појединачни коефицијенти, израчунавају се нова рјешења и добијени резултати се представљају графички. На графицима се могу уочити токови промјене општег рангирања критеријума. Ово је најчешће коришћен метод у радовима који се у поступку евалуације базирају на АХП методологији.

Основа метода заснована је на модификацији тежинског коефицијента једног од критеријума, а затим поновног израчунавања рангирања коефицијената свих осталих критеријума. Могући опсег вриједности за било који тежински коефицијент у једном АХП моделу креће се од 0 до 1, а збир коефицијената свих критеријума мора бити 1. Из тог разлога, приликом промјене тежинског коефицијента једног критеријума, коефицијенти осталих елемената морају бити пропорционално прилагођени тако да и даље дају суму 1. Користећи следеће формуле нови тежински коефицијенти w'_j се рачунају на основу девијације d изведене на тежинском коефицијенту w_i :

$$w'_i = w_i + d$$

$$w'_j = w_j \left(1 - \frac{d}{\sum_{k \neq i} w_k} \right)$$

w_i – оригинална вриједност коефицијента подвргнутог промјени (варијацији)

w'_i – нова вриједност коефицијента који је подвргнут промјени

d – девијација (разлика између оригиналне и нове вриједности коефицијента подвргнутог варијацији)

w_j – оригиналне вриједности осталих коефицијената

w'_j – прерачунате вриједности осталих коефицијената

$\sum_{k \neq i} w_k$ – сума оригиналних вриједности осталих коефицијената

У раду је изведена варијација тежинских коефицијената у распонима од $\pm 20\%$ и $\pm 30\%$. За сваки критеријум коефицијент је мијењан у корацима од 5%. У распону од -20% (тј. -30%) до $+20\%$ (тј. $+30\%$) од почетне вриједности и базних резултата, симулација се састојала од онолико евалуација колико је било критеријума (гдје свака покренута евалуација генерише једну нову класификацију погодности). Резултати ових евалуација су коришћени за генерисање графика на којима се

могу уочити промјене и кретања резултата у зависности од коефицијента чија се вриједност иницијално варира.

* * *

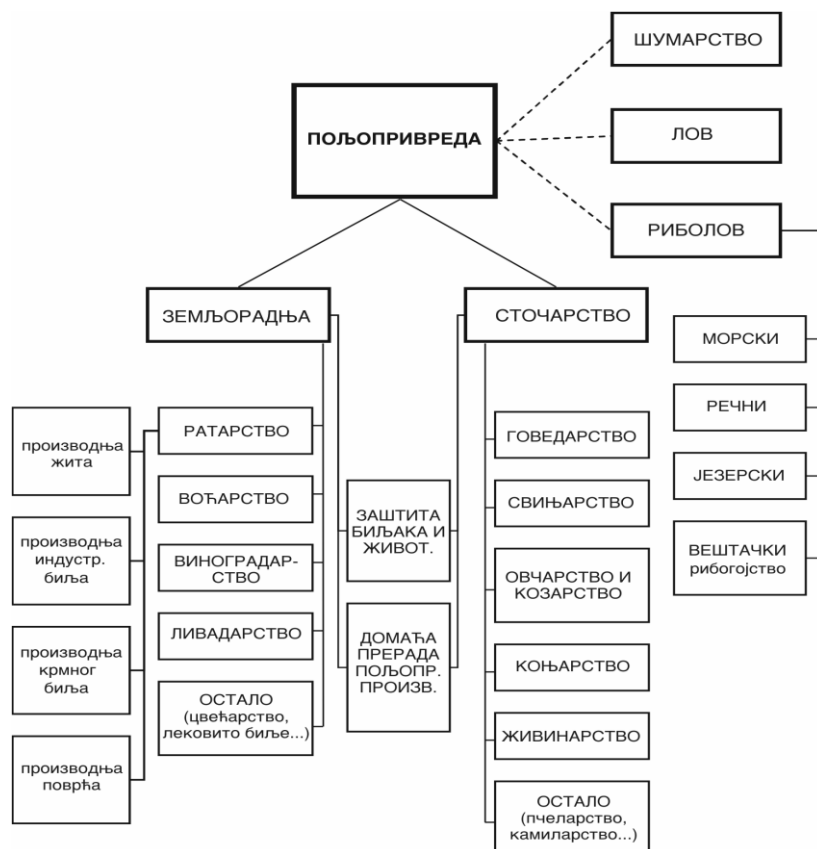
Разрада методологије на основу репрезентативних примјера дала је одговарајући увид у поступке и резултате вредновања. Чињеница да универзални метод евалуације не постоји, утицала је на одлуку о примјени неколико метода који би требали пружити добре одговоре по основу постављених задатака и према природи проучаваног простора. АХП методологијом проведено је геоеколошко вредновање природних потенцијала на основу чега је дат приказ појединачног утицаја природних компоненти на могућности и ограничења при развоју пољопривреде, шумарства и туризма.

6.2 ФУНКЦИОНАЛНА ЕВАЛУАЦИЈА ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА

Геоеколошка евалуација која је проведена у раду односи се на евалуацију природних потенцијала простора за потребе: пољопривреде (ратарства, сточарства), шумарства и туризма (рекреативног). Наведене привредне дјелатности су циљеви евалуације, а њихови критеријуми су: рељеф, клима, хидрологија, педологија, и др., односно: нагиб, експозиција, падавине, водопрпусност подлоге и сви они физичкогеографски елементи који су од доминантнијег значаја за појединачне циљеве. Скуп подкритеријума детерминисан је у односу на критеријуме, сходно њиховој ваљаности и корисности у поступку евалуације. Читавом поступку претходило је креирање критеријумских/подкритеријумских карата (бонитетне карте нагиба, падавина, густине водотока...), те накнадно провођење евалуације АХП методологијом за сваки од критеријума из скупа дефинисаног у оквиру једног циља, а потом и за саме циљеве понаособ.

6.2.1 Евалуација природних потенцијала за потребе пољопривреде и шумарства

Пољопривредна производња је заснована на објективним могућностима искоришћавања природних потенцијала. У ужем смислу, пољопривреда се дијели на земљорадњу и сточарство, док у ширем смислу обухвата лов, риболов и шумарство (Степић, М., Јаћимовић, Б., 2006). Руководећи се овом подјелом, урађена је заједничка евалуација природних потенцијала за потребе пољопривреде (сточарство и земљорадња), док је евалуација за потребе шумарства проведена засебно. На скици (Скица 17) је представљен један од модела подјеле пољопривреде.



Скица 17 Схема подјеле пољопривреде
(извор: Степић, М., Јаћимовић, Б., 2006)

Зависно од услова природне средине, развијају се различите гране земљорадње и сточарства. Најзначајнија и често најразвијенија грана земљорадње је ратарство (производња жита – раж, јечам и овас у планинским дијеловима, индустријског и крмног биља и поврћа), а затим воћарство и виноградарство. У планинским

крајевима доминирају културе прилагођене екстремнијим животним условима, за разлику од низија и жупских предјела. Међутим, сточарство као грана пољопривреде која је мање зависна од природних услова у односу на земљорадњу, често је заступљеније у планинским крајевима.

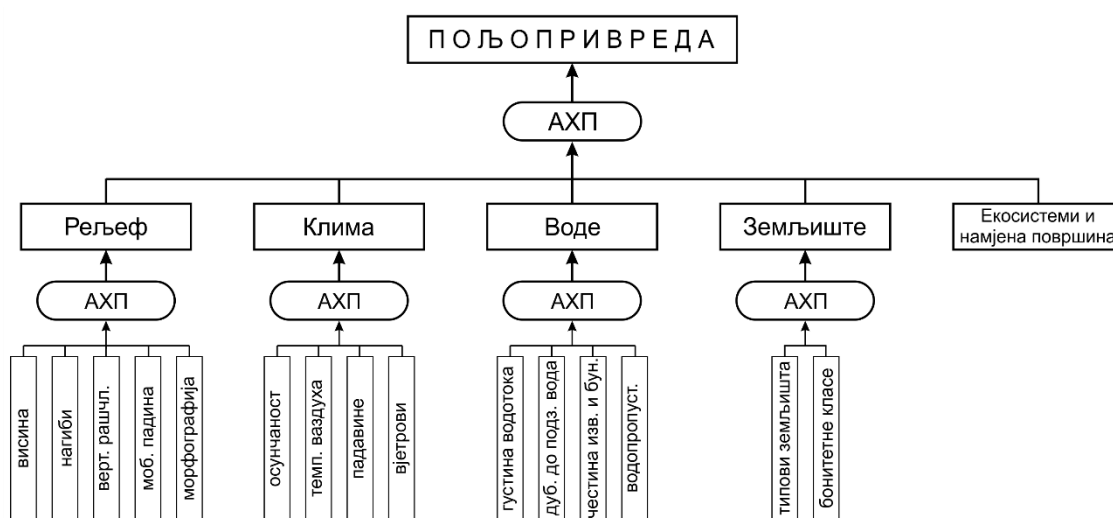
Развијеност пољопривреде на проучаваном простору, у погледу продуктивности земљишта и рада, налази се на врло ниском нивоу. Претежно је заступљена екстензивна пољопривредна производња. Становништво се бави сточарством, док су ратарство и воћарство заступљени са мањим удјелом. Поред релативно мање погодних природних услова, један од разлога за овакво стање је низак степен улагања у ову грану привреде, као и дугогодишње одређивање општине да због конфигурације терена и већ постојеће инфраструктуре предност дају развоју зимског туризма. Низак ниво опремљености механизацијом и пратећом пољопривредном инфраструктуром додатно погоршава ситуацију. Такође, због пренамјене један дио пољопривредног земљишта претворен је у непољопривредно (изградња насеља, туристичких комплекса, инфраструктуре, стављање под посебан режим заштите и сл.).

6.2.1.1 Евалуација природних потенцијала за потребе пољопривреде

Евалуација неког простора за пољопривредно коришћење је комплексан посао, јер је неопходна веома висока изученост свих елемената и компоненти које су релевантне за пољопривредну производњу. Пољопривреда је, у односу на друге привредне гране, много више зависна од природних услова, у првом реду земљишта. Такође, за пољопривредну производњу изузетно су важне поједине карактеристике рељефа, климе, хидролошких и хидрогеолошких услова и сл. Са те стране, у оквирима овог рада проведена је евалуација природних потенцијала за потребе развоја пољопривреде, при чему се примарна пажња усмјерила на сточарство а секундарна на земљорадњу, због типично планинских одлика проучаваног простора. Евалуација је урађена на основу успостављене скале бонитетних вриједности (Табела 31), примјеном АХП метода и ГИС-а (Скица 18).

На избор критеријума и подкритеријума у поступку евалуације природних потенцијала за потребе пољопривреде (али и осталих грана привреде које су анализирани у овом раду), утицао је низ фактора међу којима издвајамо:

- увид у постојећу литературу и радове који третирају сличну проблематику;
- мали број радова ове врсте (ослањање претежно на искуства и радове иностраних аутора);
- доступност/недоступност одређених података и параметара;
- консултације са колегама и стручњацима из ужих научних поља климатологије, педологије, геологије, хидрогеологије и др.;
- лично искуство аутора.



Скица 18 Дијаграм тока евалуације природних потенцијала за потребе пољопривреде

Дијаграм тока евалуације природних потенцијала Равне планине и Паљанске котлине за потребе пољопривреде, даје преглед основних критеријума коришћених у току евалуације на основу којих су издвојени поједини: рељефни, климатски, хидролошки, педолошки и биогеографски подкритеријуми. Геолошке карактеристике су у евалуацију укључене индиректно, кроз поједине одлике рељефа (мобилност падина) и хидрогеолошке одлике подкритеријума (водопропусност подлоге и дубина подземних вода), те овим путем нису појединачно разматране.

Од морфометријских и морфографских својстава рељефа зависе могућности обраде земљишта, али и неки други фактори пољопривредне производње. Од ових чиниоца зависи интензитет ерозије, деградације и девастације земљишта. На могућност развоја пољопривредне производње, поједине одлике рељефа учествују са различитим удјелом и интензитетом. Рељеф има регулацијску улогу у геоеколошком систему јер кроз одлике надморске висине, нагиба, вертикалне

рашчлањености и др. утиче на температурне и друге климатске односе, расподјелу воде у земљишту, површинско отицање, транспорт чврстих и отопљених честица, а такође регулише састав и дистрибуцију биоценоза као и могућности коришћења земљишта. Морфометријским обиљежјима и стабилношћу падина рељеф утиче на потенцијал за пољопривредно искоришћавање, али и друге активности.

Иако су за пољопривредну производњу најповољније низије, долине, котлине и висоравни, тамо гдје су заравни заступљене у мањем обиму искоришћавају се и падине већих нагиба. Ратарска производња је ограничена на нагибе до 5° (8%), а тамо гдје је нагиб од 5° до 9° (8 до 15 %) обавезна је примјена мјера против ерозије земљишта, док су стрмије падине редовно под шумом или пашњацима који се могу користити за испашу стоке. Како се са порастом нагиба падина повећава подложност ерозији и спирању тла и храњивих материја, те се смањује инфилтрација воде у подземље (што је на ратарским површинама још израженије због мање густоће усјева), продуктивност земљишта се смањује. Сходно томе са повећањем нагиба смањује се дугорочна погодност земљишта за пољопривредно коришћење, иако се на њу у ограниченој мјери може утицати. Наиме, орање земљишта у правцу пружања падине као и неодговарајућа дубина орања доприносе еродибилности пољопривредно коришћених падина, јер је дуж бразди усмјерено површинско отицање падавина. Због тога би на падинама требало потицати орање „по изихипсама“ јер би се тиме смањили услови за ерозију и повећала би се инфилтрација воде. На врло стрмим падинама могуће је примијенити технику терасирања попут оне у југоисточној Азији (Barsch, H. et al., 2002). У поступку детерминисања скупа подкритеријума за рељеф, издвојени су сљедећи:

Табела 34 Бодовање атрибута подкритеријума рељефа за потребе предвредновања у области пољопривреде

Висина (m)	Бод.	Нагиби (°)	Бод.	Верт. р. (m/km ²)	Бод.	Мобилност падина	Бод.	Морфографија	Бод.
< 800	6	0-2	9	0-5	9	стабилно	9	кањонске долине	1
800–900	5	2-5	7	5-30	7	спирање	7	бразде и потоци	3
900–1000	4	5-12	5	30-100	5	спир., клиж.	5	конкав. и конв. дол.	5
1000–1250	3	12-32	3	100-300	3	снаж. ероз.	3	заравни	9
1250–1500	2	32-55	1	300-800	1	однош. мат.	1	отворене падине	5
> 1500	1	> 55	елим.	> 800	елим.	одрони	елим.	падине на узвиш.	3
								сек. греб. и узвиш.	1
								план. врхови и греб.	елим.

Извори: Saletto-Janković, M., 1997; Љешевих, А.М., 1992; Богнар, А., Богнар, Х., 2010; Смиљанић, С., Ђурђић, С., 2006 и др.

Четири од пет подкритеријума рељефа има по 6 атрибута којима су додијелени бодови, а пети (морфографија) има 8 атрибута. Ових осам атрибута изведено је од десет почетних атрибута, тако што су два атрибута која су се јављала са најнижим удјелом у површини (конвексне долине са 0,04% и локани гребени, мања узвишења у долинама 0,03%), придружена сличним атрибутима вишег ранга (Табела 35). Ово је урађено на основу постојеће подјеле морфографских елемената методом топографског позиционог индекса (Weiss, A.D., 2001).

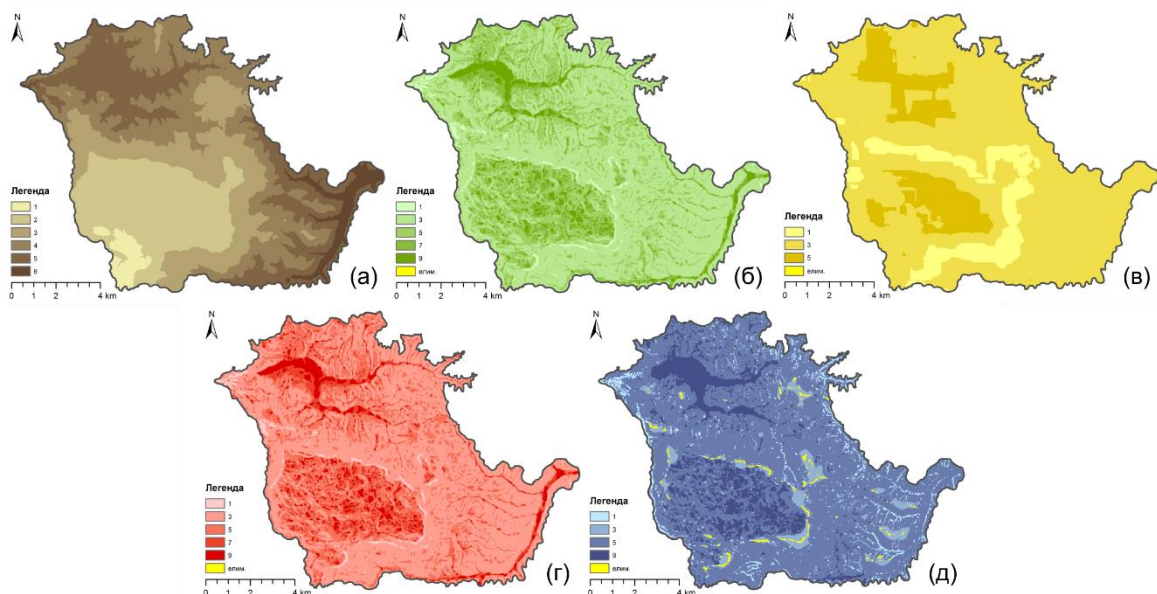
Табела 35 Издвајање атрибута морфографских облика

Класификација морфографских облика ТПИ методом	Атрибути морфографије	Удио (%)
Кањони и кањонске долине	кањонске долине	2,19
Горњи токови, бразде и потоци	бразде и потоци	3,5
Конвексне долине (V форма)	конкавне и конвексне долине	0,04
Конкавне долине (U форма)		6,89
Заравни	заравни	14,02
Отворене падине (нагиб $\geq 6^\circ$)	отворене падине	65,84
Падине на узвишењима	падине на узвишењима	4,42
Локални гребени, мања узвишења у долинама	секундарни гребени и узвишења	0,03
Секундарни гребени и узвишења у заравнима		2,11
Планински врхови и гребени	планински врхови и гребени	0,96

Подкритеријум мобилност падина дефинисан је на основу потенцијалне мобилности која је условљена нагибом падина и геолошком подлогом (Богнар, А., Богнар, Х., 2010), док је експозиција падина (осунчаност), која је анализирана у склопу геоморфолошких карактеристика у претходном поглављу, увршћена у скуп подкритеријума климатских карактеристика, према: Љешевић, А.М., 1992.

На основу предвредновања рељефа, урађене су подкритеријумске карте које су послужиле у процесу даље евалуације АХП методом (Слика 29). Ове карте чине спону између евалуације сваког од подкритеријума и просторних података.

Евалуација је настављена израдом матрице поређења за пет рељефних подкритеријума, на основу које су израчунати њихови тежински коефицијенти. Ради прегледности, ознакама С1, С2, С3, С4 и С5 обиљежени су подкритеријуми према распореду појављивања у табели у којој је проведено бодовање атрибута (С1 – висина; С2 – нагиби; С3 – вертикална рашчлањеност; С4 – мобилност падина и С5 – морфографија).



Слика 29 Подкритеријумске карте рељефа за потребе пољопривреде: (а) висина рељефа; (б) нагиби; (в) вертикална рашчлањеност; (г) мобилност падина; (д) морфографске одлике рељефа

Табела 36 Поређење парова подкритеријума рељефа по степену значаја

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	1/3	3	1/3	5
C2	3	1	5	1	7
C3	1/3	1/5	1	1/2	1
C4	3	1	2	1	4
C5	1/5	1/7	1	1/4	1

Матрица 1 Матрица поређења подкритеријума рељефа и процес нормализовања матрице за потребе предвредновања у области пољопривреде

$$\begin{matrix}
 \begin{pmatrix}
 1 & 0,33 & 3 & 0,33 & 5 \\
 3 & 1 & 5 & 1 & 7 \\
 0,33 & 0,2 & 1 & 0,5 & 1 \\
 3 & 1 & 2 & 1 & 4 \\
 0,2 & 0,14 & 1 & 0,25 & 1
 \end{pmatrix} & \Rightarrow &
 \begin{pmatrix}
 1 & 0,33 & 3 & 0,33 & 5 \\
 \hline
 7,53 & 2,68 & 12 & 3,08 & 18 \\
 3 & 1 & 5 & 1 & 7 \\
 \hline
 7,53 & 2,68 & 12 & 3,08 & 18 \\
 0,33 & 0,2 & 1 & 0,5 & 1 \\
 \hline
 7,53 & 2,68 & 12 & 3,08 & 18 \\
 3 & 1 & 2 & 1 & 4 \\
 \hline
 7,53 & 2,68 & 12 & 3,08 & 18 \\
 0,2 & 0,14 & 1 & 0,25 & 1 \\
 \hline
 7,53 & 2,68 & 12 & 3,08 & 18
 \end{pmatrix}
 \end{matrix}$$

Матрица 2 Нормализована матрица и матрица тежинских коефицијената подкритеријума рељефа за потребе предвредновања у области пољопривреде

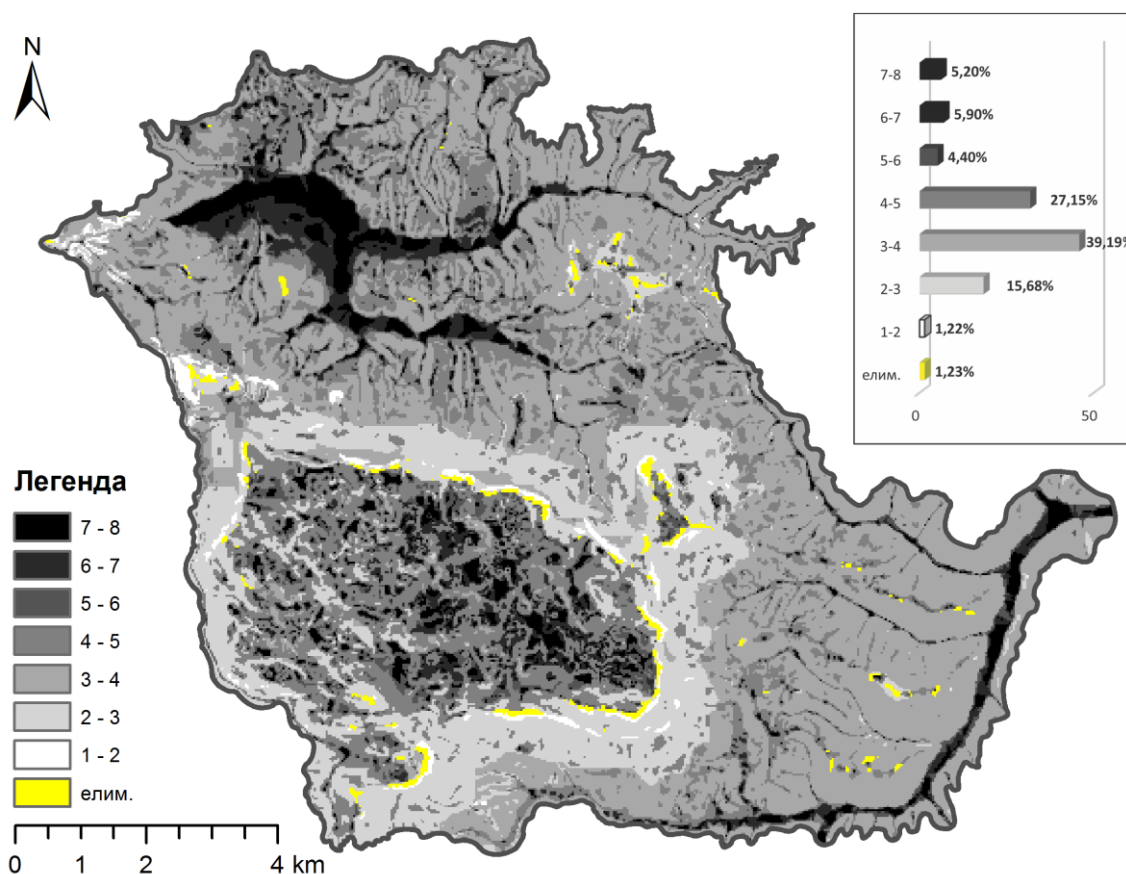
$$\begin{matrix}
 \begin{pmatrix}
 0,1327 & 0,1246 & 0,2500 & 0,1081 & 0,2778 \\
 0,3982 & 0,3737 & 0,4167 & 0,3243 & 0,3889 \\
 0,0442 & 0,0747 & 0,0833 & 0,1622 & 0,0556 \\
 0,3982 & 0,3737 & 0,1667 & 0,3243 & 0,2222 \\
 0,0265 & 0,0534 & 0,0833 & 0,0811 & 0,0556
 \end{pmatrix} & \Rightarrow &
 \begin{pmatrix}
 0,1786 \\
 0,3804 \\
 0,0840 \\
 0,2970 \\
 0,0600
 \end{pmatrix}
 \end{matrix}$$

CR= 0,07

На основу матрица добијени су тежински коефицијенти (релативне тежине) подкритеријума рељефа за потребе предвредновања у области пољопривреде. Добијени тежински коефицијенти (висине $w_1 = 0,1786$; нагиби $w_2 = 0,3804$; вертикална рашчлањеност $w_3 = 0,084$; мобилност падина $w_4 = 0,297$ и морфографија $w_5 = 0,06$), указују да доминантан утицај на пољопривредно коришћење простора има нагиб рељефа, а најмањи морфографија.

Процјене релативних тежинских коефицијената могу се узети као прихватљиве, јер вриједност степена конзистентности матрице CR износи 0,07. На основу сумирања растера посредством ГИС-а, те добијених тежинских фактора урађена је критеријумска карта погодности рељефа за пољопривредну производњу, према

$$\text{формули } s_{x,y} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot v_{i,x,y}$$



Карта 25 Критеријумска карта погодности рељефа за пољопривредну производњу са процентуалним учешћем распона свих вреднованих категорија

Према подацима добијеним помоћу критеријумске карте, установљено је да рељеф проучаваног простора пружа скромне могућности за развој пољопривреде.

Оцјене добијене на основу поступка отежавања мапа крећу се у опсегу од 1,167 до 7,949. Анализом односа појединих дијапазона оцјена установљено је да оцјене погодности рељефа у распону од 3 до 4 захватају највеће површине на истраживаном простору (39,19%), а у најмањем проценту (1,22%) заступљене су површине које су задобиле најниже оцјене. Елиминаторне површине захватају 1,43 km² што чини 1,22% проучаваног простора. Критеријумска карта могућности рељефа за пољопривредно коришћење послужила је у даљем поступку евалуације природних потенцијала Равне планине и Паљанске котлине за потребе пољопривреде.

Клима као природни услов најнепосредније дјелује на пољопривреду. Утицај климе је комплексан и посебно важан за биљну производњу, јер свака пољопривредна култура али и природна вегетација захтијева одређене агро-еколошке услове (Степић, М., Јаћимовић, Б., 2006). Будући да клима у одређеној мјери указује на могуће временске услове током године, у пољопривреди је она један од детерминистичких фактора због различите прилагођености појединих ратарских култура климатским условима. Утицај климатских елемената у највећој мјери се очитује кроз сунчеву радијацију, температуру, влажност ваздуха и падавине, као и вјетрове.

У планирању предјела екстраполација климатских услова из мреже метеоролошких станица неће дати довољно поуздане податке за планирање (Bastian, O. et al., 2002). Будући да различити топографски услови мијењају климатска обиљежја, за прецизно геоеколошко планирање најподесније би било да се претходно ураде микроклиматска истраживања на референтним тачкама постављеним у простору, у зависности од хетерогености топографских услова који модификују микроклиму и мјерила истраживања за чије се потребе микроклиматска мјерења проводе. Клима мањих дијелова предјела заправо је клима ширег простора модификована локалном топографијом. Климатски елементи које је неопходно мјерити за одређивање микроклиме су: температура ваздуха, брзина вјетра, влажност ваздуха, падавине и инсолација (Chen, J. Et al., 1999). С обзиром на комплексност и скупоћу једног таквог истраживања, подкритеријуми за евалуацију климе у сврху предвредновања за потребе пољопривреде у овом раду издвојени су на основу расположивих података.

Табела 37 Издвајање атрибута температура и падавина на основу хипсометријских разреда

Хипсометриј.	Температура ваздуха(°C)	Хипсометриј.	Падавине (mm)
< 900	8-10	< 800	900-1000
900-1200	6-8	800-1500	1000-1250
1200-1500	4-6	> 1500	1250-1500
> 1500	2-4	-	-

У процесу издвајања атрибута за просјечне годишње температуре и падавине, руководили смо се постојећим тематским картама (Трбић, Г., Бајић, Д., 2011), гдје су се при provedби анализе користили подаци мјерења са метеоролошких станица у окружењу и хипсометријске одлике терена.

Табела 38 Бодовање атрибута подкритеријума климе за потребе предвредновања у области пољопривреде

Експоз. – осунчаност (°)	Бод.	Температура ваздуха(°C)	Бод.	Падавине (mm)	Бод.	Вјетрови	Бод.
хориз. пов.	5	8-10	7	900-1000	7	завјетринске стр.	8
S	9	6-8	5	1000-1250	5	дјелим. изложеност	6
SE, SW	7	4-6	3	1250-1500	3	јака изложеност	4
E, W	5	2-4	2			привјетринске стр.	2
NE, NW	3						
N	1						

Извори: Љешевић, А.М., 1992; Смиљанић, С., Ђурђић, С., 2006 и др.

У анализи климе коришћена су четири подкритеријума, а избор истих је урађен на основу расположивих климатских и картографских података. Подкритеријум експозиција падина, тј. осунчаност, анализиран је са становишта погодности за раст и развоја биљних врста (фотосинтеза) као и са становишта модификације климе на мањем простору, као најприближнијег топоклиматског показатеља. У појединим дијеловима године експозиција у односу на рељефне баријере може бити важно обиљежје, јер модификује температуре ваздуха. У пољопривреди је важна због свог свјетлосног и термичког учинка. Већина пољопривредних култура захтијева већу инсолацију због чега их ваља лоцирати на присојним падинама. При одређивању инсолацијске погодности осојних падина, осим експозиције, у обзир треба узети и нагиб рељефа, који такође може утицати на количину примљене радијације. На осојним падинама мањег нагиба у љетним мјесецима инсолација ће трајати дуже него на осојним падинама већег нагиба.

Важно обиљежје атмосфере је вертикални термички градијент услед којег се температура ваздуха континуирано смањује са порастом надморске висине за 0,5°C на сваких 100 m, а у планинским подручјима за 0,6°C на сваких 100 m (Милосављевић, М., 1990). Температура ваздуха важан је климатски фактор при

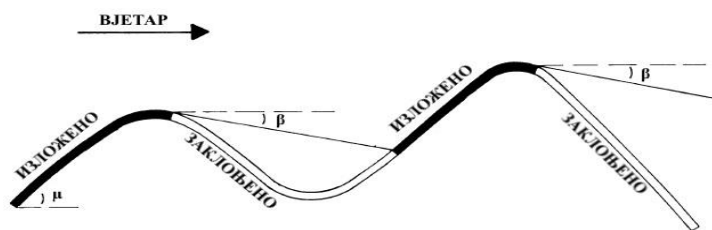
одређивању погодности за ратарску производњу, јер распон вриједности током (ефективног дијела) године може бити искључујући фактор. Због термичког градијента ратарска производња је ограничена на мање надморске висине, зависно од културе. За разлику од ратарских култура, травна вегетација знатно је отпорнија на температурне варијације те добро успијева и у топлим и у хладним условима. Међутим, ови подаци нису најпогоднији за разматрање погодности климатских карактеристика мањих просторних јединица у пољопривредне сврхе, јер се у ту сврху користе знатно прецизнија метеоролошка мјерења (дневна осматрања, максимуми и минимуми температура земљишта и ваздуха, падавина, температурне амплитуде и сл.).

За узгој биљака повољнија су увијек или само љети влажна подручја од оних са само влажним зимама, јер биљке требају више воде за вријеме раста, у вегетационом периоду. Дуготрајна, ситна и густа киша је најповољнија падавина, јер најбоље натапа земљиште при чему се смањује интензитет плувијалне ерозије која је чест случај у просторима са рјеђим, али интензивним падавинама. Дијелови простора са већим количинама падавина погоднији су за пашњаке него за ратарске културе. Најнепогоднија врста падавина уз интензивне пљускове је град који може у потпуности уништити културе. Снеж је у ратарству повољна падавина, јер долази изван вегетационог периода. Због добре термичке изолације коју пружа, снег смањује губитак топлоте са површине тла и на тај начин зими штити озиме културе од ниских температура, али онемогућује узгајање вишегодишњих биљака прилагођених на топлије температурне услове. Са друге стране, мраз представља ратарски неповољну појаву. У умјереним ширинама јавља се у рано прољеће и касну јесен и може оштетити осјетљиве усјеве и скратити вегетациони период (Bastian, O. et al., 2002).

Будући да се већина промјена у интензитету евапотранспирације догађа услед циркулације ваздуха, вјетрови представљају значајан фактор који треба укључити у систем вредновања при одређивању погодности атмосферских услова за пољопривредно коришћење. Планински простори по правилу су вјетровитији од околних нижих. Висина и смјер пружања планина утиче на атмосферска струјања. Високи рељефни облици утичу и на јачину вјетра и на вртложност струјања, односно на механичку турбуленцију. Струјање хладног ваздуха над топлим

подлогом повећава евапотранспирацију, јер се ваздух грије те му се повећава капацитет влажности. Уколико се већи планински системи или изоловане планине пружају окомито на смјер преовлађујућих (климатски повољних или неповољних) вјетрова, стварају се двије врсте падина: привјетринске, које су окренуте према вјетру и завјетринске које су заштићене од главног, „најнеугоднијег“ утицаја вјетра. Однос привјетрине и завјетрине због преципитацијских односа врло је значајан показатељ при одређивању погодности топоклиме за пољопривредно коришћење. Ратарске културе изразито су осјетљиве на доступност влаге, док травњаци могу успијевати у донекле ариднијим условима. Интензивна и дуготрајна евапорација негативна је и у погледу исушивања тла при чему земљиште задобија испуцали површински слој смањење отпорности на ерозију (Kirkpatrick, J., 2011). Са те стране анализиран је утицај вјетрова на проучаваном простору, сходно њиховој учесталости; а према радовима: Mikita, T., Klimánek, M., 2010; Љешевић, А.М., 1992.

Сви наведени параметри су директно или индиректно узети у обзир у поступку предвредновања. При изради карте вриједности средње годишње температуре ваздуха и просјечне годишње суме падавина, појасеви су изведени на основу хипсометријских одлика, према Трбић, Г., Бајић, Д., 2011 (Табела 37). При изради карте изложености доминантним вјетровима (топографска изложеност вјетру), коришћени су подаци са метеоролошких станица а просторне анализе су урађене помоћу софтвера ArcGIS. Хипсометријске одлике простора условиле су коришћење података о учесталости вјетрова измјерених на МС Соколац, која се налази на приближној надморској висини као и Пале.



Скица 19 Класификација терена према изложености одређеном правцу вјетра
(извор: Mikita, T., Klimánek, M., 2010)

Топографска изложеност вјетру представља релативну оријентацију посматране површине у односу на правац вјетра. Изложеност се може декларисати као угао између површине управне на правац вјетра и површине која представља рељеф (топографију) у посматраној ћелији грида. Као полазне основе за добијање

топографске изложености вјетру коришћену су нагиб и експозиција рељефа према: Mikita, T., Klimánek, M., 2010 (Скица 19).

Коефицијент изложености вјетру ($\cos \alpha$) рачуна се према сљедећој формули:

$$\cos \alpha = \cos \mu * \sin \beta + \sin \mu * \cos \beta * \cos(\delta - \gamma)$$

Гдје је :

μ – нагиб терена

β – хоризонтални угао правца вјетра

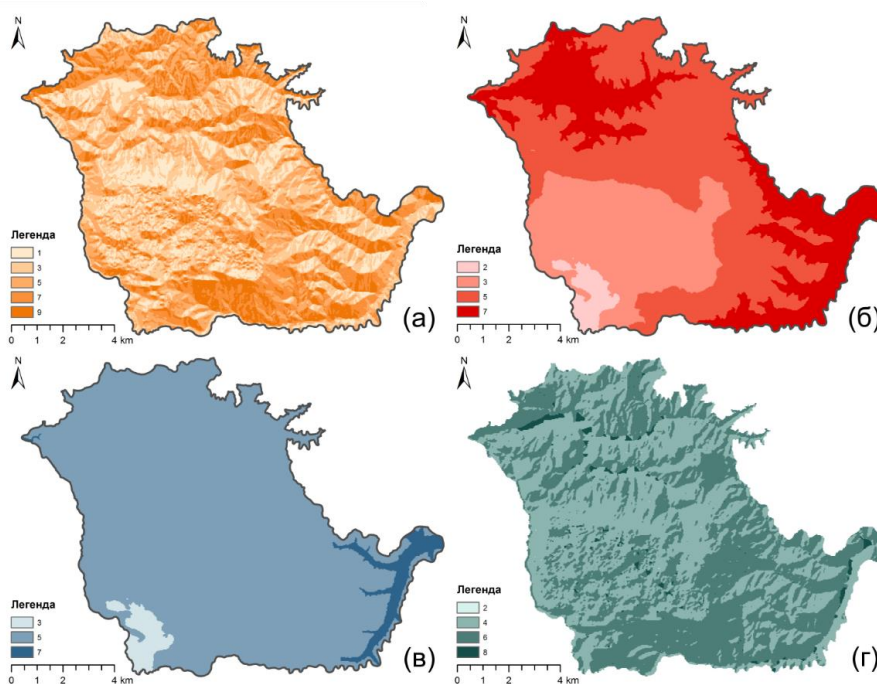
δ – правац (смјер или азимут) вјетра: N=0° (360°); E=90°; S=180°; W=270°

γ – експозиција терена

Већи износ коефицијента указује на већу изложеност терена вјетру. Уколико се β изједначи са 0 добија се изложеност хоризонталној компоненти вјетра. Приликом рачунања коефицијента изложености коришћени су подаци учесталости вјетрова мјерени на МС Соколац, те је у обзир узета изложеност само доминантним правцима вјетра N, NW и S.

Табела 39 Издвајање атрибута вјетрова на основу метода топографске изложености вјетру

Атрибути вјетрова	Бр. вјетр.	Опис
завјетрина	0	Површине нису изложене ни једном од три домин. пр. вјетра
дјелим. изложеност	1	Површине изложене једном од доминантних правца вјетрова
јака изложеност	2	Површине изложене утицају два од три домин. правца вјетра
привјетрина	3	Површине изложене утицају сва три домин. правца вјетра



Слика 30 Подкритеријумске карте климе за потребе пољопривреде: (а) експозиција – осунчаност; (б) температура ваздуха; (в) падавине; (г) вјетрови

Поступак евалуације настављен је израдом и нормализовањем матрице поређења, на основу које су израчунати тежински коефицијенти свих климатских подкритеријума (C1 – осунчаност; C2 – температура ваздуха; C3 – падавине и C4 – вјетрови).

Табела 40 Поређење парова подкритеријума климе по степену значаја

	C1	C2	C3	C4
C1	1	3	4	5
C2	1/3	1	1	5
C3	1/4	1	1	3
C4	1/5	1/5	1/3	1

Матрица 3 Матрица поређења подкритеријума климе и процес нормализовања матрице за потребе предвредновања у области пољопривреде

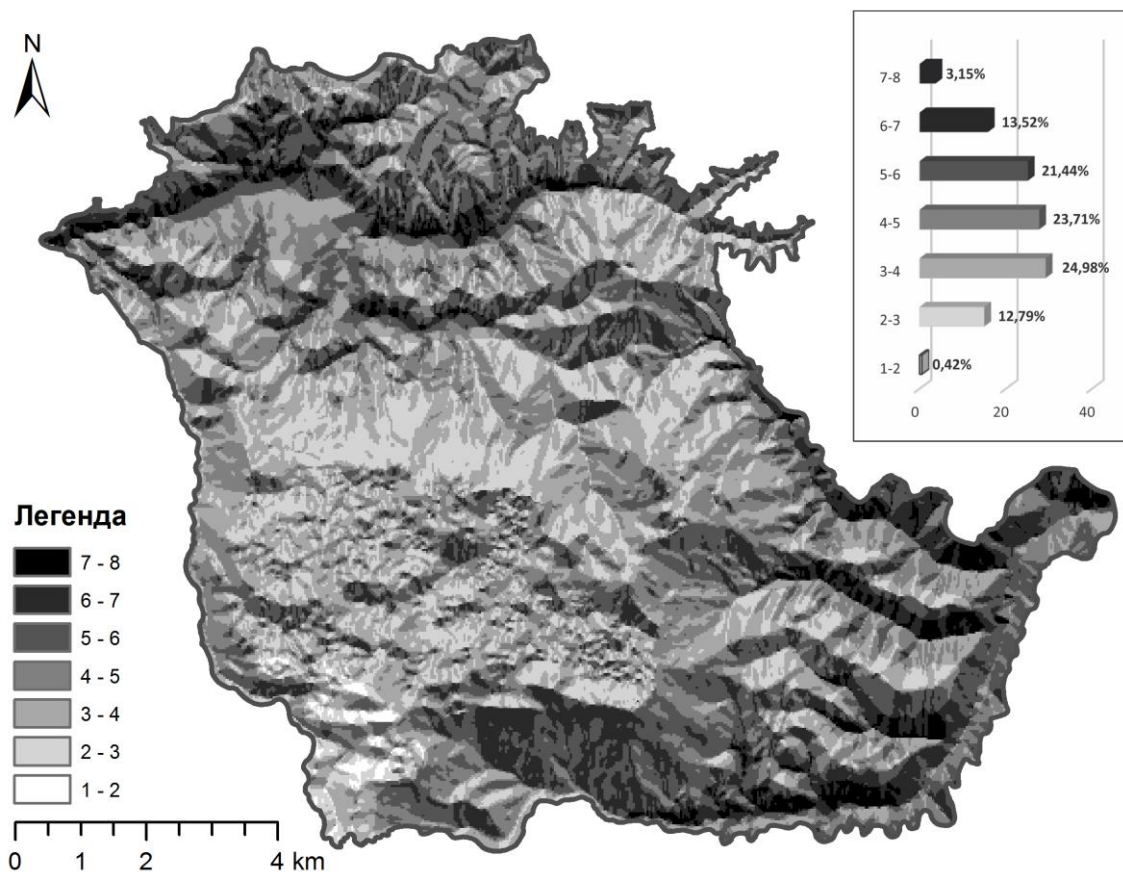
$$\begin{vmatrix} 1 & 3 & 4 & 5 \\ 0,33 & 1 & 1 & 5 \\ 0,25 & 1 & 1 & 3 \\ 0,20 & 0,20 & 0,33 & 1 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} 1 & 3 & 4 & 5 \\ 1,78 & 5,20 & 6,33 & 14 \\ 0,33 & 1 & 1 & 5 \\ 1,78 & 5,20 & 6,33 & 14 \\ 0,25 & 1 & 1 & 3 \\ 1,78 & 5,20 & 6,33 & 14 \\ 0,20 & 0,20 & 0,33 & 1 \\ 1,78 & 5,20 & 6,33 & 14 \end{vmatrix}$$

Матрица 4 Нормализована матрица и матрица тежинских коефицијената подкритеријума климе за потребе предвредновања у области пољопривреде

$$\begin{vmatrix} 0,5607 & 0,5769 & 0,6316 & 0,3571 \\ 0,1869 & 0,1923 & 0,1579 & 0,3571 \\ 0,1402 & 0,1923 & 0,1579 & 0,2143 \\ 0,1121 & 0,0385 & 0,0526 & 0,0714 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} 0,5316 \\ 0,2236 \\ 0,1762 \\ 0,0687 \end{vmatrix}$$

CR = 0,06

Тежински коефицијенти подкритеријума климе за потребе предвредновања у области пољопривреде задобили су следеће вриједности: осунчаност (експозиција) $w_1 = 0,5316$; температура $w_2 = 0,2236$; падавине $w_3 = 0,1762$ и вјетрови $w_4 = 0,0687$. Овакав однос указује да на пољопривредно коришћење простора доминантан утицај има осунчаност, док је утицај вјетрова знатно мање важности. Вриједност степена конзистентности матрице CR је 0,06; па су процјене релативних тежинских коефицијената постојане, тј. одрживе. Критеријумска карта погодности климе за пољопривредну производњу изведена је помоћу сумирања растера и добијених тежинских коефицијената.



Карта 26 Критеријумска карта погодности климе за пољопривредну производњу са процентуалним учешћем распона свих вреднованих категорија

Анализом критеријумске карте, установљено је да клима проучаваног простора пружа релативно повољне могућности за развој пољопривреде. Поступком отежавања мапа добијене су оцјене које се крећу се у распону од 1,534 до 7,624. Даљом анализом односа добијених дијапозона оцјена утврђено је да простор са распонем оцјена од 3–4 и 4–5 заузима приближно једнаке али и највеће површине на истраживаном простору (24,98% и 23,71%). Са најмањим удјелом заступљене су површине које су задобиле најниже оцјене 1–2 (0,42%), а елиминаторне површине нису регистроване. Ова критеријумска карта коришћена је у даљем поступку евалуације природних потенцијала Равне планине и Паљанске котлине са становишта могућности пољопривредног коришћења простора.

Хидролошке карактеристике анализирани су на основу површинских и подземних компоненти хидролошког система, те хидрогеолошких услова. Вода има посебно значење за човјека. Она директно утиче на продукцију биомасе, те у вези са тим постоје биљне и пољопривредне културе које имају већу или мању потребу за водом. Водна тијела имају функције: одводњавања, ретенције,

транспорта и таложења материје али и енергије, смањења климатских варијација, а такође и естетску, етичку, социјалну (едукацијску, рекреацијску, пољопривредну и др.) и економску функцију (Bastian, O. et al., 2002). За пољопривредне културе вода се обезбијеђује на основу из извора и подземних резерви. Узимајући у обзир велику полифункционалну вриједност и ограничен потенцијал обновљивости, водом треба управљати на одржив и обзиран начин. У одређивању физичкогеографске погодности за коришћење, различити облици коришћења захтијевају вредновање различитих обиљежја водотока. У руралним крајевима вода се користи за водоснабјевање насеља и пољопривредних површина. За пољопривредно коришћење захтјеви квалитета воде су мањи.

Водна својства подлоге, у које спадају дубина до подземних вода и пропустљивост подлоге, чине значајне подкритеријуме када је ријеч о могућностима за пољопривредну производњу. Терени гдје је присуство већих нагиба изражено имају неповољна водна својства јер се због нагиба ствара танак земљишни слој, вода се кратко задржава у њему и исушивање је често повећано. Са друге стране, подлоге које имају плитку издан, због глиновитих супстанци слабо су водопропустљиве, па се и ти терени у хидролошком смислу могу означити као мање погодни.

Табела 41 Бодовање атрибута хидролошких подкритеријума за потребе предвредновања у области пољопривреде

Густина водотока (km/km ²)	Бод.	Дубина до подз. в. (m)	Бод.	Честина изв. и бун. (ком/km ²)	Бод.	Водопропустљ. (порозност подлоге)	Бод.
< 0,1	2	0-1,5	3	0	1	непропус.	1
0,1-0,5	4	1,5-4,5	9	1-5	2	слабо пропуст.	3
0,5-1	6	4,5-9	7	6-10	3	средње порозна	8
1-2	8	9-15	5	11-20	5	порозна	4
2-3	6	15-22	3	21-50	7	веома порозна	1
3-4	4	> 30	1	51-100	9		
4-5	3						
> 5	1						

Извори: Љешевић, А.М., 1992; Живановић, В., Драгишић, В., Атанацковић, Н., 2012

Приликом бонитације хидролошких подкритеријума, издвајање атрибута и њихово вредновање проведени су на основу сличних примјера из релевантне литературе. Анализом су обухваћена четири подкритеријума: густина водотока, дубина до подземних вода, честина извора и бунара и водопропустљивост, тј. порозност подлоге. Густина свих водотока одређена је раније на основу ГИС-а, међутим у анализу густине водотока која је коришћена у процесу евалуације,

укључени су само стални водотоци. Ово је урађено из разлога веће тачности и једноставније provedбе евалуације, јер је препорука да се стални и повремени водотоци различито вреднују (повремени водотоци се вреднују 1/3 вриједности сталних) (Љешевић, А.М., 1992). На основу анализе густине сталних водотока, добијени су подаци који се дјелимично разликују у односу на анализу свих водотока, јер се у овом случају не појављују густине водотока веће од 5 km/km².

Дубина подземних вода одређена је помоћу хидрогеолошких карактеристика терена и близине хидрографских објеката – извора, сталних водотока и сл. На основу карте водних објеката претходно је урађена карта која показује колико је одређена тачка на терену удаљена од неког извора или сталног водотока. Што је тачка ближе водној појави, већа је вјероватноћа да је ниво подземних вода ближи површини и обратно (Живановић, В., Драгишић, В., Атанацковић, Н., 2012). Корелацијом ове карте са хидрогеолошком картом, према прорачунској схеми приказаној у табели (Табела 42), тј. преклапањем ових карата (лејера) добијена је карта која показује процјену дубина до нивоа подземних вода на проучаваном простору (Живановић, В., Драгишић, В., Атанацковић, Н., 2012).

Табела 42 Прорачунска схема за процјену дубине до нивоа подземних вода

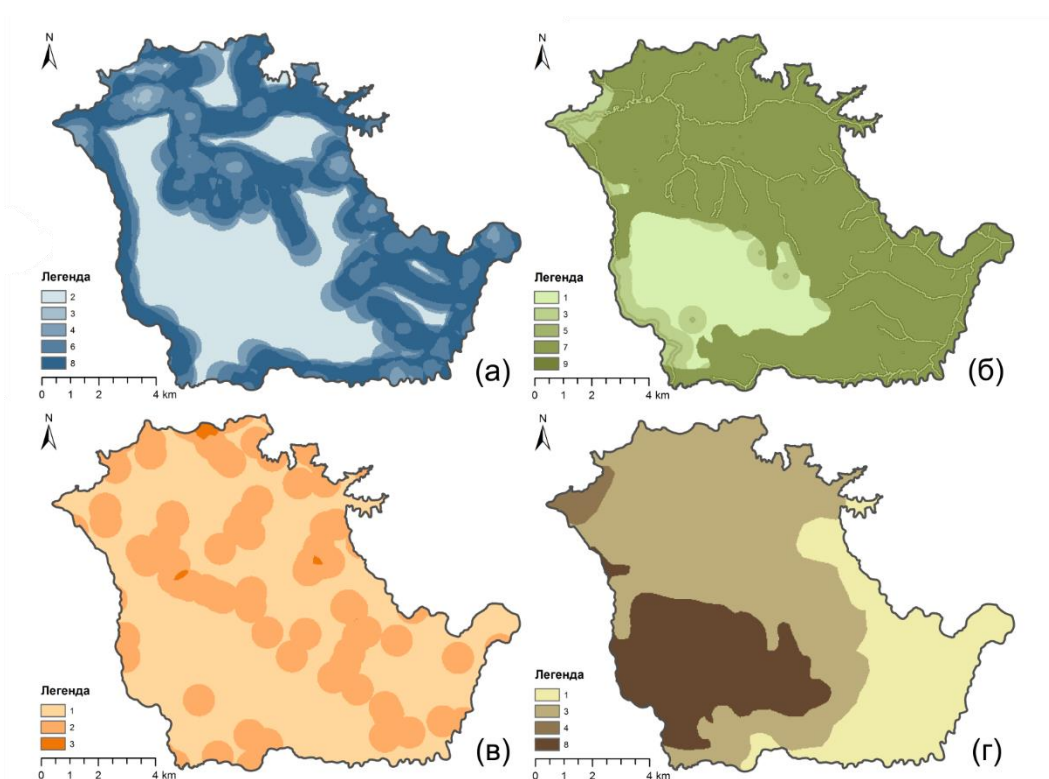
Тип издани	Удаљеност од извора или ријеке (водотока) (m)	Дубина до нивоа подземних вода (m)
Збијени	0 – 20	0,0 – 1,5
	> 20	1,5 – 4,5
Карстни	0 – 20	0,0 – 1,5
	20 – 100	9,0 – 15,0
	100 – 500	15,0 – 22,0
	> 500	> 30
Пукотински и условно безводни дијелови терена	0 – 20	0,0 – 1,5
	20 – 50	1,5 – 4,5
	> 50	4,5 – 9,0

Извор: Живановић, В., 2011

Честина извора и бунара може да обезбиди потребну воду уколико одсуствују површински токови и сл., што је у љетном периоду године чест случај на карстним просторима. Истраживања су показала да је оптималан број један извор или бунар на сваких пола хектара (Љешевић, А.М., 1992). Већи број од овог смањује ефикасност и заузима простор смањујући могућност манипулације механизацијом, а мањи број поскупљује процес наводњавања. Учесталост појављивања извора одређена је такође помоћу ГИС-а, чиме је установљено да на проучаваном простору

постоје само прве три категорије. При одређењу порозности подлоге коришћени су подаци хидрогеолошке карте Босне и Херцеговине 1:500.000. На проучаваном терену нису регистроване подлоге веома велике порозности (оцијењене оцјеном 1), док остали типови подлога јесу.

Добијени параметри увршћени су у табели (Табела 41), а потом вредновани методом бонитације (Љешевић, А.М., 1992). Поступком предвредновања хидролошких одлика проучаваног простора и поступком рекласификације постојећих карата добијене су подкритеријумске карте које су даље коришћене у процесу евалуације АХП методом (Слика 31).



Слика 31 Подкритеријумске карте хидролошких одлика за потребе пољопривреде: (а) густина водотока; (б) дубина до подземних вода; (в) честина извора и бунара; (г) водопропусност подлоге

Матрица поређења послужила је за израчунавање тежинских коефицијената свих хидролошких подкритеријума.

Табела 43 Поређење парова хидролошких подкритеријума по степену значаја

	C1	C2	C3	C4
C1	1	4	3	2
C2	1/4	1	1/2	1/2
C3	1/3	2	1	2
C4	1/2	2	1/2	1

Матрица 5 Матрица поређења хидролошких подкритеријума и процес нормализовања матрице за потребе предвредновања у области пољопривреде

$$\begin{vmatrix} 1 & 4 & 3 & 2 \\ 0,25 & 1 & 0,50 & 0,50 \\ 0,33 & 2 & 1 & 2 \\ 0,50 & 2 & 0,50 & 1 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} 1 & 4 & 3 & 2 \\ 2,08 & 9 & 5 & 5,50 \\ 0,25 & 1 & 0,50 & 0,50 \\ 2,08 & 9 & 5 & 5,50 \\ 0,33 & 2 & 1 & 2 \\ 2,08 & 9 & 5 & 5,50 \\ 0,50 & 2 & 0,50 & 1 \\ 2,08 & 9 & 5 & 5,50 \end{vmatrix}$$

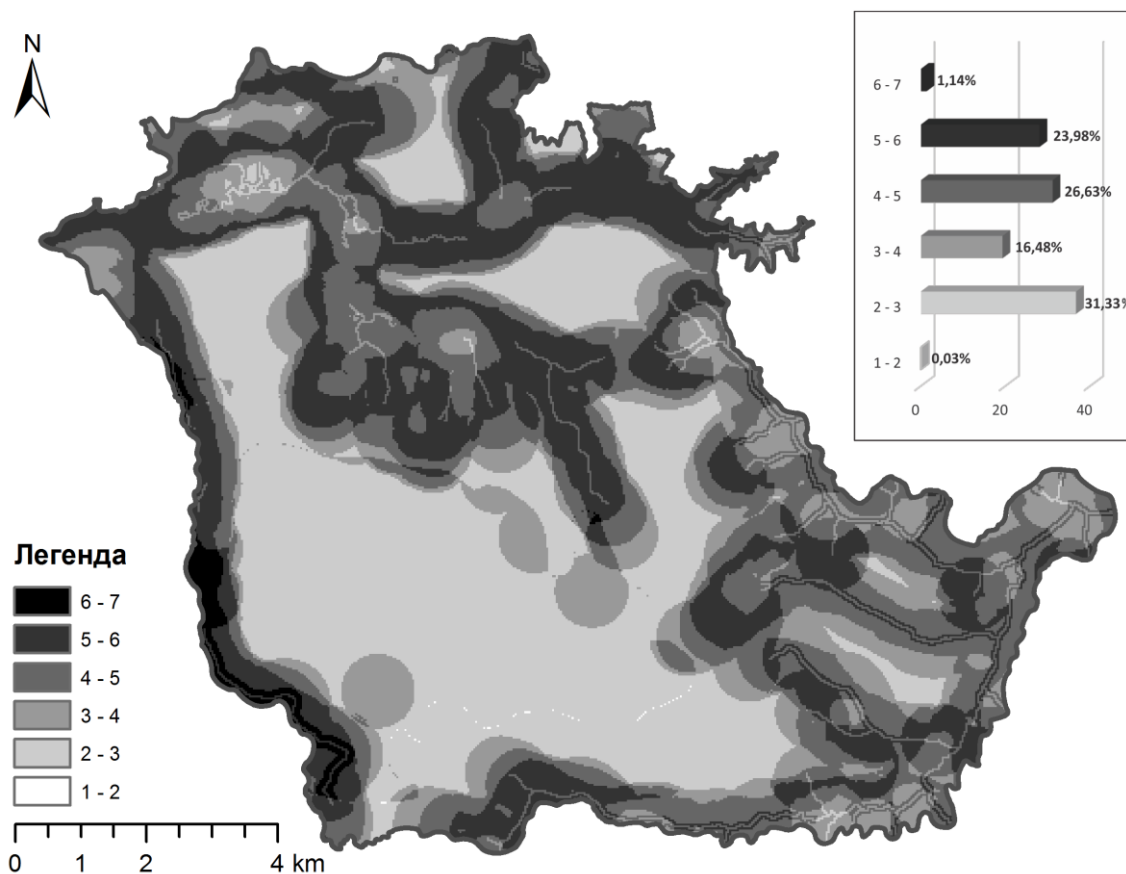
Матрица 6 Нормализована матрица и матрица тежинских коефицијената хидролошких подкритеријума за потребе предвредновања у области пољопривреде

$$\begin{vmatrix} 0,4800 & 0,4444 & 0,6000 & 0,3636 \\ 0,1200 & 0,1111 & 0,1000 & 0,0909 \\ 0,1600 & 0,2222 & 0,2000 & 0,3636 \\ 0,2400 & 0,2222 & 0,1000 & 0,1818 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} 0,4720 \\ 0,1055 \\ 0,2365 \\ 0,1860 \end{vmatrix}$$

CR = 0,04

Хидролошки подкритеријуми задобили су сљедеће вриједности својих тежинских коефицијената: густина водотока $w_1 = 0,4720$; дубина до подземних вода $w_2 = 0,1055$; честина извора и бунара $w_3 = 0,2365$ и водопропусност подлоге $w_4 = 0,1860$. Од анализираних параметара у тежинском погледу посматрано на могућности пољопривредног коришћења простора највише утицаја има густина водотока. CR је 0,04; што указује да је процјена релативних тежинских коефицијената конзистентна. Критеријумска карта погодности хидролошких карактеристика за пољопривредну производњу изведена је као и у претходним случајевима.

Подаци критеријумске карте хидролошких карактеристика указују да распоред и одлике површинских и подземних вода проучаваног простора, на већем дијелу територије не дају најповољније услове за развој пољопривреде. Оцјене добијене отежавањем мапа крећу се у опсегу од 1,844 до 6,686. У погледу анализе односа појединих дијапазона оцјена добијене су сљедеће вриједности: оцјене у распону од 2 до 3 захватају највеће површине на истраживаном простору (31,33%), а потом слиједи оцјене у распону од 4 до 5 са 26,63% и од 5 до 6 са непуних 24%. Са најмањим удјелом (0,03%) заступљене су површине које су уједно добиле најниже оцјене (од 1 до 2).



Карта 27 Критеријумска карта погодности хидролошких карактеристика за пољопривредну производњу са процентуалним учешћем распона свих вреднованих категорија

Педолошки покривач настаје као посљедица литолошких, морфолошких, топоклиматских, водних и вегетацијских фактора и представља важан физичкогеографски услов за развој и размјештај пољопривреде. Обиљежја педолошког покривача су од кључног значаја у планирању пољопривредног и других типова коришћења простора јер, у случају када се ускладе сви други повољни фактори за пољопривредну производњу, без земљишта она је немогућа. Иако процес педогенезе траје непрекидно, ради се о релативно дуготрајном процесу па се губитак земљишта не може надомјестити. Продуктивност земљишта у великој мјери зависи од органоминералног састава којег чине минерали и хумус. Недостатак минерала у земљишту настоји се надокнадити ђубрењем, док брзина стварања хумуса и његова количина зависе од климатских услова, влажности и хемијских услова земљишта (pH) који углавном потичу од минералног супстрата и облика коришћења земљишта, од чега зависи количина вегетацијског покривача и акумулација мртве органске материје на земљишту (Bastian, O. et al., 2002).

Земљишта на проучаваном простору претежно су развијена на карбонатној и силикатној геолошкој подлози. На формирање и разноврсност земљишта утицала је клима, вегетација и фактори деградације. Као особена и ријетка земљишта издвајају се: смеђа подзоласта земљишта, подзоли, мочварноглејна, тресети и кисели ранкери на силикатним стијенама. При одређивању погодности земљишта у обзир се узима више фактора као што су: тип земљишта, дубина, садржај хумуса, температура, влажност и реакција земљишта, као и подложност ерозији. Од наведених, у раду су за евалуацију издвојени елементи са којима се располагало. Бонитетне класе земљишта представљају употребну вриједност истих и у основи садрже већи број побројаних фактора.

Табела 44 Бодовање атрибута педолошких подкритеријума за потребе предвредновања у области пољопривреде

Типови земљишта	Бод.	Бонитетне класе земља.	Бод.	
неразвијена	литосол	елим.	трећа	7
	сирозем	1	четврта	5
хумусно-акумулативна	рендзина	6	пета	4
	ранкер	6	шеста	3
камбична	карбонатна смеђа з.	8	седма	2
	силикатна смеђа з.	7	осма	1
хидроморфна	алувиј.-делувијална з.	9		

Извор: Љешевић, А. М., 1992

Бонитетне класе земљишта на проучаваном простору издвојене су на основу постојеће подјеле бонитетних класа (Бурлица, Ч., Мијатовић, Д., 1982; Црногорац, М., Јакшић, В., 1981; Петронић, С. и др., 2009). Према тим подацима, евидентно је да на проучаваном простору не постоје земљишта прве и друге бонитетне класе, те су у поступку предвредновања педолошких подкритеријума бодови додијељени само постојећим бонитетним класама земљишта. Као најпогоднија земљишта издвојена су алувијално-делувијална земљишта, која припадају трећој класи. Одликују се дубином и повољним физичко-хемијском особинама, али често су подложна неповољном утицају подземних вода. Четвртој и петој класи припадају смеђа земљишта на различитим силикатним стијенама. То су дубока земљишта са извјесном заступљености скелета у грађи, при чему земљишта пете бонитетне класе имају значајнија ограничења и непогодна су за ратарску производњу, а погодна за раст шума, ливада и пашњака. У шесту бонитетну класу улази већи број земљишта, различитих по особинама али сличних производних могућности. Предодређена су за шумско растиње и пашњаке. У седму бонитетну класу сврстана су земљишта

повећане скелетности и мале дубине, као и земљишта сиромашна храњивим материјама. Шуме и пашњаци су рјеђе заступљени на овим земљиштима. Осма бонитетна класа обухвата земљишта са највећим ограничењима за пољопривредно коришћење, због изузетно неповољних физичких, али и хемијских особина.

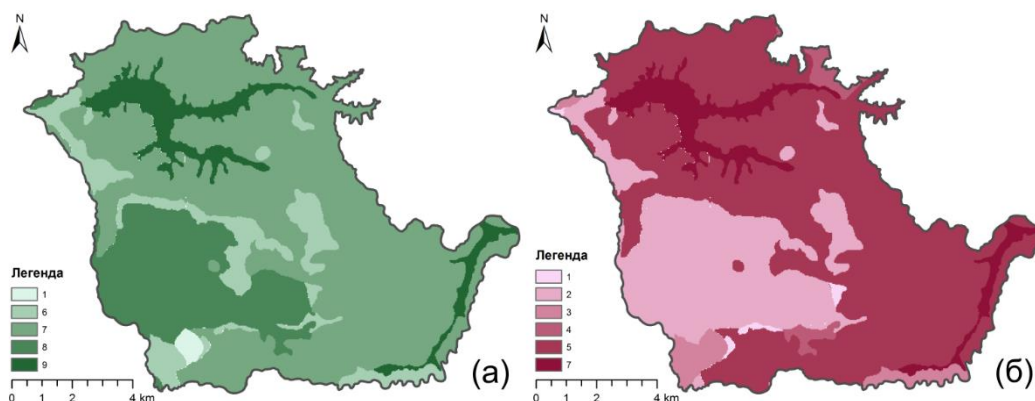
Табела 45 Бонитетне класе и вриједности земљишта на проучаваном простору

Тип земљишта	Педосистематска јединица	Бонитетна класа
Слабо развијана земљишта	литосол	VIII
	сироземи и рендзине на једрим кречњацима	VIII
Хумусно-акумулативна земљишта	рендзине на једрим кречњацима	VII
	рендзине и смеђа земљишта на једрим кречњацима	VII
	рендзине, смеђа земљишта и смеђа деградирана земљишта на једрим кречњацима	VII
	рендзине и смеђа земљишта на једрим кречњацима са киселим смеђим земљ. на пјешчарима и глинцима	VI
	рендзине и смеђа земљишта на једрим кречњацима и доломитима и делувијална тла вртача	VI
	ранкери и смеђа кисела земљишта на пјешчарима и шкриљцима	VI
	ранкери и смеђа кисела земљишта на пјешчарима и глинцима	VI
	Камбична земљишта	смеђа врло плитка и плитка земљишта на једрим кречњацима
смеђа претежно плитка и средње дубока земљишта на једрим кречњацима		VII
смеђа земљишта на једрим кречњацима и смеђа кисела земљишта на пјешчарима и глинцима		V
смеђа кисела тла на пјешчарима		IV
смеђа кисела земљишта на пјешчарима и глинцима		IV
смеђа кисела земљишта на пјешчарима и глинцима и позолно-псеудоглејна оброчна земљишта		V
смеђа кисела земљишта на пјешчарима и шкриљцима		IV
Хидроморфна земљишта	алувијално-делувијална земљишта	III
Антропогене творевине	ризосоли – земљишта ски-стаза и објеката	елим.

Извори: Бурлица, Ч., Мијатовић, Д., 1982; Црногорац, М., Јакшић, В., 1981

Поступком предвредновања и рекласификације педолошких подкритеријума, добијене бонитацијске вриједности приказане су картографски (Слика 32). Ове карте, заједно са накнадно добијеним тежинским факторима, коришћене су у поступку вредновања карактеристика земљишта АХП методом.

Поређењем парова педолошких подкритеријума и рачунањем матрице поређења и њеним нормализовањем, добијени су тежински коефицијенти за оба педолошка подкритеријума. Ознакама С1 обиљежен је подкритеријум типови земљишта, а ознака С2 се односи на други подкритеријум – бонитетне класе земљишта.



Слика 32 Подкритеријумске карте педолошких одлика за потребе пољопривреде: (а) типови земљишта; (б) бонитетне класе земљишта

Табела 46 Поређење парова педолошких подкритеријума по степену значаја

	C1	C2
C1	1	1/3
C2	3	1

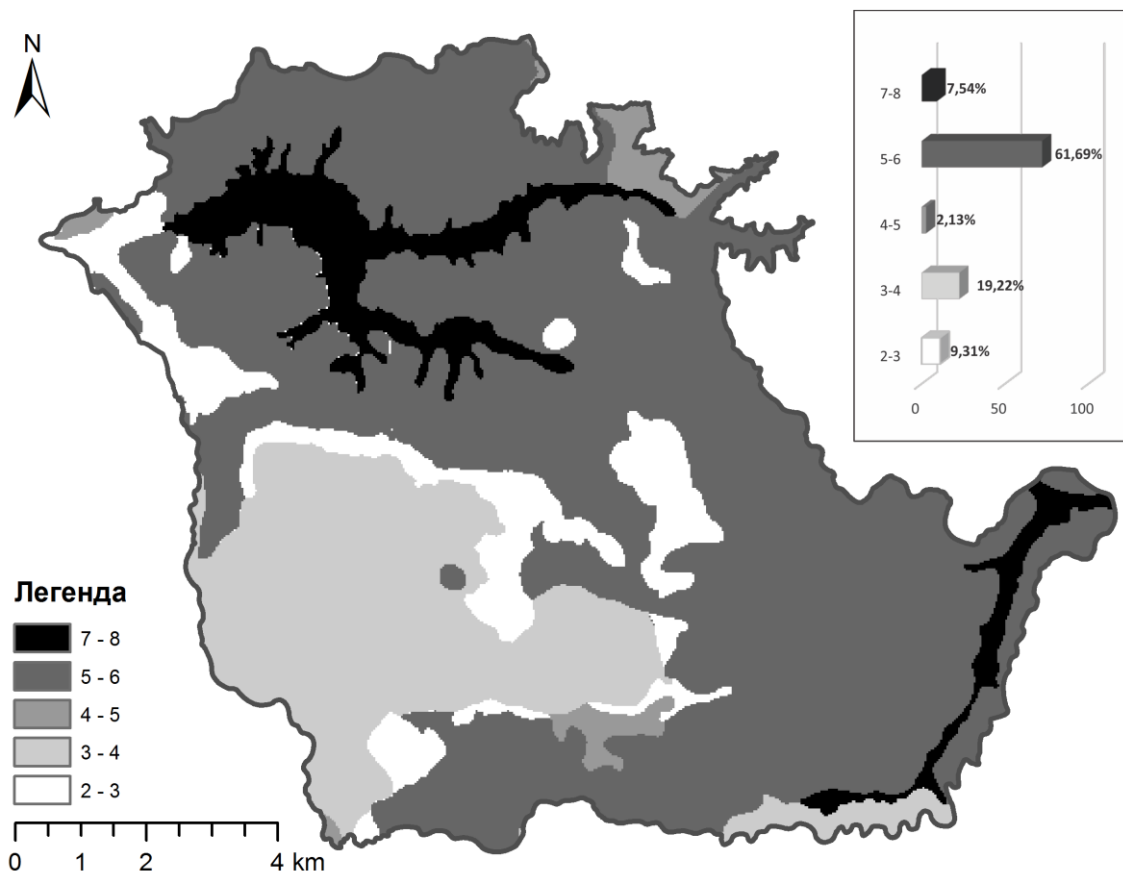
Матрица 7 Матрица поређења педолошких подкритеријума и процес нормализовања матрице за потребе предвредновања у области пољопривреде

$$\begin{vmatrix} 1 & 0,33 \\ 3 & 1 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} 1 & 0,33 \\ 4 & 1,33 \\ 3 & 1 \\ 4 & 1,33 \end{vmatrix}$$

Матрица 8 Нормализована матрица и матрица тежинских коефицијената педолошких подкритеријума за потребе предвредновања у области пољопривреде

$$\begin{vmatrix} 0,2500 & 0,2498 \\ 0,7500 & 0,7501 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} 0,2499 \\ 0,7501 \end{vmatrix}$$

С обзиром да је број подкритеријума у овом случају мали није вршено рачунање CR-а. На основу матрица добијене су релативне тежине подкритеријума земљишта за потребе предвредновања у области пољопривреде. Доминантна улога међу два тежинска коефицијента (тип земљишта $w_1 = 0,2499$ и бонитетне класе земљишта $w_2 = 0,7510$) припала је бонитетним класама земљишта, које у најпрецизнијем обиму указују на употребну вриједност земљишта. Сумирањем растера и добијених тежинских коефицијената добијена је критеријумска карта погодности земљишта за пољопривредну производњу.



Карта 28 Критеријумска карта погодности педолошких одлика за пољопривредну производњу са процентуалним учешћем распона свих вреднованих категорија

Земљишта су услов пољопривредне производње. Квалитет и квантитет земљишта указује на смисао евалуације едафског фактора биљне, а посредно и сточне производње. Земљишта проучаваног простора посједују релативно задовољавајуће карактеристике за развој пољопривреде. Овај закључак изведен је на основу анализе критеријумске Карта 28 и процентуалног односа учешћа добијених дијапозона категорија. Просторне цјелине са распонем оцјена од 5 до 6 заузимају највеће површине (61,69%), док су са најмањим удјелом заступљене оне које су добиле оцјене у распону од 4 до 5 (2,13%). Нису регистроване зоне оцијењене вриједношћу од 6 до 7.

Биогеографска анализа урађена је заједно са анализом намјене и коришћења површина. У поступку анализе коришћени су подаци CORINE Land Cover 2006. Аутохтони биљни покривач на проучаваном простору у највећем проценту чине шуме и пашњаци. Шуме као дио природне вегетације су вишеструко значајне за пољопривреду и у ширем смислу су предмет проучавања аграрне географије. Међутим, током развоја пољопривреде, шуме су обично биле њена супротност јер

су обрадиве површине у највећем проценту добијане сјечом и паљењем шуме, тј. разаравањем аутохтоног травног покривача (Степић, М., Јаћимовић, Б., 2006). Ови поступци су довели до поремећаја природне равнотеже и проблема који су се јавили у вези са тим (ерозија, акумулација, загађење, смањена могућност самопречишћавања и сл.). Због потреба пољопривреде врши се вјештачко пошумљавање, формирање заштитних шумских појасева ради регулисања влаге и успоравања вјетрова. Са друге стране, простране травне области имају велику улогу у сточарству. Евалуација намјене површина урађена је помоћу карте добијене на основу пројекта CORINE Land Cover 2006, која је допуњена појединим категоријама намјене и коришћења простора важним у процесу евалуације. Највећи дио овог простора налази се у склопу Заштићеног пејзажа „Јаворина“, чије су зоне посебно обиљежене на карти.⁵⁴

Деструкција и деградација земљишта заступљена је на проучаваном простору у близини насеља, саобраћајница, услед интензивне сјече шума уз појаву ерозије и клизишта, депоније отпада и др. Облици деградације и деструкције земљишта, проузроковани ратним сукобом, још увијек су присутни на готово цијелој територији Републике Српске – од контаминације, преко деградације у ужем смислу – до потпуне деструкције, а нарочито изражен проблем представљају минирани површине. На проучаваном простору регистрована су два минирани подручја која се налазе у оквиру граница локација Голубињак и Врело Миљацке са Градином, тј. на простору Равне планине. У послеријатном периоду проведено је деминирање на наведеним подручјима али још увијек постоји опасност од мина, што се негативно одражава на коришћење земљишта па су и ове зоне посебно обиљежене на карти намјене површина на проучаваном простору. У овом случају поступак предвредновања урађен је на основу једног подкритеријума, односно критеријума са већим бројем атрибута, па су резултати добијени овом методом уједно критеријумски. Евалуација АХП методом, која у матрицу поређења укључује минимално два подкритеријума у овом случају није била изведива, пошто је издвојен само један подкритеријум, тј. критеријум. Поступком предвредновања

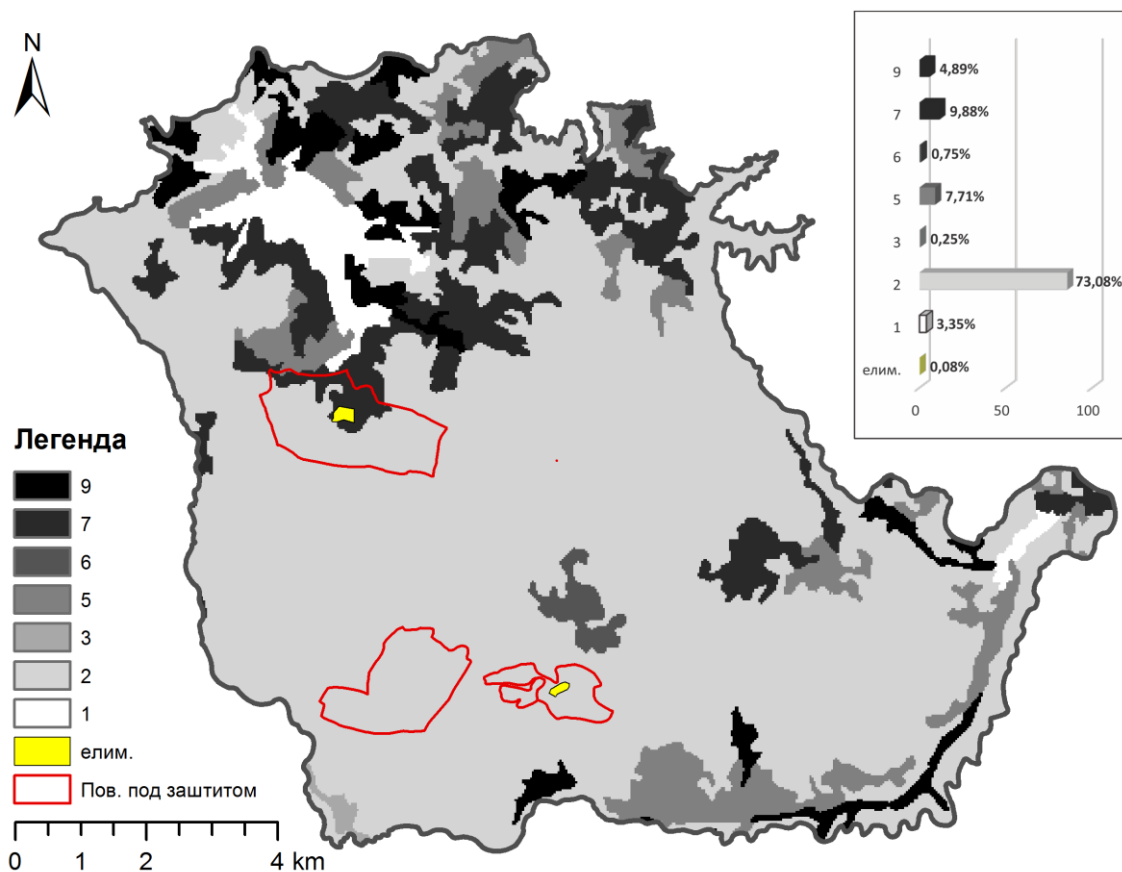
⁵⁴ У поступку евалуације издвојене су локације са специфичним режимима заштите: I категорија Голубињак и Дуго поље, II категорија: Велики Јавор, Врело Миљацке са Градином и Омладинска пећина, а површине категорисане под III режим заштите нису узете у разматрање.

овог критеријума, добијена је критеријумска карта која је накнадно коришћена у процесу евалуације природних потенцијала за потребе пољопривреде (Карта 29).

Табела 47 Бодовање критеријума екосистема и намјене површина за потребе предвредновања у области пољопривреде

Намјена површина	Бод.
Неконтинуиране урбане површине	1
Спортско рекреационе површине	3
Пашњаци	5
Комплексни узорци култивисаних површина	9
Претежно аграрне површине са значајним удјелом прир. вег.	7
Листопадна шума	2
Четинарска шума	2
Мјешовита шума	2
Природни травњаци	6
Миниране површине	елим.

Извори: CORINE Land Cover 2006; ВН-МАС 2012; Петронић, С. и др., 2009



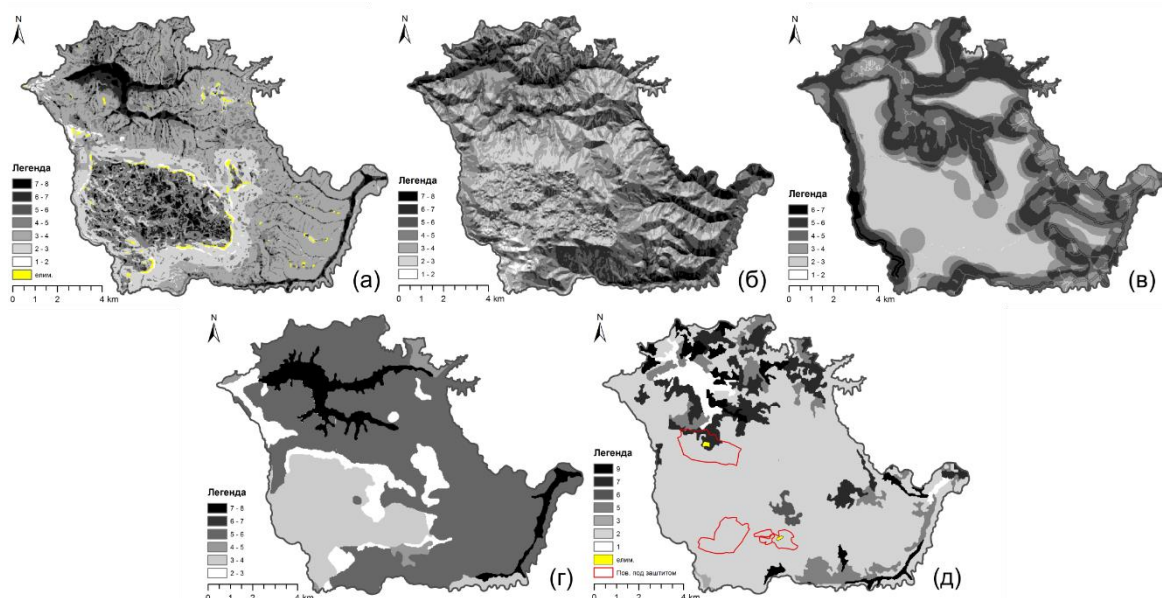
Карта 29 Критеријумска карта погодности биогеографских одлика и намјене површина за пољопривредну производњу са процентуалним учешћем вреднованих категорија

Рекласификацијом постојећих карата добијена је критеријумска карта, на основу које је установљено да највећи број површина (73%) прекривају шуме и шумски екосистеми који су у погледу развоја пољопривреде вредновани ниском

оцјеном 2. Са друге стране у знатно мањем омјеру, са око 15%, заступљени су простори који у пољопривредном погледу пружају најбоље предиспозиције за коришћење а који су оцијењени оцјенама 7 и 9. Постоји извјестан проценат елиминаторних површина које су изузете из разматрања због чињенице да се ради о минираним подручјима. Црвеном бојом означене су површине под заштитом које су највећим дијелом лоциране на простору шумских екосистема.

6.2.1.1.1 Генерална евалуација природних потенцијала за потребе пољопривреде

На основу резултата претходне евалуације природних потенцијала проучаваног простора, за потребе пољопривреде, урађена је генерална евалуација. Резултати добијени у овој етапи користиће се на крају рада, у синтези резултата и презентацији намјене простора, као и у поступку детерминације рангова приоритета. Претходним поступком предвредновања и рекласификације физичкогеографских критеријума добијене су критеријумске карте које су послужиле у поступку евалуације за потребе пољопривреде. Ове карте, заједно са накнадно изведеним тежинским коефицијентима, коришћене су у поступку генералне евалуације природних карактеристика.



Слика 33 Критеријумске карте природних потенцијала за потребе пољопривреде: (а) рељеф; (б) клима; (в) воде; (г) педолошки услови и (д) биогеографске одлике и намјена површина

Методом аналитичког хијерархијског процеса извршено је поређење парова критеријума, тј. природних потенцијала који су укључени у евалуацију за могућности развоја пољопривреде на проучаваном простору. Ознакама С1, С2, С3, С4 и С5 обиљежени су критеријуми према редосљеду provedбе евалуације (С1 – рељеф; С2 – климатски параметри; С3 – хидролошке одлике; С4 – педолошке одлике и С5 – биогеографске одлике и намјена површина). Добијени резултати приказани су у наставку рада.

Табела 48 Поређење парова критеријума пољопривреде по степену значаја

критеријуми	С1	С2	С3	С4	С5
С1	1	1	3	1/3	3
С2	1	1	2	1/2	3
С3	1/3	1/2	1	1/3	2
С4	3	2	3	1	5
С5	1/3	1/3	1/2	1/5	1

Матрица 9 Матрица поређења критеријума и процес нормализовања матрице за потребе вредновања у области пољопривреде

$$\begin{array}{c}
 \left| \begin{array}{ccccc}
 1 & 1 & 3 & 0,33 & 3 \\
 1 & 1 & 2 & 0,50 & 3 \\
 0,33 & 0,5 & 1 & 0,33 & 2 \\
 3 & 2 & 3 & 1 & 5 \\
 0,33 & 0,33 & 0,50 & 0,20 & 1
 \end{array} \right| \Rightarrow \begin{array}{c}
 \left| \begin{array}{ccccc}
 1 & 1 & 3 & 0,33 & 3 \\
 5,66 & 4,83 & 9,5 & 2,36 & 14 \\
 1 & 1 & 2 & 0,50 & 3 \\
 5,66 & 4,83 & 9,5 & 2,36 & 14 \\
 0,33 & 0,5 & 1 & 0,33 & 2 \\
 5,66 & 4,83 & 9,5 & 2,36 & 14 \\
 3 & 2 & 3 & 1 & 5 \\
 5,66 & 4,83 & 9,5 & 2,36 & 14 \\
 0,33 & 0,33 & 0,50 & 0,20 & 1 \\
 5,66 & 4,83 & 9,5 & 2,36 & 14
 \end{array} \right|
 \end{array}$$

Матрица 10 Нормализована матрица и матрица тежинских коефицијената критеријума за потребе вредновања у области пољопривреде

$$\left| \begin{array}{ccccc}
 0,1765 & 0,2069 & 0,3158 & 0,1408 & 0,2143 \\
 0,1765 & 0,2069 & 0,2105 & 0,2113 & 0,2143 \\
 0,0588 & 0,1034 & 0,1053 & 0,1408 & 0,1429 \\
 0,5294 & 0,4138 & 0,3158 & 0,4225 & 0,3571 \\
 0,0588 & 0,0690 & 0,0526 & 0,0845 & 0,0714
 \end{array} \right| \Rightarrow \left| \begin{array}{c}
 0,2109 \\
 0,2039 \\
 0,1102 \\
 0,4077 \\
 0,0673
 \end{array} \right|$$

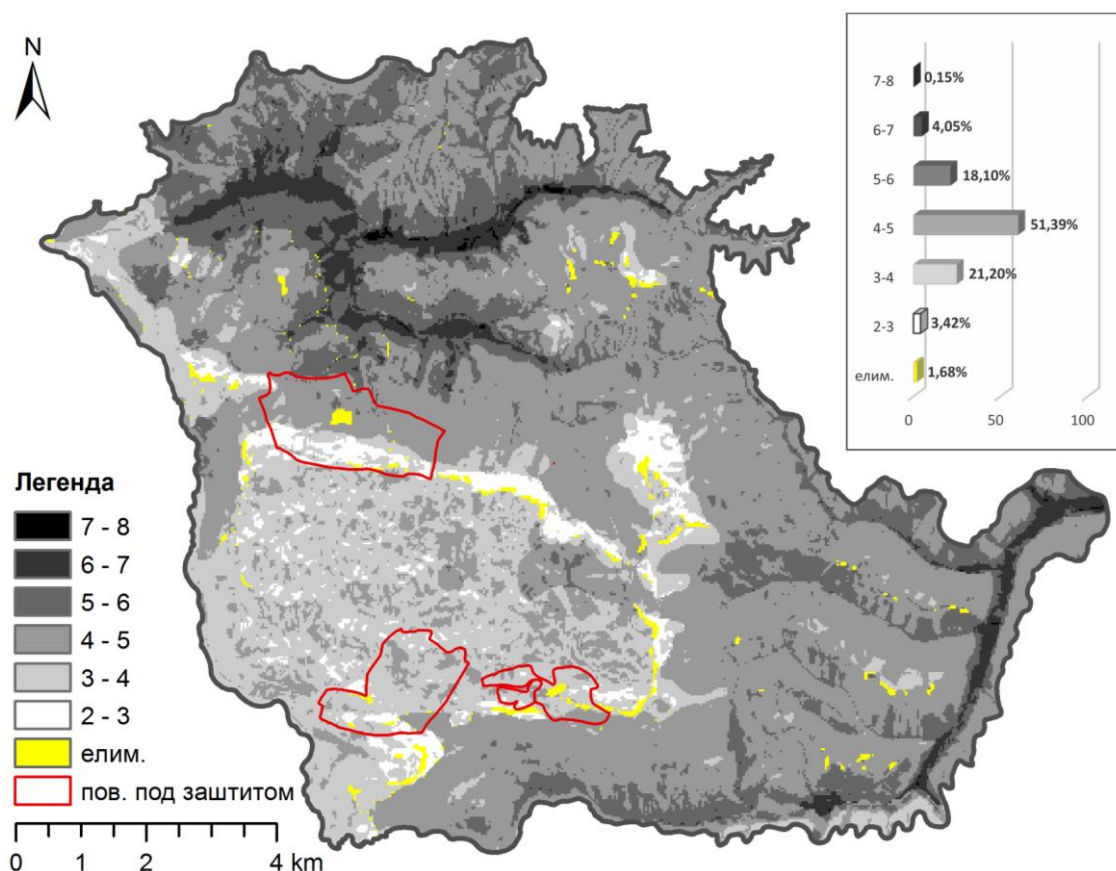
CR= 0,02

Поређењем парова свих критеријума израчунати су тежински коефицијенти на основу којих је урађена евалуација простора, те лоциране најпогодније цјелине за пољопривредну активност. Педолошке одлике, са тежинским коефицијентом $w_4 = 0,4077$ су критеријум са највећим удјелом. Остали критеријуми који су укључени у евалуацију задобили су тежинске коефицијенте мањих вриједности, али њихова здружена улога је изузетно значајна. Они служе као важни модификатори

могућности које у основи пружају педолошки услови, те својим удјелом битно утичу на могућности издвајања терена погодних за пољопривреду. У том погледу рељеф и клима имају највише утицаја (тежински коефицијент рељефа $w_1 = 0,2109$, а климе $w_2 = 0,2039$). Тежински коефицијент хидролошких одлика добио је нешто мање вриједности $w_3 = 0,1102$, а биогеографских најмање ($w_5 = 0,0673$), из разлога подложности промјенама овог коефицијента и могућностима његове прилагодбе циљу евалуације. Процес стихијске дефорестације која је нарочито интензивирана посљедњих година на простору Равне планине свједочи у прилог претходно наведеном.

Вриједност степена конзистентности матрице CR износи 0,02; па је оцјена релативне важности (тежине) појединих критеријума конзистентна. Да би се добила коначна карта погодности терена, приступило се операцији сумирања растера помножених добијеним тежинским коефицијентима помоћу ГИС-а, а

према формули: $s_{x,y} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot v_{i,x,y}$



Карта 30 Карта погодности природних потенцијала за пољопривредну производњу са процентуалним учешћем вреднованих категорија

За рационално коришћење простора у функцији пољопривреде потребна је висока изученост већег броја релевантних критеријума и њихових компоненти. Природни критеријуми (у првом реду абиотички), имају највећу сферу утицаја. Резултати геоеколошке евалуације природних потенцијала простора Равне планине и Паљанске котлине за потребе пољопривредне производње показују да анализирани простор у генералном погледу пружа изузетно скромне могућности за пољопривредно коришћење. Најнижа оцјена износи 2,191, а највиша 7,430. Са те стране, најмањи распон оцјена на проучаваном простору креће се у опсегу од 2 до 3, а највећи распон оцјена је од 7 до 8, али терени ове категоризације су заступљени у најмањем проценту (0,15%). Више од половине проучаваног простора (51,39%) захватају терени категорисани као претежно мање вриједни за пољопривредно коришћење (бонитетна оцјена 5). Ради се у највећем обиму о простору обраслом шумском вегетацијом, па је овакав однос био очекиван. Степен вриједности највећег дијела карстних простора налази се у оквиру бонитетне категорије 4 – релативно непогодни предјели, који учествују са 21,20%. Даљом анализом резултата установљено је да релативно задовољавајући предјели (бонитетна категорија 6) учествују са 18,10% и лоцирани су у близини већих водотока у котлини, али и уз ток Праче. На њих се надовезују претежно вриједни предјели (бонитетне категорије 7), са знатно мањим учешћем (4,05%), који су лоцирани непосредно уз уске алувијалне равни већих водотока. Простори категорисани као елиминаторни за пољопривредну производњу захватају површину од 1,97 km², тј. 1,68%.

Резултати евалуације указују да природни потенцијали проучаваног простора не пружају повољне услове за развој пољопривреде. Терени окарактерисани као квалитативно вреднији захватају мање од четвртине проучаваног простора, па је у сврху побољшања овакве ситуације потребно урадити низ мјера и улагања, како би се постигли што оптималнији услови за развој и компетентност ове привредне дјелатности.

* * *

У сврху провјере тачности и постојаности добијених рјешења, као завршни поступак евалуације урађен је тест стабилности рјешења на промјене појединих

улазних података. Тест је уведен је ради постизања што објективнијих резултата евалуације и усмјерен је на промјене релативних тежина критеријума, као најсубјективнијих елемената у поступку евалуације. У ту сврху коришћена је методологија нумеричке инкременталне анализе, гдје је на основу формула изведена варијација тежинских коефицијената у распону од $\pm 20\%$. Разлог коришћења опсега варијација $\pm 20\%$ јесте тај што су се у поступку евалуације природних потенцијала Равне планине и Паљанске котлине у функцији развоја пољопривреде користиле провјерене информације и подаци, а не експерименталне анализе (које су склоне грешкама и нетачности а самим тим и потреби коришћења већег опсега варијација, често $\pm 30\%$ и више). Такође, овај опсег варијација често је примјењиван у радовима који приликом евалуације користе просторне податке (Geneletti, D., 2008; Chen, Y., Yu, J., Shahbaz, K. and Xevi, E., 2009).

Варијација је примијењена на комплетан скуп од пет критеријума и осам корака (од -20% – прва варијација до $+20\%$ – осма варијација). Поступак је поновљен 40 пута, тј. урађено је 40 евалуација, при чему свака покренута евалуација генерише нову класификацију погодности. Резултати су приказани на 5 графикана који показују ток промјена и кретање резултата (оцјена) сваког од критеријума. Такође, упоредо са графиконима изведене су карте које на прегледан начин предочавају у коликом обиму и које ћелије су промијениле своје вриједности тј. оцјене. Плавом и црвеном бојом обиљежене су ћелије (површине) које су за $+1$ (црвена) или -1 (плава) промијениле оцјене. Сивом бојом приказане су ћелије које су задржале првобитне оцјене. Најзад, урађен је и график који збирно приказује однос промјене појединих критеријума и броја ћелија које мијењају оцјену.

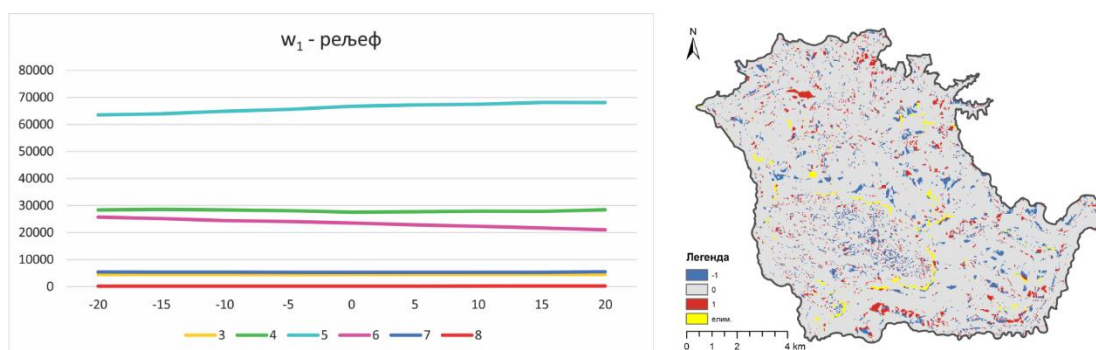


График 18 График кретања резултата промјене коефицијента w_1 – рељеф

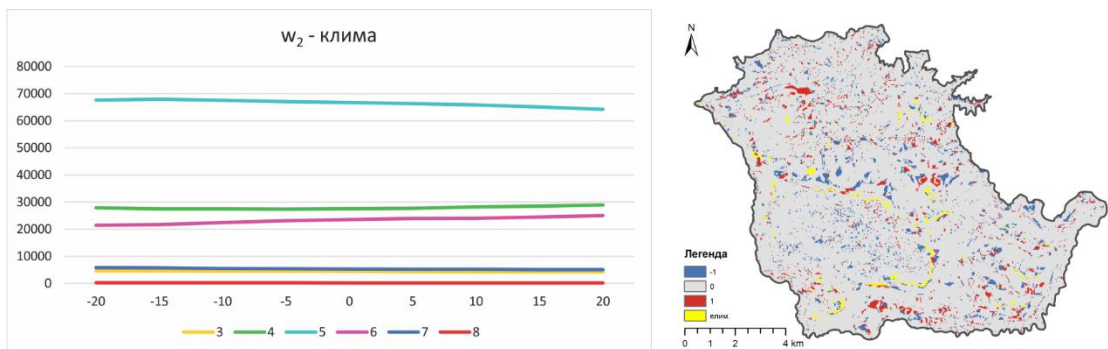


График 19 График кретања резултата промјене коефицијента w_2 – клима

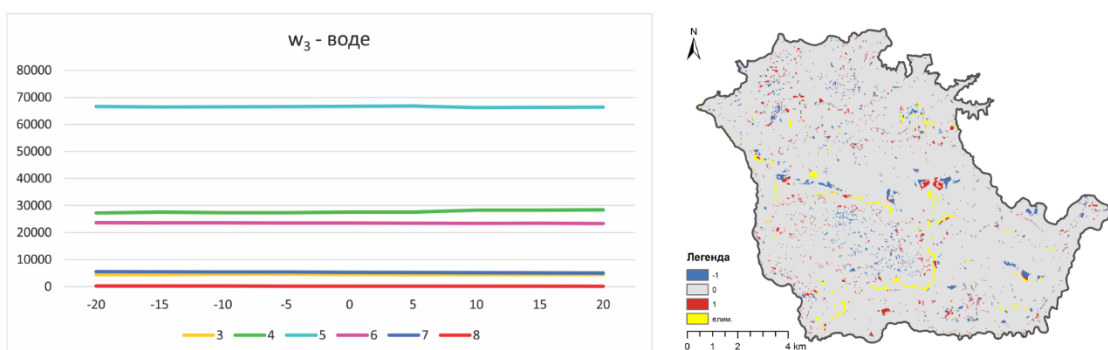


График 20 График кретања резултата промјене коефицијента w_3 – воде

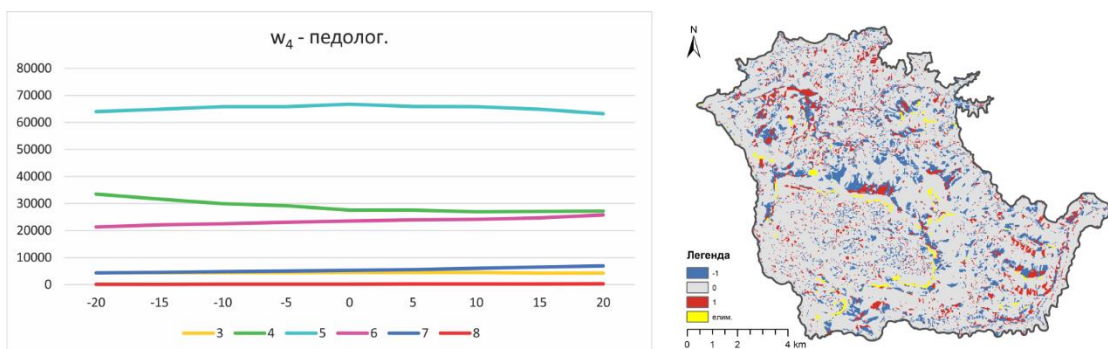


График 21 График кретања резултата промјене коефицијента w_4 – педолошке одлике

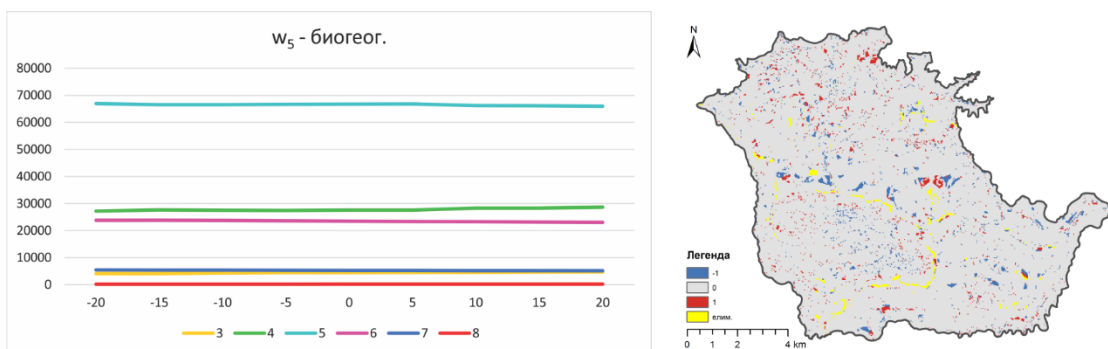


График 22 График кретања резултата промјене коефицијента w_5 – биогеографске одлике

Након класификације и анализе резултата закључено је следеће:

- У генералној карти погодности терена за пољопривредну производњу не постоје ћелије (пиксели) које су повећавале или смањивале вриједности за више од једног нивоа подобности (од +1 до -1) у односу на своју првобитну вриједност, унутар анализираних опсега.
- Највећу осјетљивост има коефицијент w_4 , а коефицијенти w_3 и w_5 су уједначени и имају најниже осјетљивости, што се јасно уочава на основу графика кретања резултата промјене ових коефицијента.
- Највећа разлика класификације при варијацији коефицијента w_4 забиљежена је у оцјенама 4 и 6, гдје се уочава блаже смањење броја ћелија вриједности 4 и повећање броја ћелија вриједности 6 када се тежи увећању коефицијента од +20%, као и повећање броја ћелија вриједности 4 и блаже смањење броја ћелија вриједности 6 када се тежи умањењу коефицијента од -20%. Такође, присутан је тренд смањења броја ћелија вриједности 5 у оба правца $\pm 20\%$.
- Коефицијенти w_1 и w_2 такође биљеже извјесне промјене оцјена 5 и 6, које су у овом случају супротне. Варијацијом коефицијента w_1 запажа се пад броја ћелија са оцјеном 5, а код варијација коефицијента w_2 повећање броја ћелија исте оцјене у распону од 0 до -20%. Са друге стране, број ћелија оцјене 6 лагано расте код варијације коефицијента w_2 , а пропорцијално опада код варијације коефицијента w_1 , у распону од 0 до +20%.

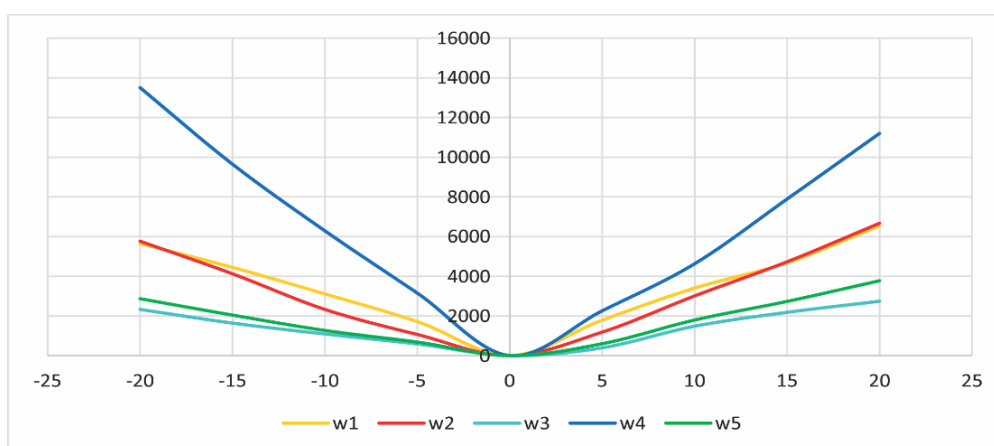


График 23 Број ћелија које су промијениле своју оцјену у зависности од коефицијента који се мијењао и процентуалне величине његове промјене

- У погледу броја ћелија које су промијениле своју оцјену у зависности од коефицијента који се мијењао и процентуалне величине његове промјене, са

нешто више од 2.000 ћелија, најмању промјену оцјена биљежи коефицијент w_3 . Са око 4.000 ћелија коефицијент w_5 ; са преко 6.000 коефицијенти w_1 и w_2 и са преко 13.000 ћелија ($11,7 \text{ km}^2$ тј. 10% од укупне површине проучаваног простора⁵⁵) коефицијент w_4 (График 23). Највећи број ћелија које су промијениле оцјену забиљежен је при варијацији од -20% за коефицијент w_4 и +20% за коефицијенте w_1 , w_2 , w_3 и w_5 .

Добијена рјешења могу се сматрати стабилним, јер се увођењем промјене од $\pm 20\%$ није битно нарушила равнотежа изведених тежинских коефицијената, тј. на графиконима нису запажене нагле промјене. Највеће промјене у кретању резултата забиљежене су приликом варијације тежинског коефицијента педолошких одлика, који је уједно доминантан критеријум, док су најмање промјене регистроване приликом варијације критеријума који су задобили најниже вриједности тежинских коефицијената (биогеографске и хидролошке одлике).

6.2.1.2 Евалуација природних потенцијала за потребе шумарства

Сложеност и изванредан значај шума као дијела природне средине, те као природног богатства и извора сировина широког спектра употребљивости, одређује уједно и значај стања и потенцијала шума. У овом дијелу рада анализирани су могућности природних потенцијала за развој шумарства, и са те стране разматране су искључиво могућности које пружају поједини природни услови за раст и развој шума на проучаваном простору. Појединачном евалуацијом природних потенцијала ствара се реална основа за унапређење и очување шума, те за њихово рационално коришћење у функцији одрживог развоја.

Уз класично доживљавање шуме искључиво као извора дрвне сировине, у новије вријеме већа пажња се придаје посредним корисностима шума, тј. улози шума у естетици предјела, шумама као простору за рекреацију, хидролошкој, противерозијској и климатској функцији шума, те разним облицима заштићених шума. Са те стране, могуће је вршити вредновање самих шума и то по више основа, међу којима се истичу: вредновање шума за рекреацију, вредновање ловних потенцијала шума, вредновање потенцијала шума у сврху очувања квалитета вода,

⁵⁵ Површина једне ћелије је $0,0009 \text{ km}^2$, односно $30\text{m} \times 30\text{m}$.

ваздуха и сл. Овај приступ односи се на савремени начин планирања и организације газдовања шумама те оптимално коришћење потенцијала шумских подручја (Миловановић, Д., 2002).

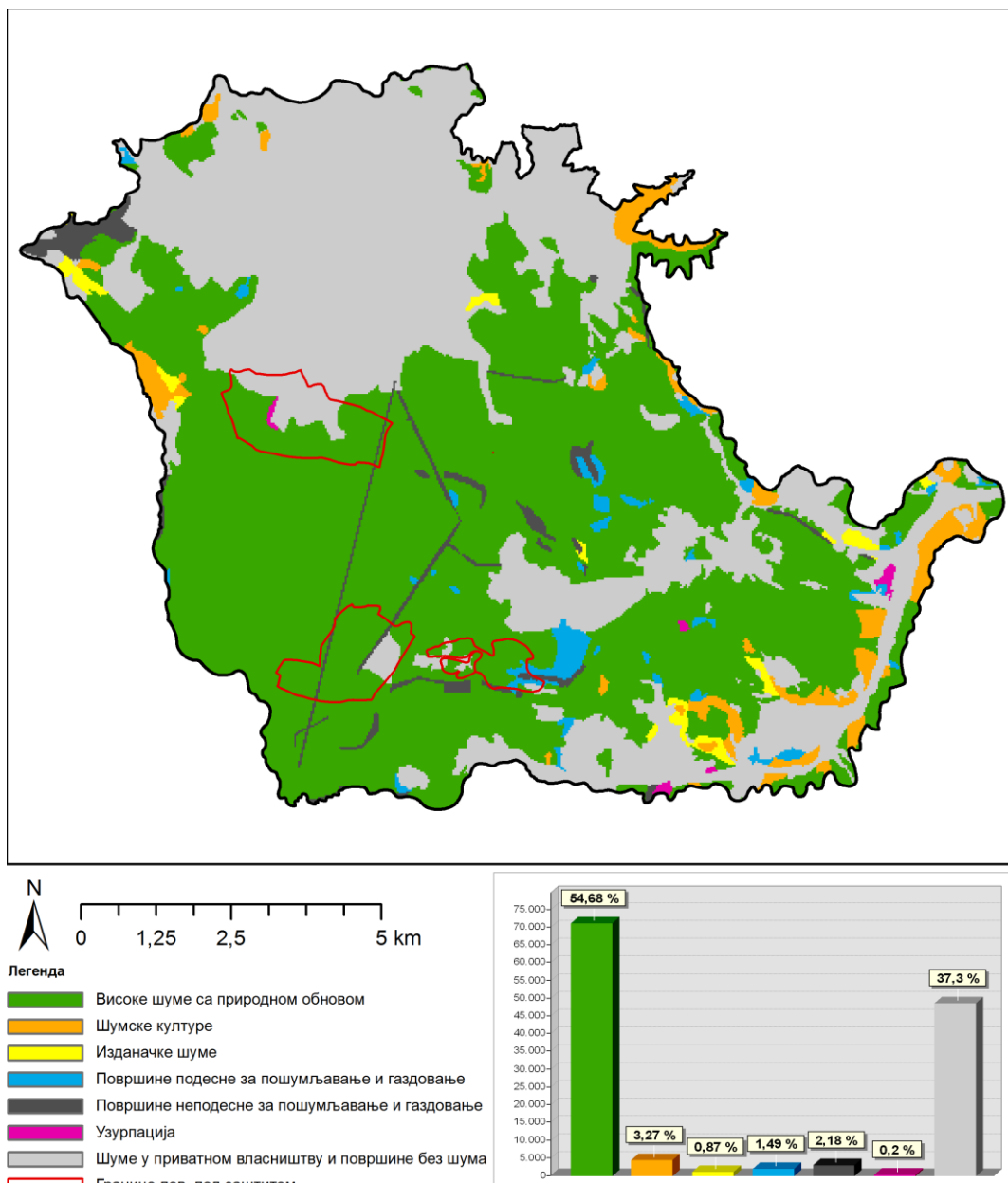
Према подацима Шумског газдинства „Јахорина“ Пале на простору шумскопривредног подручја „Паљанско“ регистровано је нешто мање шумских површина 33.955 ha (31.518 ha државних и 2.437 ha приватних шума), закључно са 2013. годином. Шумско растиње прекрива централну планинску зону општине и ту доминира шумарска и сточарска производња (шумски ареали, ливаде у шумским зонама и пашњаци у висинским предјелима).

На основу катастра шума и шумског земљишта на простору општине Пале издвајају се сљедеће категорије: високе шуме са природном обновом, шумске културе, изданачке шуме, површине подесне за пошумљавање и газдовање, површине неподесне за пошумљавање и газдовање и узурпирани површине (Табела 49). Повољним се може оцијенити релативно скромно учешће алохтоних врста дрвећа у укупном шумском фонду.

Табела 49 Катастар шума и шумског земљишта на простору општине Пале

Високе шуме са природном обновом (ha)						
букве	јеле и смрче; јеле, смрче и букве		бијелог и црног бора	храста китњака	укупно	
5751	16447		-	1511	23709	
51 (у прив. вла.)	1499 (у прив. власн.)		-	-	1550	
Шумске културе (ha)						
смрче и јеле		бијелог и црног бора		осталих четинара		укупно
1076		334		9		1419
Иданачке шуме (ha)						
букве			храста			укупно
1018			1369			2387
495 (у приватном власништву)			320 (у приватном власништву)			815
Површине подесне за пошумљавање (ha)						
шибљаци			голети			укупно
213			2450			2663
72 (у приватном власништву)			-			72
Површине неподесне за пошумљавање (ha)						
шуме неп. за газд. (издан.ш.)	крш и голети	сталне ш. чистине	комуникације	просјеке испод далек.	остало	укупно
283	619	27	105	81	22	1137
Узурпирани површине (ha)						
Бесправно узурпирани површине						укупно
203						203
Укупно категорије шума у државном власништву (ha)						31518
Укупно категорије шума у приватном власништву (ha)						2437
Укупно све категорије (ha)						33955

Извор: Шумско газдинство „Јахорина“ Пале, 2014.



Карта 31 Шумскопривредна основа Равне планине и Паљанске котлине са газдинским класама

Шуме су углавном распрострањене на простору Равне планине, како на платоу, тако и на падинама. Највећи дио шума чине високе чисте и мјешовите четинарске шуме. Преовладавају четинарске шуме јеле и смрче, као и мјешовите четинарско-листопадне састојине јеле, смрче и букве. Такође, јављају се ареали пошумљених површина под четинарима са културама смрче и јеле, те у знатно мањем односу са културама бијелог и црног бора. Листопадне шуме су заступљене у мањем проценту (високе и изданачке шуме букве, високе и изданачке шуме храста китњака, мјешовите листопадне шуме). Као врло вриједне врсте истичу се

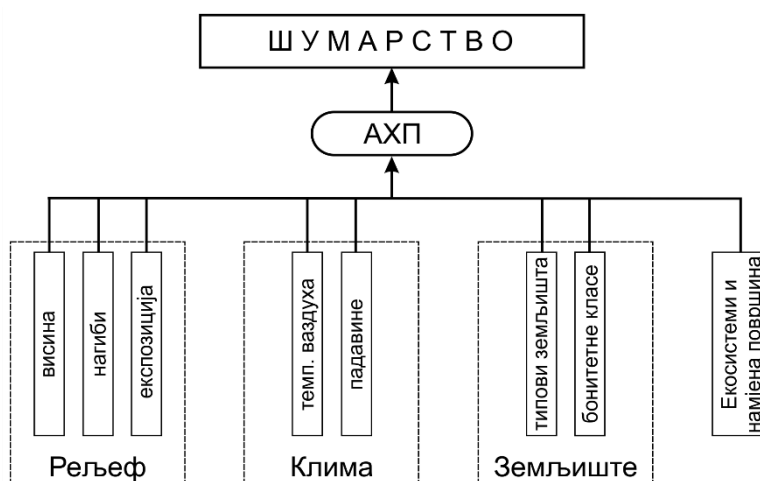
планински и горски јавор који спадају у племените лишћаре. Ове врсте су у прошлости настањивале знатно веће ареале, али су дуготрајним непланским газдовањем њихови ареали знатно смањени. Дијелови у којима је ова врста заступљена у нешто већем проценту стављени су под режим заштите и посебно су означени на карти шумскопривредне основе. Међу наведеним категоријама, Шумско газдинство „Јахорина“ није располагало прецизним картографским подацима о локацијама и површинама шума које су у приватном власништву, па су ове површине груписане заједно са површинама без шумског покривача. На основу тренутног стања на проучаваном простору, под шумама и шумским земљиштем налази се око 63% територије проучаваног простора, од чега на саме шуме одлази око 59% територије (високе шуме, шумске културе и изданачке шуме). Релативно најбоље очуване шуме могу се наћи на локалитетима и зонама које су због лоших комуникацијских прилика тешко приступачне. Установљен је извјестан проценат деградираних шумских површина, које су девастиране усљед бесправне сјече и експлоатације или пренамјењене за потребе инфраструктуре, туризма, насеља, пашњака и сл.

Наведени табеларни и картографски подаци указују да су шуме на проучаваном простору, због своје заступљености, врло битан природни потенцијал који може имати значајно мјесто у погледу смјерница одрживог привредног развоја овог простора. Шуме као очувани екосистеми представљају идеалне површине за рекреацију (уколико неки други фактори не умањују ту особину) и њихова вриједност се овим аспектом додатно увећава. Такође, у укупном шумском фонду релативно су скромно заступљене алохтоне врсте дрвећа, што је представља додатну погодност.

У поступку избора релевантних критеријума који су коришћени у процесу евалуације природних потенцијала за потребе шумарства руководили смо се препорукама из шумарске литературе и праксе, те методолошкој поставци радова и огледних примјера који третирају FAO евалуацију за потребе шумарства (FAO, 1984; Purnell, M.F., 1984; Agrions, 2013; Tülay, C., Cengiz, A., 2009; Trendafilov, B. et al., 2010; Говедар, З., 2011; Јовановић, Б., 2000). Дијаграм тока евалуације са одабраним критеријумима приказан је на скици (Скица 20).

Сложеност евалуације природних потенцијала у односу на могућност развоја шумарства у уској је вези са улогом шумског покривача, односно шумских

заједница, које нису само сировинска основа развоја дрвне индустрије, већ основа низа корисних функција које утичу на друге активности на проучаваном простору и које посредно, а понекад и непосредно утичу на развој појединих дјелатности, као што су: пољопривреда, туризам, водопривреда, инфраструктура, насеља и сл. Одређивање површина које су оптималне за развој шумарства, а уједно и корисности шумских површина за низ других функција (ублажавање ерозија, постизање уједначенијег отицања падавина и побољшања храњења издани...) мора бити засновано на истраживачким резултатима чији би основни задатак био давање објективне оцјене о могућностима развоја и опстанка шумског покривача на основу предуслова природне средине.



Скица 20 Дијаграм тока евалуације природних потенцијала за потребе шумарства

Међуутицај рељефа и шумских екосистема често је зависан од других људских активности које, због свог ареалног карактера, захтијевају мање или веће дијелове Земљине површине. Ове површине се најчешће добијају уклањањем природне вегетације и/или измјенама природних поставки абиотичких компоненти предјела које се у највећем обиму одражавају на рељеф. Најчешћи начин кроз прошлост било је крчење шума ради добијања обрадивих површина и површина погодних за градњу насеља, саобраћајница и друге инфраструктуре. Крчење шуме у том смислу не односи се само на сјечу стабала, већ и на чупање коријења како би се пољопривредним алатима могло обрађивати земљиште или укупати темељи грађевина. Међутим, таква дефорестација представља основни механизам излагања падина денудацији јер коријење биљака, посебно разгранато коријење дрвенастих

биљака, слаби ерозивни утицај воде и вјетра на земљиште (Summerfield, M.A., 1991; Osterkamp, W., Hupp, C., Stoffel, M., 2012).

Помоћу геотехничких мјера и захвата може се повећати стабилност падина у одређеној мјери (зависно од нагиба и литолошке основе). Будући да крчење шумске вегетације може повећати подложност падина деризијским процесима, пошумљавање садницама са развијеним коријењем представља еколошки прикладну мјеру дјелимичног повећања стабилности падина. Притом треба водити рачуна да велико дрвеће може преоптеретити падине на којима се налази, те изазвати напрезање горњих слојева тла и покретање маса, што за последицу има њихово рушење (Osterkamp, W., Hupp, C., Stoffel, M., 2012).

Шуме на проучаваном простору, као и шуме региона Западног Балкана, изложене су промјенама усљед процеса отопљавања и осталих климатских поремећаја широких размјера. У погледу шума и шумарства на проучаваном и простору цјелокупне Републике Српске, утицај промјене климе на шумске екосистеме значајан је у смислу изналажења рјешења адаптације и стратегија за ублажавање промјена у погледу: продукције дрвне масе, везивања угљеника, заштите биодиверзитета, количине и квалитета питке воде и других функција са процјеном ризика и друштвено-економским последицама. Значајнији проблеми еколошких функција шума су:

- мјестимично присутни процеси водне ерозије и недовољна заштита изворишта и водозахвата;
- неизграђен систем мониторинга биодиверзитета шума и вредновања предјела;
- непотпун мониторинг здравственог стања шума и земљишта;
- издвајање заштићених подручја и добара углавном у шумама у држ. својини;
- неизграђен систем мониторинга односа климатских промјена и шума и др.

Упозоравања на сталне промјене климе (просјечни пораст температуре од 0,3 до 0,6 °C у посљедњој деценији на простору Републике Српске) указују на велики значај шумских екосистема у борби против глобалног отопљавања. Као последица утицаја климатских промјена на шуме и слабљење њиховог потенцијала истичу се:

- повећање интензитета и учесталости опасних атмосферских појава и ширење ареала појединих штеточина и биљних болести;

- повећање дужине вегетационог периода;
- смањење биолошке могућности за адаптацију и ограничење разноврсности шума;
- помјерање граница појединих типова шума у односу на географску ширину и надморску висину;
- друкчија природна прерасподјела површина типова шума у њиховом међусобном односу;
- нестајање појединих биљних заједница и појава нових;
- повећање степена ризика за очување реликтних, ријетких и угрожених шумских заједница и основних врста дрвећа по којима су те заједнице препознатљиве и др (Стратегија развоја шумарства РС за период од 2011-2021. год.).

У поступку управљања и газдовања шумама потребно је повести рачуна о проблему прилагођавања шумских екосистема на климатске промјене, како би се ублажиле и смањиле еколошке и друштвеноекономске посљедице могућег пропадања шума.

Квалитет и количина питке воде зависе од квалитета и очуваности шумских екосистема. Недовољна брига о социјалном положају становништва утиче на угрожавање шума, а тиме и смањивање количина питке воде. На највећем дијелу територије проучаваног простора годишње падне од 1.000 до 1.250 mm падавина што, с обзиром на површину, даје укупну запремину оборинских вода у износу од 131.625.000 m³ воде. Са те стране у погледу водоснабдјевања планинских врела и површинских токова, као и смањења површинског отицања оборинских вода, неизоставан је значај шума.

Педолошки потенцијал шумских екосистема на проучаваном простору заснован је на здруженом дијеловању осталих природних услова. Динамичан рељеф, правац пружања планинског масива, хидрографска мрежа као и различитост педолошких фактора условили су широк спектар типова земљишта. У рељефном погледу проучавани простор је планинског карактера, а око 63% простора покривају шуме и шумска земљишта. Шумски екосистеми Републике Српске, који се налазе на подручју динарида, имају највећи значај у погледу површине и очуваности шума. Заступљена су земљишта на кречњацима и доломитима, пјешчарима и глинцима,

те земљишта алувијалних равни. На основу потенцијалне продуктивности земљишта и опасности од ерозије утврђује се њихова погодност за шумарску производњу. Подјела земљишта по класама поуздан је основ за грубу процјену његовог производног потенцијала, независно од културе која се гаји или ће се гајити на њему, а посебно поуздан основ за генерално разграничење земљишта на она која су погоднија за пољопривредну или шумарску производњу. За оцјену производне вриједности земљишта у погледу шумарства, тла намијењена шумарској производњи оцијењена су класама VI, VII и дијелом VIII, док V бонитетна класа представља гранично подручје, нешто више намијењено пољопривреди, са напоменом да пољопривредна земљишта не треба потпуно истискивати из VI бонитетне класе (планинске ливаде и пашњаци) (Миловановић, Д., 2002).

Потенцијал биолошке разноликости шумских екосистема на основу постојећих инвентара, указује да је богатство биодиверзитета шума Републике Српске велико.⁵⁶ На проучаваном простору истиче се значајан биодиверзитет на који утичу географски положај на линији судара средњоевропских и медитеранских утицаја, геотектонска динамика и разноликост геолошких, геоморфолошких, климатских, хидролошких и педолошких одлика.

У наредном периоду као општи циљ газдовања на локалном нивоу потребно је да се истакне заштита биодиверзитета као једног од приоритета, а полазећи од глобално усвојене дефиниције одрживог газдовања шумама у Хелсинкију 1993. године. Конвенцијом о биодиверзитету, као примарни оквир за одрживо коришћење и заштиту биолошке разноликости, препознат је екосистемски прилаз газдовању. Он подразумијева прилагодљиво газдовање које уважава комплексност и динамичност природе шумских екосистема, укључује потребе човјека уз очување продуктивности и увећање капацитета за адаптацију промјенама. Газдовање шумама на типолошким основама у највећој мјери је усклађено са основним начелима екосистемског прилаза газдовању и тиме најадекватније прилагођено захтијевима очувања, заштите и унапређивања биолошке разноликости. Неопходна

⁵⁶ Од укупно 1.800 врста ендемске флоре на Балкану – око 30% се налази у БиХ. У Прегледу биљних заједница из 1976. године, у Републици Српској је регистровано 9 основних група шумске вегетације, 27 подгрупа и 169 основних типова шума.

активност у односу на претходне чињенице треба бити усмјерена на просторно дефинисање, очување издвојених и заштићених површина што представља један од интегралних циљева одрживог управљања, а који се посебно односи на заштиту биоразноврсности (Стратегија развоја шумарства РС за период од 2011-2021. год.).

* * *

Фактори природне средине ⁵⁷ нису стабилни, што узрокује потребу прилагођавања врста шумског дрвећа на промјене, а њихов опстанак је могућ само у одређеним условима станишта са комбинацијом и амплитудом варирања ових фактора. Амплитуда варирања фактора природне средине у оквиру које је могућ раст и развој одређених биљних и животињских врста назива се еколошка валенца. Еколошку валенцу шумског дрвећа треба посматрати као детерминанту њиховог раста и развоја у шумским састојинама, гдје свој оптимум постижу тек при одређеној амплитуди варирања еколошких чинилаца (Говедар, З., 2011). Ширина еколошке валенце за шумско дрвеће може се изразити квалитативно и квантитативно. Шумско дрвеће у оквиру своје еколошке валенце за сваки физичкогеографски фактор има три граничне вриједности:

- минимум – доња граница физичкогеографског фактора испод које одређена врста дрвећа не може да опстане,
- оптимум – животни процеси се најбоље одвијају и
- максимум – горња граница физичкогеографског фактора изнад које престају животне активности.

Само између еколошког минимума и максимума неког фактора могу опстати одређене врсте дрвећа, а изван тих оквира они постају сметња за раст и развој врсте. Фактор природне средине који је у свом интензитету изван граница еколошког максимума и еколошког минимума, престаје да буде услов живота и постаје сметња опстанку врсте. Свака врста дрвећа има амплитуду еколошког чиниоца (Табела 50) у оквиру које се та врста може успјешно гајити и која се назива пластичност врсте дрвећа (Perrin, H., 1954).

⁵⁷ У биолошкој и шумарској литератури за факторе природне средине (физичкогеографске факторе) често се користи израз „еколошки чиниоци“.

Табела 50 Пластичност појединог шумског дрвећа заступљеног на проучаваном простору
(значање бројева у табели: 1 – врло ниска; 2 – ниска; 3 – средња; 4 – висока; 5 – врло висока)

Еколошки чиниоци Врста дрвећа	Свјетлост	Топлота	Влажност ваздуха	Дубина земљишта	Компакт. земљишта	Влажност земљишта	Плодност земљишта	Садржај креча	Реакција земљишта	Отпор. на конкур.	Пројек
Храст китњак	2	3	3	3	3	3	4	4	5	3	3,3
Буква	2	3	2	5	2	2	4	5	1	5	3,1
Граб	3	4	2	3	5	2	3	5	2	4	3,3
Горски јавор	3	3	2	3	3	2	1	4	2	3	2,6
Црни бор	2	4	3	5	5	4	5	4	5	2	3,9
Јела	2	3	2	3	2	2	4	5	4	5	3,2
Смрча	4	4	3	5	3	4	5	5	4	4	4,1

Извор: Perrin, H., 1954

Према подацима из табеле (Табела 50) уочава се да смрча има највећу пластичност, тј. толеранцију када су у питању поједини фактори природне средине, гдје у овом случају доминирају педолошки и климатски. Такође, црни бор има вишу пластичност у односу на јелу, док се код лишћара већом пластичношћу окарактерисани храст китњак, граб и буква. Пошто су као еколошки чиниоци у обзир узети доминантно педолошки и климатски елементи, подаци из табеле само дјелимично приказују међуутицај и зависност врсте од фактора природне средине.

На основу биоэколошких карактеристика шумског растиња регистрованог на проучаваном простору урађена је евалуација природних потенцијала за поједине врсте дрвећа које су заступљене у већем проценту. Према детаљним подацима шумскопривредне основе установљено је да су на проучаваном простору у већој мјери заступљене сљедеће четинарске и лишћарске врсте дрвећа:

- Четинари: смрча (*Picea abies* L.), јела (*Abies alba* L.), црни бор (*Pinus nigra* Arn.) и бијели бор (*Pinus silvestris* L.);
- Лишћари: буква (*Fagus sylvatica* L.), храст китњак (*Quercus petraea* Leibl.), те у мањем броју горски и планински јавор (*Acer pseudoplatanus* L. и *Acer heldreichii*), цер (*Quercus cerris* L.) и граб (*Carpinus betulus* L.).

Сходно овоме, извршена је геоеколошка евалуација природних потенцијала проучаваног простора у погледу погодности за развој појединих врста дрвећа, тј. њихових шумских заједница. Евалуација је проведена за доминантно заступљене врсте дрвећа, али и за племените врсте горски и планински (грчки) јавор које су тренутно присутне са смањеним удјелом, али чији су ареали у прошлости били знатно већи.

6.2.1.2.1 Евалуација природних потенцијала у функцији развоја шума појединих врста дрвећа

Шуме обичне јеле (Abies alba)

Изнад појаса букових шума, у заједници са шумама смрче и букве, јела је у већем обиму заступљена на проучаваном простору. Ове шуме су најраспрострањеније и најпродуктивније. Такође, јела је заступљена и у склопу тамних четинарских шума смрче и јеле које спадају у боље развијене, али прилично прорјеђене шуме. У већем проценту развијене су на ширем простору око врела Паљанске Миљацке.

Јела је врста климатогених шумских заједница са релативно уском еколошком амплитудом. На планинама је углавном распрострањена на надморским висинама од 1000 до 1600 m и најчешће је експонирана ка сјеверним и сјевероисточним, блаже и средње нагнутим падинама (Говедар, З., 2011). У климатском погледу за оптималан развој шума јеле погодна су појачано хумидна и хумидна станишта, са просјечном годишњом количином падавина преко 1000 mm (станишта која су превише влажна за букву са којом се обична јела често јавља у мјешовитим састојинама). У погледу температура ваздуха, развоју шума јеле погодују нешто топлија станишта у односу на смрчу, али јела је мање отпорна на температурне екстреме од смрче (не подноси врућа лjeta и изразито хладне зиме). Са друге стране, ова врста је знатно отпорнија од смрче у погледу штетног дејства снијега, леда и вjетра (Говедар, З., 2011).

Јела тражи дубље, плодније и хумусом богатије земљиште од смрче. Често је заступљена на кречњачко-доломитним супстратима који утичу на помјерање доње и горње границе распрострањености навише, али и еруптивним стијенама и шкриљцима, који помјерају ареал распрострањености ове врсте наниже (Јовановић, Б., 2000). Добро јој одговарају иловаста земљишта која су у зони коријеновог система стално влажна. У погледу захтијева за минералним материјама у земљишту, јела има умјерене захтјеве слично као и смрча (Говедар, З., 2011). На основу физичкогеографских фактора који доминантно утичу на развој шумских састојина ове врсте дрвећа, урађено је предвредновање које је послужило у поступку геоеколошке евалуације (Табела 51).

Шуме обичне смрче (Picea abies)

Као економски врло значајна шумска фитоценоза издваја се заједница букве и јеле са смрчом, која је уједно најраспрострањенија на простору Равне планине. Смрча је једна од основних врста наших четинарских шума која је везана за високе планине и планинске ланце гдје је клима хладна и влажна. У највишем појасу на проучаваном простору, према планинским рудинама, учешће јеле се знатно смањује те доминирају чисте шуме смрче. Такође, пошто ова врста не тражи подлогу богату минералним солима шуме смрче расту и на изразитим подзолима, док јела изостаје (обод Сарачевог поља на Равној планини).

На простору Републике Српске смрча је заступљена на различитим надморским висинама, од горског појаса до појаса клековине бора (субалпски појас). За раст и развој погодују јој велике количине падавина (и преко 2000 mm), а нарочито снијевне падавине. Просјечне годишње температуре ваздуха које погодују развоју ове врсте крећу се између 2 и 8°C (Говедар, З., 2011). Због плитког коријена подложна је снијегаизвалама и вјетроизвалама. Ова врста убраја се у четинаре брзог раста и расте до краја живота који у просјеку износи око 300 година, а према појединим подацима може достићи старост и до 1000 година (Јовановић, Б., 2000).

На подручју Динарида смрча расте на кречњачко-доломитним земљиштима типа калкомеланосол, калкокамбисол и лувисол, а како је раније наведено, у погледу захтијева према храњивим материјама у земљишту смрча је много скромнија од јеле и листопадних врста, али је захтијевнија у односу на бијели бор (Говедар, З., 2011). У наставку рада анализирани су елементи природних услова који имају утицаја у погледу положаја и развоја шумских фитоценоза смрче. Геоеколошком евалуацијом појединих физичкогеографских елемената покушале су се изнаћи оптималне локације за развој шума смрче на проучаваном простору.

Шуме црног бора (Pinus nigra)

На проучаваном простору заступљена је подврста илирски црни бор, која у погледу услова станишта спада у једну од најскромнијих врста. За успјешан раст и развој ове врсте неопходан је дуг вегетациони период, велика топлота и сунчана станишта, са просјечном годишњом температуром у распону од 6 до 12°C (Говедар,

З., 2011). Претежно је заступљен на јужним експозицијама и стрмијим теренима. У висинском погледу настањује просторе од 150 до 1500 m (Јовановић, Б., 2000).

Погодује му кречњачко-домломитична и серпентинска подлога и земљишта која се развијају на овим подлогама. Јавља се и у заједници са бијелим бором. Шуме црног бора су флористичко-вегетацијски и естетски изузетно пожељан елемент неког предјела. Преко четина црни бор поправља квалитет земљишта, па његова станишта временом могу заузети шумске врсте које траже више квалитетна земљишта (Јовановић, Б., 2000). Културе црног бора користе се за пошумљавање екстремних станишта са сувим, плитким и сиромашним земљиштима на присојним падинама. На проучаваном простору, шуме црног бора се јављају у заједници са бијелим бором и углавном су настале пошумљавањем. Посредством евалуације појединих природних потенцијала, у наставку је дат приказ погодности за развој ове врсте у склопу шумских ареала.

Шуме бијелог бора (Pinus silvestris)

Бијели бор као врста способан је да се адаптира и развија у хетерогеним климатским условима. Заузима много шира пространства од црног бора, па због тога, као и због високог квалитета дрвета, спада у најважнију шумску врсту међу боровима који расту на нашим просторима. Добро подноси континенталну климу, али тражи више свјетлости него црни бор. Заступљен је у планинским предјелима, а изоловани примјерци се могу пронаћи и до 2000 m надморске висине, тј. горње границе шума. Добро подноси сушу и има мале захтијеве у погледу састава земљишта. Захваљујући овој особини, чисте шуме бијелог бора могу успијевати на јако сиромашним земљиштима, док су на квалитетнијим типовима земљишта заступљене мјешовите шуме (често са смрчом, црним бором или јелом) (Говедар, З., 2011). Бијели бор је погодан за пошумљавање осиромашених и запуштених голих шумских земљишта.

Шуме бијелог бора су заступљене у мањем обиму на проучаваном простору. Чешће су заступљене мјешовите шуме бијелог и црног бора које су у највећем проценту настале пошумљавањем. У процесу евалуације руководили смо се претходним примјерима, са уношењем извјесних промјена у погледу вредновања појединих природних услова које су прилагођене оптималним условима за развој шума бијелог бора.

Шуме букве (*Fagus sylvatica*)

Изнад појаса храстових шума, до око 1000 m надморске висине (у зависности од експозиције), развијене су монтане букове шуме. Повољне климатске прилике у овим шумама условиле су појаву већег броја гљива и других шумских плодова, док је на мјестима чистих сјеча и голети вршено је пошумљавање црним бором и нешто мање аришем (Петронић, С. и др., 2009). Такође, у овим висинским појасевима буква гради мјешовите састојине са храстом китњаком. Овакви услови природног и створеног биодиверзитета указују на неопходност заштите и унапређења шума на овом простору. Поред тога, на проучаваном простору букове шуме се јављају у заједницама са јелом и смрчом у којим има доста горског и планинског јавора. У највишем дијелу шумског појаса развијене су и субалпске букове шуме са различитим врстама јавора (при чему је у већем обиму заступљен горски него ендемични планински јавор). Значајни хидролошки објекти врело Праче и Станско врело, налазе се у највишем појасу мјешовитих и субалпских букових шума. Ова врела су уређена и користе се за водоснабјевање Пала и једног дијела Сарајева, па се самим тим заштита врела и њихове околине под шумама намеће као трајно обавезујућа.

Генерално узевши, на простору Републике Српске буква је једна од најраспрострањенијих врста међу шумским дрвећем. Она показује тенденцију ширења на рачун четинара. Доња и горња висинска граница букве у зависности су од геолошке подлоге и експозиције. Након уништавања четинарских шума (јеле и смрче), буква често заузима њихова станишта. Није осјетљива на ниске зимске температуре и погодују јој хладније експозиције – сјеверне и сјеверозападне али и западне експозиције, због веће влажности ваздуха (Говедар, З., 2011). Погодују јој средње дубока земљишта. Већа количина хранљивих материја у земљишту може дјелимично компензовати недостатак влаге у земљишту, а нарочито добро успијева на земљиштима неутралне реакције.

Шуме храста китњака (*Quercus petraea*)

Шуме храста китњака лоциране су на нижим дијеловима и топлијим експозицијама. Најнижи појас шумске вегетације на проучаваном простору заузимају шуме храста китњака и обичног граба, као и мјешовите састојине храста

китњака и цера. Ове шуме су највише заступљене на висинама око 800 до 900 m, заузимају јужне експозиције и стрмије нагибе. На сјеверним експозицијама у истом појасу заступљене су букове шуме. Међутим, у овим зонама налази се већи број насеља па се ове шуме налазе изнад и око насеља, што је утицало на њихову повећану деградацију прекомјерном сјечом и сл. Пошумљавањем у поједине дијелове ових заједница унесене су врсте чије природно станиште не припада овим шумама (ариш и бијели бор).

Оптималне висине за развој шума храста китњака су брдски и нископланински простори (појединачна стабла досежу до 1300 m, зависно од климатских параметара), топле јужне, југозападне и западне експозиције и блажа хумидна клима са средњим годишњим температурама ваздуха у опсегу од 8 до 12°C. Добро подноси сушу, снијег и вјетар (Говедар, З., 2011).

У погледу земљишних услова погодују му сувља земљишта, у већем обиму она са киселом реакцијом (Јовановић, Б., 2000). Кисела смеђа земљишта на пјешчарима, којих у већем обиму има на проучаваном простору, погодују развоју ових шума. Квалитет дрвета храста китњака утицао је на повећану деградацију његових шума. У шумарској литератури истиче се да је биолошки и економски оправдано подизати састојине храста китњака и поред продукцијског периода од преко 150 година, јер се уз правилну његу може добити високо вриједна дрвна маса (Говедар, З., 2011).

Шуме горског и планинског јавора (Acer pseudoplatanus и Acer heldreichii)

Горски и планински јавор заступљени су са мањим удјелом на проучаваном простору. Јављају се појединачно и у мањим групама, а ријетко творе веће чисте састојине. Пошто ове врсте дрвећа спадају у категорију племенитих лишћара који су у прошлости у знатно већем обиму насељавали овај простор, поступком евалуације природних потенцијала у сврху развоја шума покушала се скренути пажња на потребу за очувањем и проширењем површина шума горског а нарочито планинског јавора, који у погледу природних предуслова имају оптималне услове за развој.

Ове врсте траже хладнију климу, умјерене количине падавина и повећану влажност ваздуха. У погледу захтијева за свјетлошћу горски јавор се налази између китњака и букве, док планински јавор подноси нешто већу засјену. Успијева на различитим врстама геолошке подлоге, кречњачким, силикатним и углавном

плоднијим типовима земљишта који се на њима јављају. Ове врсте су прилично отпорне на штетни утицај снијега и вјетра, али и суше. Природно се обнављају веома лако, а такође не изискују превише обавеза приликом узгоја садница у расадницима (нарочито горски јавор) (Говедар, З., 2011). Упркос свему овоме, мало се води рачуна о значају ових племенитих врста које би се са успјехом могле уносити на станишта китњака и граба, али и буково-јелово станиште.



Слика 34 Лишће: (а) горског јавора (*Acer pseudoplatanus*) и (б) планинског јавора (*Acer heldreichii*)
(извор: www.gobice.com)

У мјешовитим листопадно-четинарским шумама изнад 1300 m појављује се балканска ендемична врста јавора, тзв. планински или грчки јавор. Најсјевернија станишта ове врсте јавора у Европи налазе се на сјеверним падинама Равне планине (Fukarek, P., 1943). Још увијек су очувана стара крупна стабла са доста подмлатка и ове шуме представљају најљепше шумске екосистеме на проучаваном простору. Управо називи појединих локалитета на Равној планини на којима су ове шуме заступљене у већем обиму (Велики и Мали јавор), као и сам назив планинског система Јахорина, ком припада Равна планина, свједоче у прилог вриједности ове биљне врсте. Шуме јавора на Равној планини су знатно прорјеђене, а најљепше популације планинског јавора посјечене. Субалпске и остале шуме на проучаваном простору претрпјеле су значајну деградацију у току рата, али и у посљератном периоду када су посјечена најбоља стабла ових племенитих лишћара. Упоредо са овим, нагомилана је велика количина шумског отпада што је створило повољне услове за развој штетних инсеката који представљају додатну опасност за преостале дијелове очуваних шумских екосистема. Из поменутих разлога неопходно је повећати мјере заштите шума на овим просторима кроз правилну

његу и одрживо коришћење шума, како би се створили услови за опстанак и обнављање шумске вегетације. Пошто врста планински јавор расте готово увијек изнад 1200 m, најчешће у заједници шума букве, јеле и смрче, потребно је уложити додатне напоре и осигурати опстанак и ширење површина под шумама које у себи садрже ову ендемску врсту.

* * *

Критеријуми који су укључени у поступак евалуације издвојени су на основу њиховог утицаја, тј. погодности које пружају за развој шумских екосистема за поједине врсте дрвећа. Оцјене које упућују на степен погодности физичкогеографских параметара за развој појединих врста шумских култура изведене су примјеном методологије евалуација коришћених у појединим радовима који третирају сличну проблематику (FAO, 1984; Purnell, M.F., 1984; Agrions, 2013; Trendafilov, V. et al., 2010), као и на основу података о амплитудама физичкогеографских фактора за сваку врсту појединачно, а који су дати у општој шумарској литератури из области гајења шума на нашим просторима (Говедар, З., 2011; Јовановић, Б., 2000; Fukarek, P., 1943 и др.).

Критеријум експозиција терена, тј. осунчаност, у проученој шумарској литератури чешће се сврстава у оквир рељефних погодности, чиме се руководило у поступку предвредновања. Иако својим надземним дијелом и корјеновим системом шуме регулишу отицање и продирање површинске воде, те уједно штите земљиште од водне ерозије, у поступку евалуације није анализиран утицај хидролошких критеријума због недостатка конкретних података и информација о међузависности и утицају хидролошких фактора и развоја шума. Постоје модели којима се врши евалуација и процјена хидролошке улоге шума и резултати добијени тим моделима најчешће дају основу за избор одговарајућих шумско-узгојних мјера за јачање споменуте улоге (Planinšek, Š, Ferreira, A., Japelj, A., 2011). Међутим, у погледу евалуације хидролошких одлика у сврху погодности овог физичкогеографског фактора за развој шума на одређеном простору, није се располагало са довољно информација и примјера из литературе који би могли послужити у поступку евалуације.

ГЕОЕКОЛОШКА ЕВАЛУАЦИЈА ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА РАВНЕ ПЛАНИНЕ И
ПАЉАНСКЕ КОТЛИНЕ

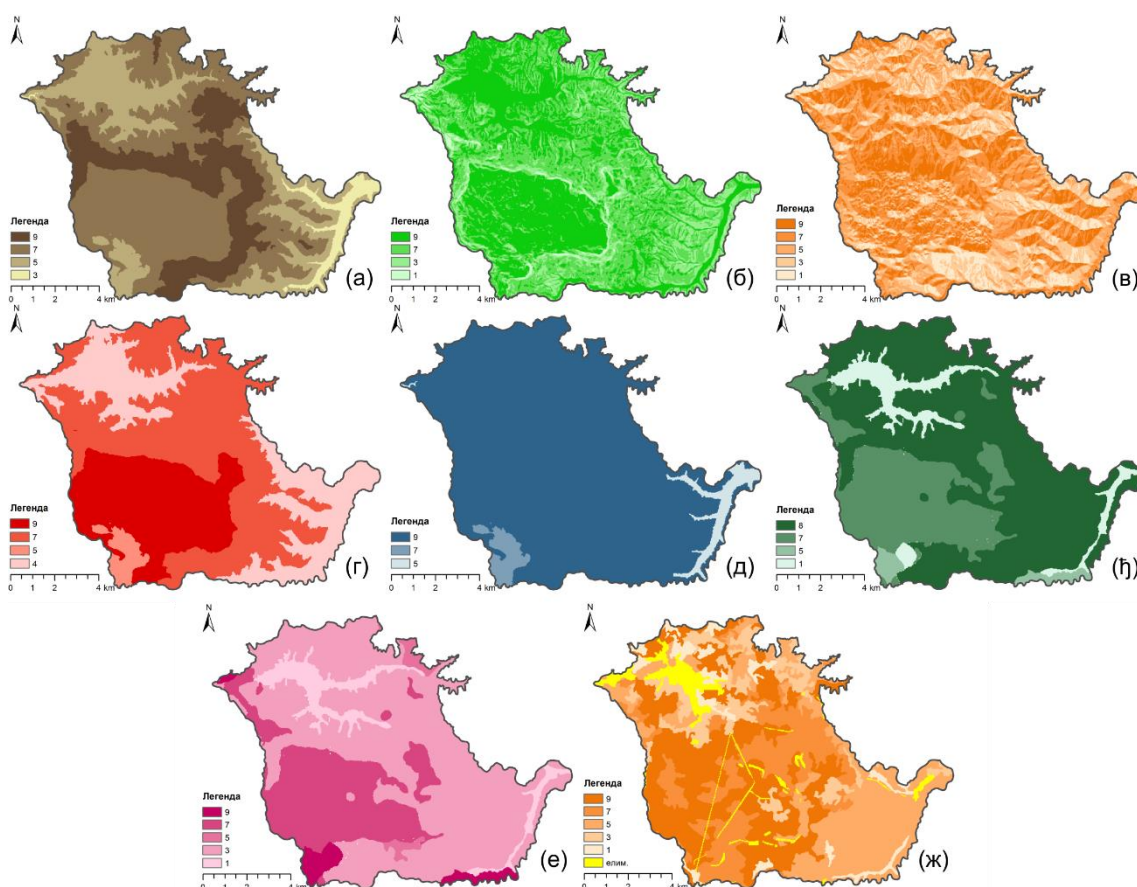
Табела 51 Бодовање атрибута критеријума за потребе предвредновања у области шумарства за културе: јела, смрча, црни бор, бијели бор, буква, храст китњак, горски и планински јавор

Критеријуми	Атрибути	Бонитетна категорија							
		јела	смрча	црни бор	бијели бор	буква	храст китњ.	план. и г.јавор	
Релјеф	надморска висина (m)	< 800	3	1	6	4	3	9	1
		800–900	5	3	7	5	5	9	3
		900–1000	7	5	9	7	7	7	5
		1000–1250	9	7	7	9	9	5	7
		1250–1500	7	9	3	5	5	1	9
	> 1500	5	7	1	3	3	1	5	
	нагиби (°)	0-5	9	9	5	7	9	9	9
		5-12	9	9	7	9	7	7	7
		12-20	7	7	9	7	4	4	5
		20-32	3	5	5	5	1	1	1
	> 32	1	3	3	3	1	1	1	
	експозиција – осунчаност (°)	хориз. пов.	5	3	5	4	3	4	5
		S	1	1	9	9	1	9	2
		SE, SW	3	3	9	7	3	7	3
		E, W	5	5	6	5	7	5	5
NE, NW		7	9	3	3	8	3	7	
N	9	9	1	1	9	1	9		
Клима	температура ваздуха (°C)	8-10	4	3	9	7	5	9	3
		6-8	7	7	7	9	7	5	7
		4-6	9	9	5	7	9	3	9
	падавине (mm)	2-4	5	9	3	5	7	1	6
		900-1000	5	3	7	9	5	9	7
		1000-1250	9	6	5	7	9	6	9
1250-1500	7	9	3	5	7	3	5		
Педолошке одлике	типови земљишта	литосол	1	1	5	5	1	1	1
		сирозем	1	1	5	5	1	1	1
		рендзина	7	7	9	7	7	7	7
		ранкер	5	5	7	5	5	5	5
		карбонатна смеђ з.	7	7	5	5	7	7	9
		силикатна смеђа з.	8	8	5	5	8	7	7
	бонитетне класе земљишта	алувиј.-делувијална з.	1	1	1	1	1	3	1
		трећа	1	1	1	1	1	2	1
		четврта	3	3	3	3	3	5	3
		пета	5	5	5	5	5	7	5
		шеста	9	9	7	7	9	9	9
		седма	7	7	9	9	7	7	7
		осма	3	3	7	5	3	1	1
		Биогеографске одлике	коришћење и намјена површина	неконтинуиране урбане површ.	елим.	елим.	елим.	елим.	елим.
спортско рекреационе површине	1			1	1	1	1	1	1
пашњаци	5			5	5	5	5	5	5
комплексни узорци култивисаних површина	1			1	1	1	1	1	1
претежно аграрне површине са значајним удјелом прир. вег.	3			3	3	3	3	3	3
листопадна шума	5			4	5	5	9	9	7
четинарска шума	9			9	9	9	5	4	7
мјешовита шума	7			7	7	7	7	7	9
природни травњаци	3			3	3	3	3	3	3
миниране и површине неподесне за пошумљавање	елим.	елим.	елим.	елим.	елим.	елим.	елим.		

Извори: FAO, 1984; Agrions, 2013; Trendafilov, B. et al., 2010; Говедар, З., 2011; CORINE Land Cover 2006; ВН-МАС 2012; Петронић, С. и др., 2009

На основу оцјена из табеле (Табела 51) урађене су критеријумске карте у ГИС-у. Укупан број критеријумских карата износио је 56 (8 критеријумских карата за

сваку од седам врста дрвећа). Ове карте су коришћене као лејери у поступку добијања карата погодности за сваки од седам типова шума које су обухваћене вредновањем, чему је претходила евалуација АХП методом, тј. израда матрице поређења за осам критеријума, на основу које су израчунати њихови тежински коефицијенти.



Слика 35 Критеријумске карте за потребе евалуације у функцији шумарства – примјер за врсту јела: (а) висина рељефа; (б) нагиби; (в) експозиција; (г) температура ваздуха; (д) падавине; (ђ) типови земљишта; (е) бонитетне класе земљ. и (ж) коришћење и намјена површина

Поступак рачунања тежинских коефицијената критеријума је дјелимично модификован у односу на евалуацију пољопривреде, из разлога учешћа мањег броја критеријума/подкритеријума који су обухваћени евалуацијом (рељеф учествује са три, клима са два, педолошке одлике са два и биогеографске специфичности са једним критеријумом). Овакав однос утицао је на одлуку да се рачунање тежинских коефицијената проведе само на основу међусобног односа критеријума на једном нивоу. Ради прегледности у матрици поређења парова критеријума ознакама С1, С2, С3, С4, С5, С6, С7 и С8 обиљежени су критеријуми према распореду

ГЕОЕКОЛОШКА ЕВАЛУАЦИЈА ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА РАВНЕ ПЛАНИНЕ И
ПАЉАНСКЕ КОТЛИНЕ

појављивања у табели (Табела 51, C1 – висина; C2 – нагиби; C3 – експозиција (осунчаност); C4 – температура ваздуха; C5 – падавине; C6 – типови земљишта; C7 – бонитетне класе земљишта и C8 – коришћење и намјена површина).

Табела 52 Поређење парова критеријума шумарства по степену значаја

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	1	3	1/3	1/2	1/3	1/3	1/3	3
C2	1/3	1	1/5	1/3	1/5	1/3	1/3	2
C3	3	5	1	1	1	1/3	1/3	3
C4	2	3	1	1	1/2	1/3	1/3	3
C5	3	5	1	2	1	1/2	1/2	3
C6	3	3	3	3	2	1	3	4
C7	3	3	3	3	2	1/3	1	4
C8	1/3	1/2	1/3	1/3	1/3	1/4	1/4	1

Матрица 11 Матрица поређења критеријума и процес нормализовања матрице за потребе вредновања у области шумарства

	=>		1	3	0,33	0,50	0,33	0,33	0,33	0,33	3	23
			15,67	23,50	9,87	11,17	7,37	3,42	6,08	6,08	6,08	23
			0,33	1	0,20	0,33	0,20	0,33	0,33	0,33	0,33	2
			15,67	23,50	9,87	11,17	7,37	3,42	6,08	6,08	6,08	23
1	3	0,33	0,50	0,33	0,33	0,33	3					
0,33	1	0,20	0,33	0,20	0,33	0,33	2					
3	5	1	1	1	0,33	0,33	3					
2	3	1	1	0,50	0,33	0,33	3					
3	5	1	2	1	0,50	0,50	3					
3	3	3	3	2	1	3	4					
3	3	3	3	2	0,33	1	4					
0,33	0,5	0,33	0,33	0,33	0,25	0,25	1					
			15,67	23,50	9,87	11,17	7,37	3,42	6,08	6,08	6,08	23
			3	3	3	3	2	1	3	3	4	4
			15,67	23,50	9,87	11,17	7,37	3,42	6,08	6,08	6,08	23
			0,33	0,5	0,33	0,33	0,33	0,25	0,25	0,25	0,25	1
			15,67	23,50	9,87	11,17	7,37	3,42	6,08	6,08	6,08	23

Матрица 12 Нормализована матрица и матрица тежинских коефицијената критеријума за потребе вредновања у области шумарства

	=>		0,0638	0,1277	0,0338	0,0448	0,0452	0,0976	0,0548	0,1304	0,0748
			0,0213	0,0426	0,0203	0,0299	0,0271	0,0976	0,0548	0,0870	0,0476
			0,1915	0,2128	0,1014	0,0896	0,1357	0,0976	0,0548	0,1304	0,1267
			0,1277	0,1277	0,1014	0,0896	0,0679	0,0976	0,0548	0,1304	0,0996
			0,1915	0,2128	0,1014	0,1791	0,1357	0,1463	0,0822	0,1304	0,1474
0,1915	0,1277	0,3041	0,2687	0,2715	0,2927	0,4932	0,1739				0,2654
0,1915	0,1277	0,3041	0,2687	0,2715	0,0976	0,1644	0,1739				0,1999
0,0213	0,0213	0,0338	0,0299	0,0452	0,0732	0,0411	0,0435				0,0386

CR= 0,06

Поређењем парова свих критеријума израчунати су тежински коефицијенти на основу којих је урађена евалуација простора, те лоцирани најпогоднији простори за развој појединих типова шума. Добијени тежински коефицијенти (висине $w_1 =$

0,0748; нагиби $w_2 = 0,0476$; експозиција $w_3 = 0,1267$; температура ваздуха $w_4 = 0,0996$; падавине $w_5 = 0,1474$; типови земљишта $w_6 = 0,2654$; бонитетне класе земљишта $w_7 = 0,1999$ и коришћење и намјена површина $w_8 = 0,0386$), указују да доминантан утицај међу факторима природне средине за коришћење простора у функцији развоја шума и шумарства имају педолошки критеријуми. Рељефни и климатски критеријуми имају мање али приближно уједначене сфере утицаја, док је биогеографски критеријум (посматран кроз сегмент коришћења и намјене површина) добио најмањи тежински коефицијент. Ипак, утицај ових фактора није занемарљив, с обзиром да управо рељефни и климатски параметри прецизније одређују локацију простора за развој појединих специфичних типова шума.

Педолошке одлике, са највећим тежинским коефицијентима својих критеријума, уједно су критеријум са највећом сфером утицаја. Остали критеријуми који су укључени у евалуацију задобили су тежинске коефицијенте мањих вриједности, али њихова здружена улога је изузетно значајна. Они служе као важни модификатори могућности које у основи пружају педолошки услови, те својим удјелом битно утичу на класификацију и издвајање терена погодних за шумарство, према различитим шумским врстама. У том погледу, поједини критеријуми рељефа и климе појединачно су задобили веће вриједности (падавине и експозиција) јер у основи често могу да пресудно утичу на положај и локацију шума, у случају када су остали природни услови повољни.

Биогеографски критеријум, који се у основи базира на коришћењу и намјени површина у матрици поређења, добио је најмању вриједност. Будући да овај критеријум у ширем оквиру приказује тренутно стање намјене и коришћења површина, подложен је промјенама од стране антропогеног утицаја (чему у прилог свједочи процес стихијске дефорестације која је нарочито интензивирана посљедњих година на простору Равне планине), те га је могуће и прилагодити циљу евалуације. Са друге стране, збирни резултати тежинских коефицијената рељефних (0,2491) и климатских (0,2470) критеријума, на које се у основи не може директно утицати (јер су у знатно мањем обиму склони промјенама током времена), приказује прилично нивелисан тежински однос међу овим критеријумима. Оцјена релативне тежине појединих критеријума је конзистентна, на шта упућује

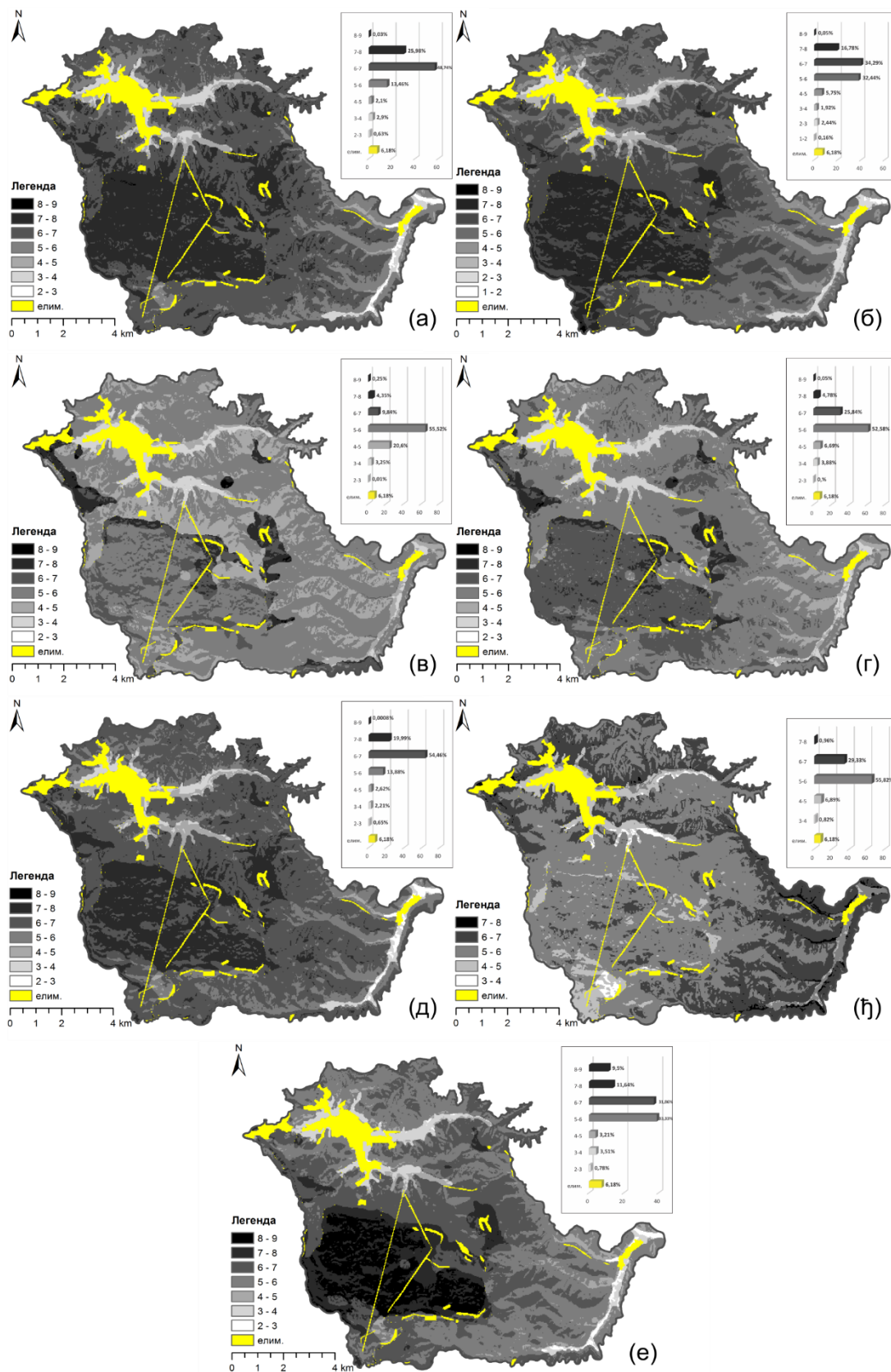
вриједност степена конзистентности матрице CR који износи 0,06. Овај показатељ упућује на објективност у поступку доношења одлуке.

У поступку добијања карата погодности терена за развој појединих типова шума приступило се операцији сумирања растера помножених добијеним тежинским коефицијентима. Ово је резултирало добијањем седам тематских карата које су затим преклопљене како би се добила генерална карта погодности простора за развој шума и шумарства (Карта 32).

На основу анализе заступљености површина појединих бонитетних категорија за свих седам карата типова шума запажени су различити односи. Елиминаторне површине су заступљене са израженијим удјелом. У ове површине, поред урбаних површина, увршћене су миниране површине, површине неподесне за пошумљавање због просјека испод далековода, гондоле или других инфраструктурних намјена. Анализом добијених карата запажен је различит однос распона оцјена и погодности развоја за поједине врсте дрвећа. Анализом погодности предјела, врсте које су добиле највише бонитетне категорије 9,8 и 7, у процентуалном погледу су јела и буква (око 75%), горски и планински јавор и смрча учествују са удјелом око 52-53%, бијели бор и храст китњак заузимају око 30% и црни бор око 15%.

Даљом анализом запажа се да ни једна од седам вреднованих врста није добила најнижу бонитетну категорију, док код врста: црни бор, бијели бор, буква, храст китњак и горски и планински јавор није регистрована ни бонитетна категорија 2 (предјели непогодни за евалуацију). Такође, у случају врсте храст китњак нису регистроване ни бонитетне категорије вриједности 3 и највиша 9. Евалуација је показала да на проучаваном простору постоје веће шансе за развој шума горског и планинског јавора, јер су ове врсте у процентуалном погледу заузеле највише простора који је оцијењен у распону оцјена од 8 до 9, тј. као девета бонитетна категорија (9,5%).

ГЕОЕКОЛОШКА ЕВАЛУАЦИЈА ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА РАВНЕ ПЛАНИНЕ И ПАЉАНСКЕ КОТЛИНЕ

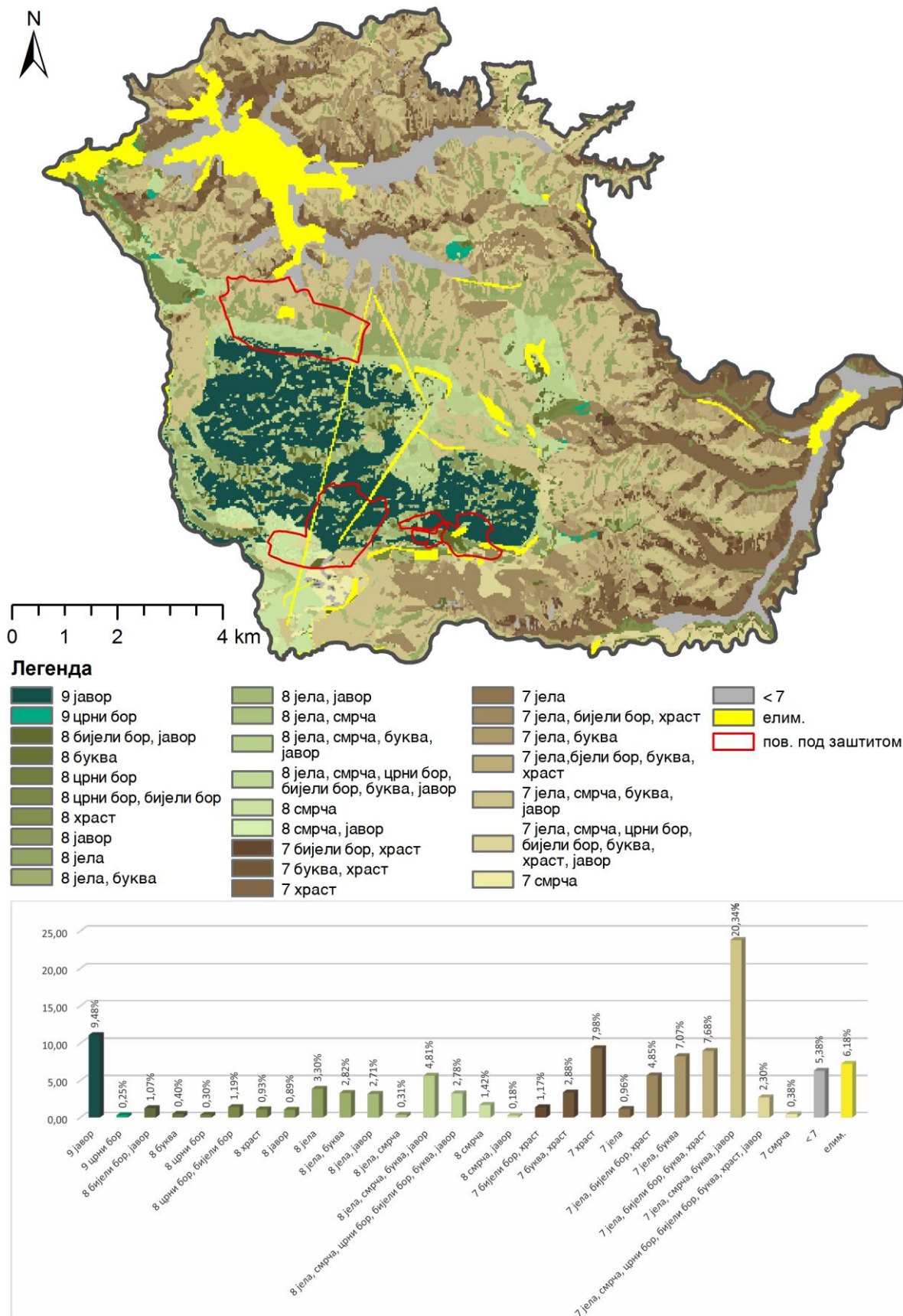


Слика 36 Карте погодности природних потенцијала са процентуалним учешћем вреднованих категорија за: (а) шуме јеле; (б) шуме смрче; (в) шуме црног бора; (г) шуме бијелог бора; (д) шуме букве; (ђ) шуме храста китњака и (е) шуме горског и планинског јавора

6.2.1.2.2 Синтеза резултата евалуације природних потенцијала за потребе шумарства

Поступком преклапања седам лејера (карата погодности) добијена је једна прегледна карта која приказује степен погодности развоја појединих врста шума на проучаваном простору. Због обимности података, у том поступку у обзир су узете само површине које су на свим картама добиле највише бонитетне вриједности (површине оцијењене у распону од 6-9), тј. у процесу преклапања коришћене су претходно урађене карте погодности са распоном оцјена од 7 до 9. Такође, приликом конструисања ове карте извршена је генерализација података, при чему су површине које су захватале мање од 0,1% генералисане у категорије које садрже исте врсте дрвећа истих бонитетних категорија, али које су на проучаваном простору заступљене у већем проценту. Изузетак чине поједине врсте које су из категорије 9 груписане у исту категорију ниже оцјене (8), због изузетно мале заступљености површина оцијењених највишом оцјеном (смрча, буква и јела са учешћем у распону од 0,05-0,001%).

На основу легенде карте уочава се сложен однос вреднованих типова шума, гдје су се на појединим мјестима десила преклапања већег броја типова шума са истим распоном оцјена (предјели гдје је дошло до преклапања више од три типа шума). Ове зоне издвајају се као зоне погодности за развој мјешовитих шума. Анализом ове обједињене прегледне карте установљено је да у погледу природних карактеристика проучаваног простора највише потенцијала за развој имају шуме горског и планинског јавора, али и мјешовите шуме јеле, смрче, букве и јавора. Такође, проучавани простор је претежно погодан за развој шума храста китњака и других лишћара на нешто нижим дијеловима. Најлошија ситуација запажа се у погледу развоја шума у којима доминантну врсту чине црни и бијели бор, иако се бијели бор у већем проценту јавља у заједници са јелом и буквом или храстом китњаком.



Карта 32 Прегледна карта погодности природних потенцијала за шумарство са процентуалним учешћем вреднованих категорија

На основу геоеколошке евалуације природних потенцијала проучаваног простора за потребе шумарства може се закључити да простор Равне планине пружа врло добре услове за развој шума и шумарства. У прилог овоме говори податак да је у погледу појединих типова шума забиљежен највиши распон оцјена, опсега од 8 до 9 (бонитетна категорија 9), што у генералном скору чини око 10% простора. Највећи дио ових, највреднијих предјела налази се на Равној планини, чији се простор генерално показао као високо погодан за развој већине врста анализираних шума, а нарочито за шуме горског и планинског јавора као и мјешовитих шума јеле, смрче, букве и јавора. Резултати се прилично подударају са стварним стањем јер су ове шуме широко распрострањене на проучаваном простору, док су шуме јавора заузимале знатно веће ареале у прошлости.

Терени категорисани као претежно веома вриједни за развој шума заузимају 23,1% проучаваног простора, а више од половине проучаваног простора 55,61% заузимају претежно вриједни терени (бонитетне категорије 7). У већини случајева ради се о простору већ обраслом шумском вегетацијом, гдје доминирају шуме јеле, смрче и букве; али и храстове шуме у заједници или као чисте састојине. Релативно задовољавајући предјели издвојени су у склопу категорије <7 заједно са свим осталим категоријама које носе мање оцјене. Ови предјели су лоцирани у близини већих водотока у котлини и уз ток Праче, са удјелом од 5,38%. Простори категорисани као елиминаторни захватају површину од 7,21 km², тј. 6,18%.

У поређењу са резултатима добијеним евалуацијом проучаваног простора у функцији развоја пољопривреде, резултати геоеколошке евалуације у функцији шумарства указују да природни услови на проучаваном простору пружају прилично повољне услове за развој шумарства као примарне привредне дјелатности. Није занемарљив ни податак да су већим оцјенама оцијењени ареали шума које су са највећим удјелом заступљене на проучаваном простору, што свједочи у прилог објективности коришћене методологије.

* * *

У поступку провјере тачности и стабилности рјешења на промјене релативних тежина критеријума коришћена је варијација тежинских коефицијената у распону од ±30%. Разлог коришћења већег опсега варијација (±30%), у овом случају, јесте

тај што су се у поступку евалуације природних потенцијала Равне планине и Паљанске котлине у функцији развоја шумарства, поред примјене провјерених информација и података дјелимично користиле експерименталне анализе и процјене које су склоне грешкама, а самим тим и потреби коришћења већег опсега варијација (Geneletti, D., 2008). Међу експерименталним процјенама и анализама издвајају се поступци предвредновања климатских и дијелом педолошких критеријума у функцији шумарства, за које раније нису рађене сличне опсервације.

Варијација опсега $\pm 30\%$ примијењена је на комплетан скуп од осам критеријума, при чему је коефицијент мијењан у корацима од 5% за сваки критеријум понаособ, слично као и у претходном примјеру. За осам критеријума и дванаест корака (од -30% – прва варијација до +30% – дванаеста варијација), поступак је поновљен 96 пута, тј. урађено је 96 евалуација за једну од седам карата погодности. Провјеру тачности и стабилности рјешења извели смо на улазним подацима за двије карте (карта погодности за развој шума јеле и шума јавора), јер смо мишљења да је за потребе овог рада то довољан број узорака на основу којих је могуће установити да ли је дошло до превеликог броја одступања у погледу стабилности рјешења. Сходно овоме, урађено је укупно 192 евалуација за двије анализиране карте (уколико би се радиле провјере за свих седам карата погодности, укупан број евалуација износио би 672, тј. поступак провјере резултата морао би се засновати на 672 карте – осам критеријума пута дванаест корака варијација пута седам карата).

Резултати су приказани на 2 x 8 графикана који показују ток промјена и кретање резултата (оцјена) сваког од критеријума, за оба одабрана примјера. Карте у склопу графикана предочавају у ком обиму и које ћелије су промијениле своје вриједности, тј. оцјене. Као и у случају провјере тачности у функцији пољопривреде, црвеном и плавом бојом обиљежене су ћелије које су за +1 (црвена) или -1 (плава) промијениле оцјене. Сивом бојом приказане су ћелије које су задржале првобитне оцјене, а зеленом бојом приказане су ћелије које имају варијацију оцјена ± 1 . На крају поступка урађени су графици који приказују генерални однос промјене појединих критеријума и броја ћелија које мијењају оцјену у објема анализираним картама.

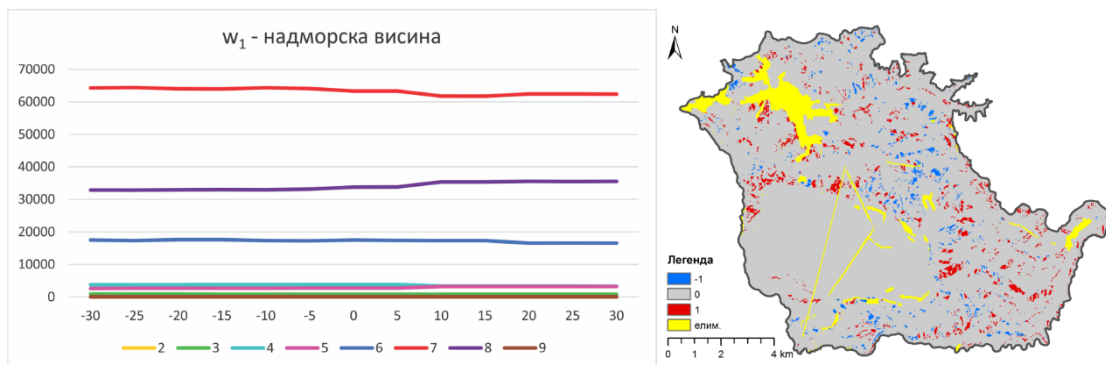


График 24 График кретања резултата промјене коефицијента w_1 – надморска висина за шуме јеле

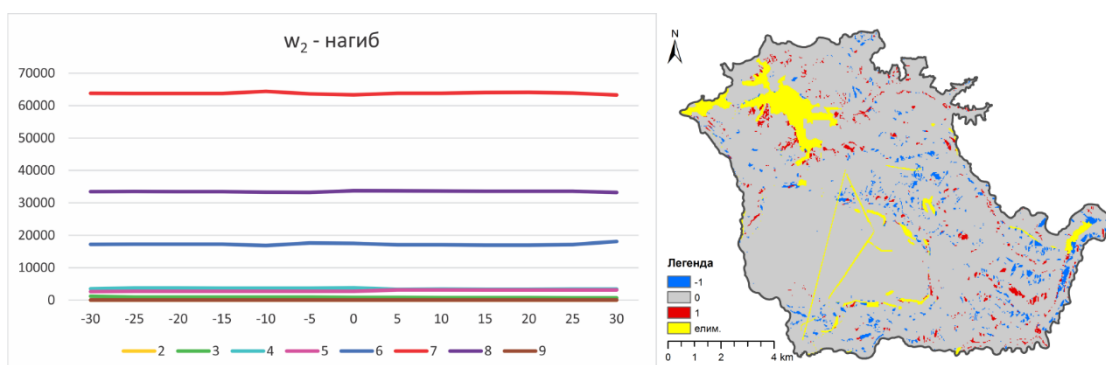


График 25 График кретања резултата промјене коефицијента w_2 – нагиб за шуме јеле

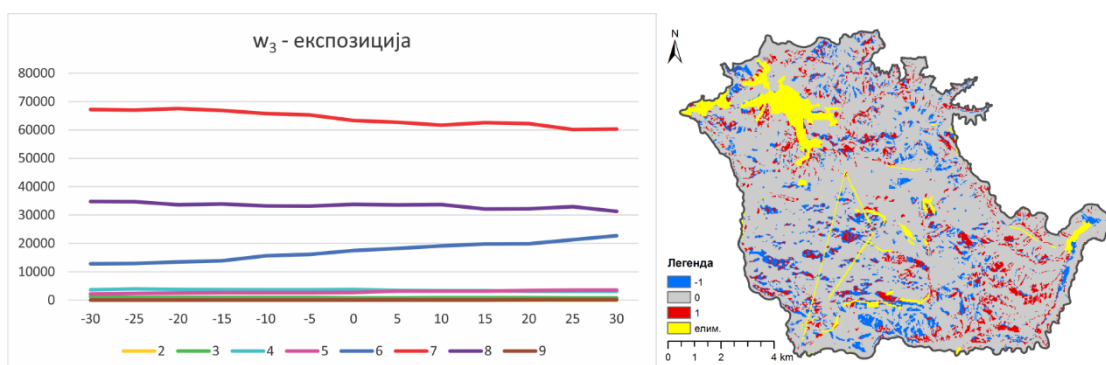


График 26 График кретања резултата промјене коефицијента w_3 – експозиција за шуме јеле

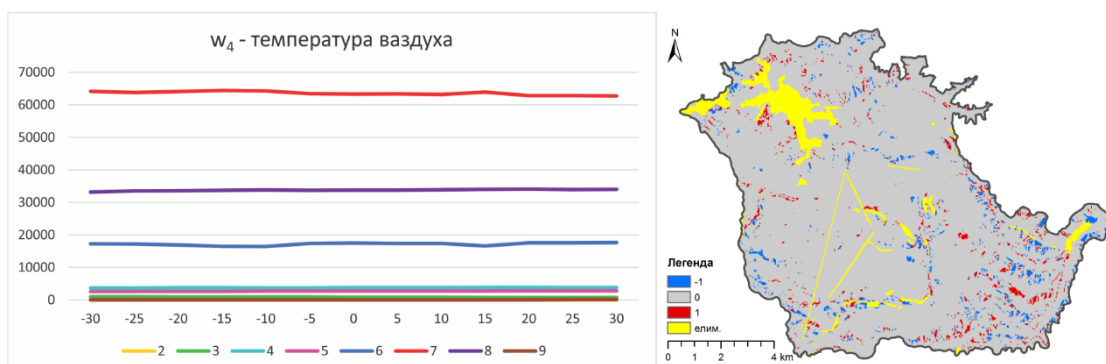


График 27 График кретања резултата промјене коефицијента w_4 – температура ваздуха за шуме јеле

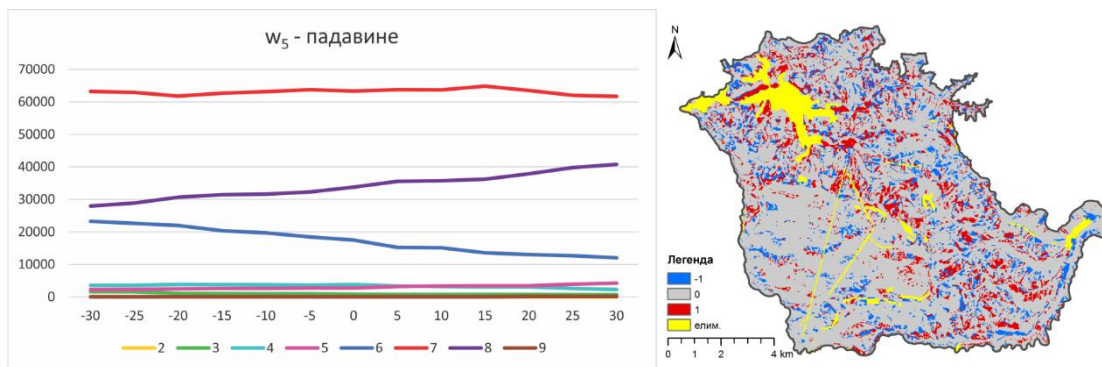


График 28 График кретања резултата промјене коефицијента w_5 – падавине за шуме јеле

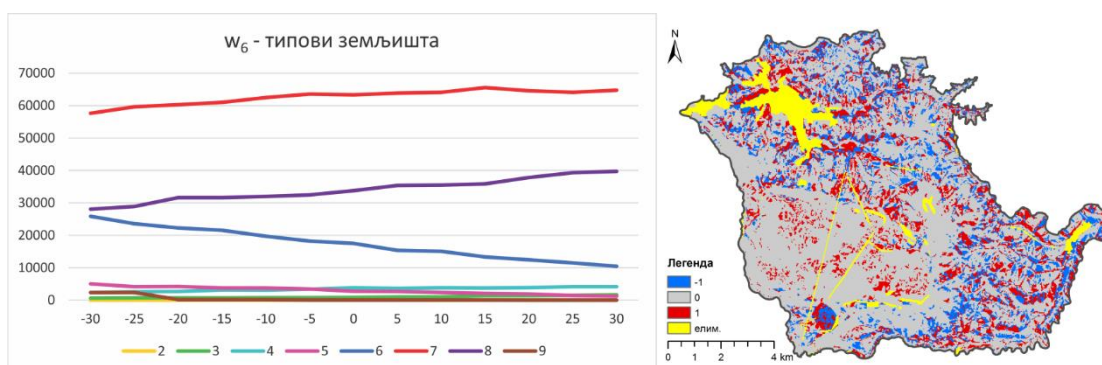


График 29 График кретања резултата промјене коефицијента w_6 – типови земљишта за шуме јеле

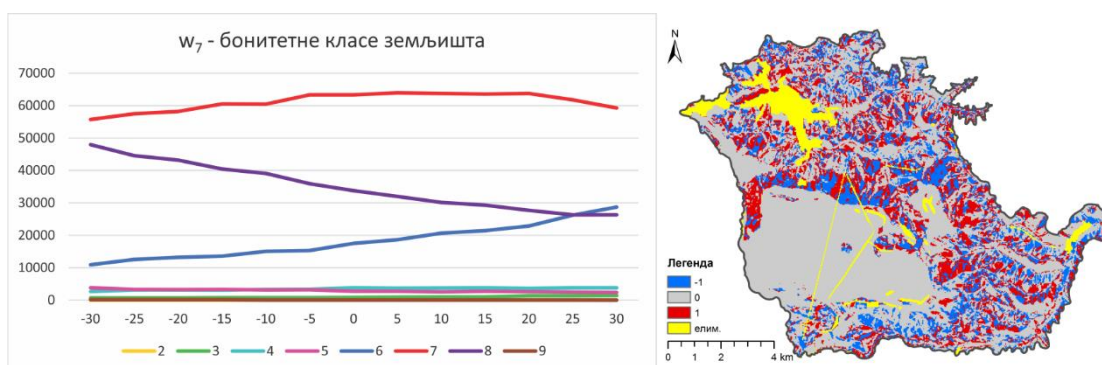


График 30 График кретања резултата промјене коефицијента w_7 – бонитетне класе земљишта за шуме јеле

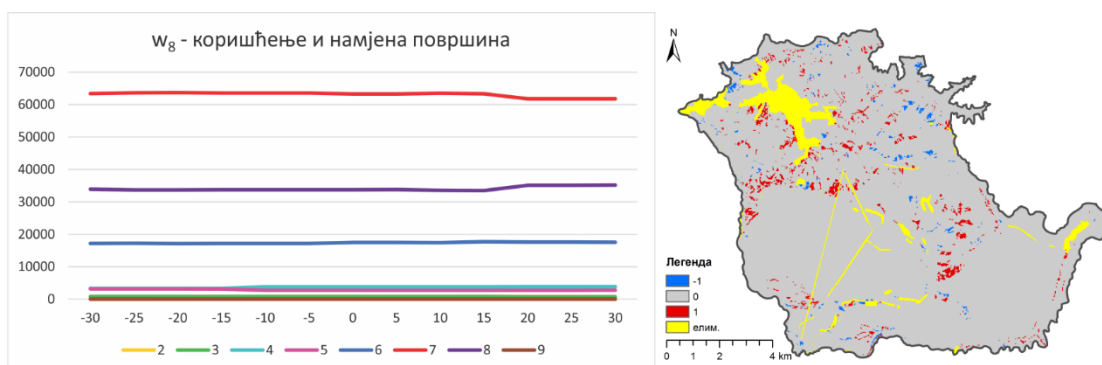


График 31 График кретања резултата промјене коефицијента w_8 – коришћење и намјена површина за шуме јеле

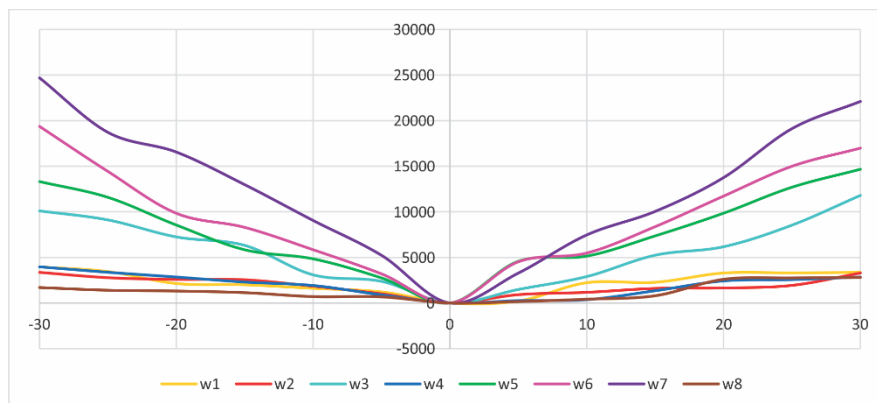


График 32 Број ћелија које су промијениле своју оцјену у зависности од коефицијента који се мијењао и процентуалне величине његове промјене за шуме јеле

Класификацијом и анализом резултата издвојени су сљедећи закључци:

- Анализом варијација карте погодности терена за шуме јеле нису регистроване ћелије које су повећавале или смањивале вриједности за више од једног нивоа подобности (од +1 до -1) у односу на своју првобитну вриједност.
- У поступку провјере стабилности рјешења установљено је да највећу осјетљивост има коефицијент w_7 . Коефицијенти w_8 , w_1 , w_2 и w_4 су прилично уједначени и имају најниже осјетљивости. Такође, повећану осјетљивост имају и коефицијенти w_6 , w_5 и w_3 .
- Највећа разлика класификације при варијацији коефицијента w_7 забиљежена је у оцјенама 8, 6 и 7, гдје се биљежи тренд смањења броја ћелија вриједности 8 и повећања броја ћелија вриједности 6 у поступку увећања коефицијента за +30%, као и повећања броја ћелија вриједности 8 и смањења броја ћелија вриједности 6 у поступку умањења коефицијента од -30%. Број ћелија вриједности 7 стагнира, а потом опада у оба правца $\pm 30\%$ (опадање је нешто израженије у случају варијација од -20% до -30%).
- Коефицијенти w_6 и w_5 такође биљеже промјене истих оцјена 8 и 6, које у овом случају имају супротан тренд у односу на коефицијент w_7 . Варијацијом коефицијента w_6 запажа се благи пораст броја ћелија оцијењених вриједношћу 7 у распону од 0 до +30%, али и опадање броја ћелија исте оцјене у распону од 0 до -30%, док у случају коефицијента w_5 , оцјене 7 су прилично константне и са благо израженим промјенама које се запажају на +15% и -20%, али које битно не утичу на тренд варијације.

- Варијацијом коефицијента w_3 забиљежен је тренд опадања ћелија оцијењених вриједношћу 7 и пораста броја ћелија оцјене 6 на потезу од 0 до +30%, као и супротан тренд истих оцјена варијације од 0 до -30%. Оцјена 8 у овом случају стагнира и нису регистроване израженије промјене.
- Анализом графикана (График 32), најмању промјену оцјена биљежи коефицијент w_8 (око 2.000 ћелија), а потом и коефицијенти w_2 , w_1 и w_4 . Коефицијент w_3 има око 10.000 ћелија које су промијениле оцјену; а w_5 око 13.000. Највећи број ћелија које су промијениле оцјену имају коефицијенти w_6 (око 18.000) и w_7 (око 23.400 ћелија, тј. 21 km² што чини око 18% од укупне површине проучаваног простора). Највећи број ћелија које су промијениле оцјену забиљежен је при варијацији од -30% за коефицијенте w_7 и w_6 као и +30% за коефицијенте w_5 и w_3 , те поново за w_7 и w_6 .

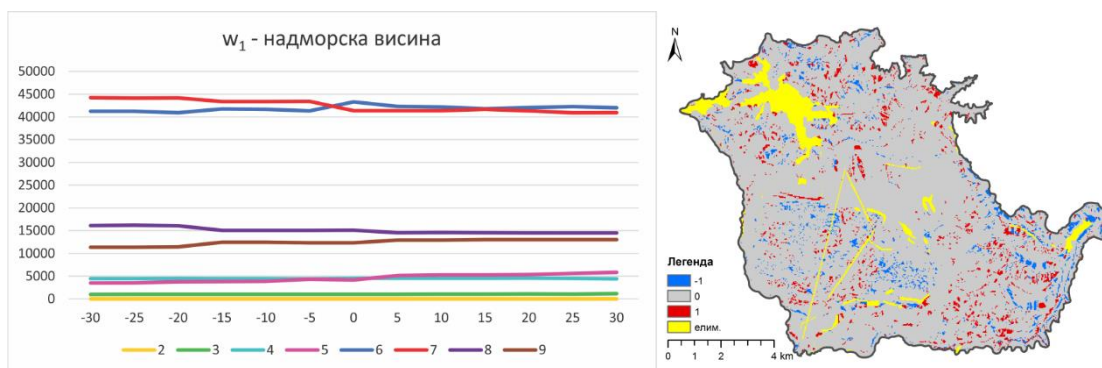


График 33 График кретања резултата промјене коефицијента w_1 – надморска висина за шуме јавора

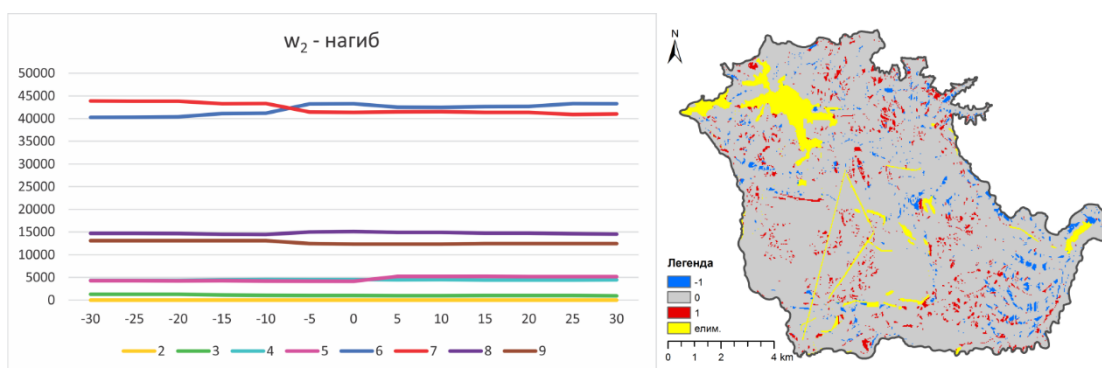


График 34 График кретања резултата промјене коефицијента w_2 – нагиб за шуме јавора

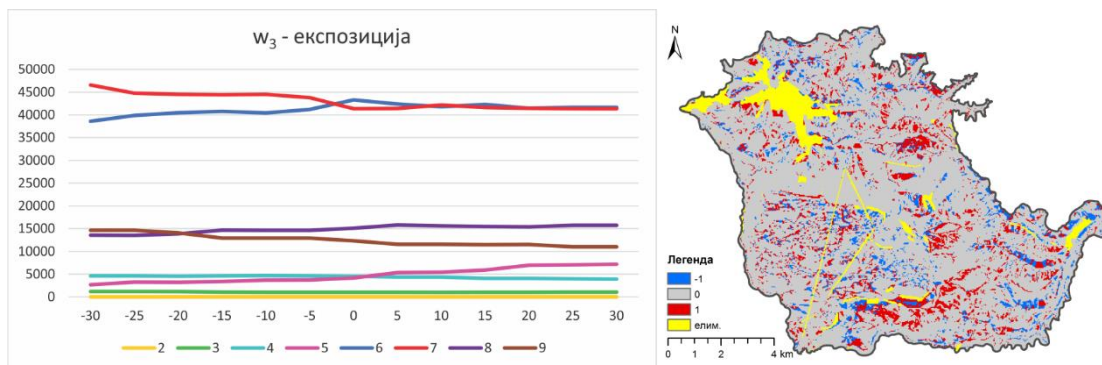


График 35 График кретања резултата промјене коефицијента w_3 – експозиција за шуме јавора

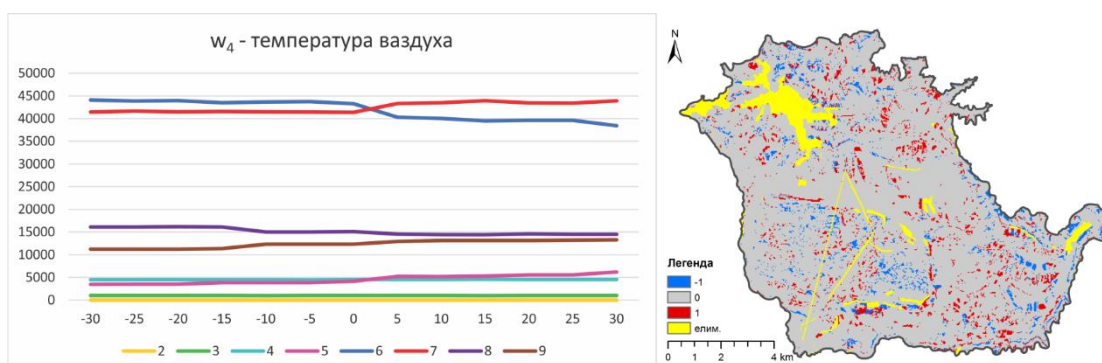


График 36 График кретања резултата промјене коефицијента w_4 – температура ваздуха за шуме јавора

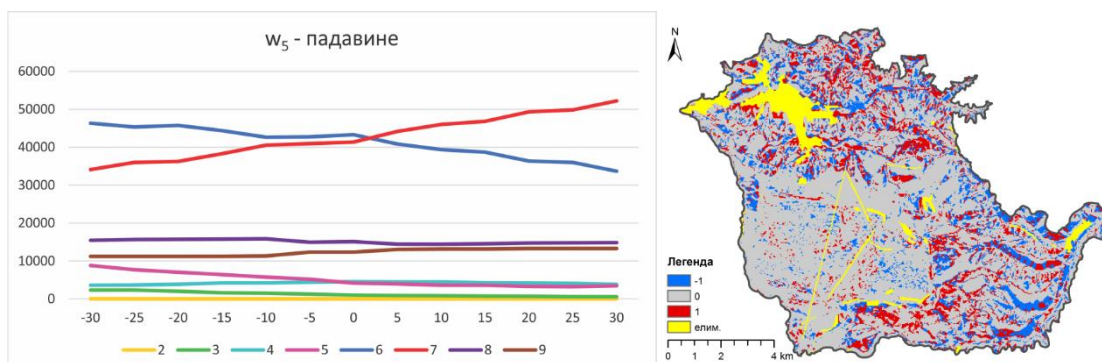


График 37 График кретања резултата промјене коефицијента w_5 – падавине за шуме јавора

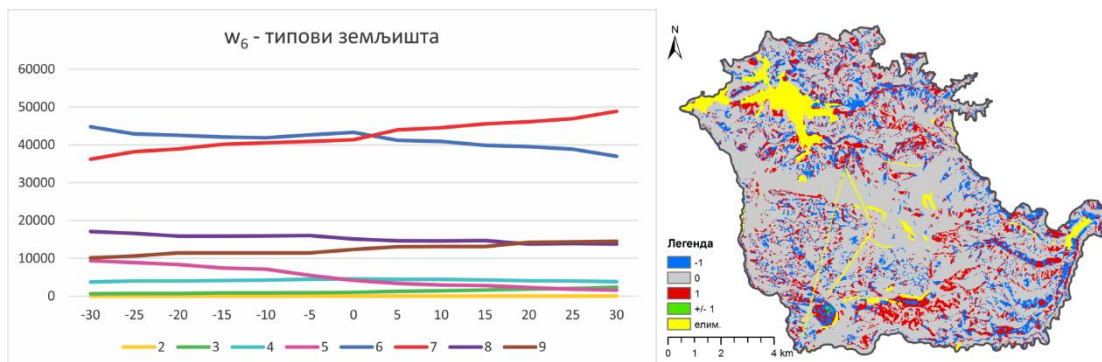


График 38 График кретања резултата промјене коефицијента w_6 – типови земљишта за шуме јавора

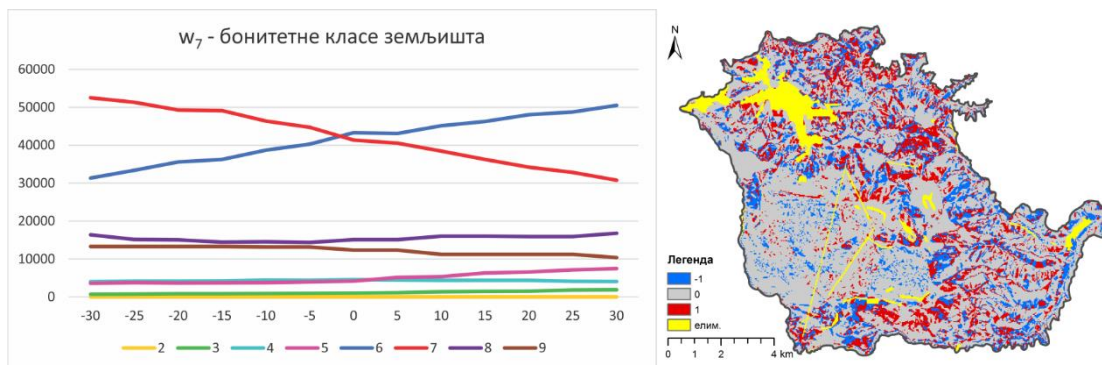


График 39 График кретања резултата промјене коефицијента w_7 – бонитетне класе земљишта за шуме јавора

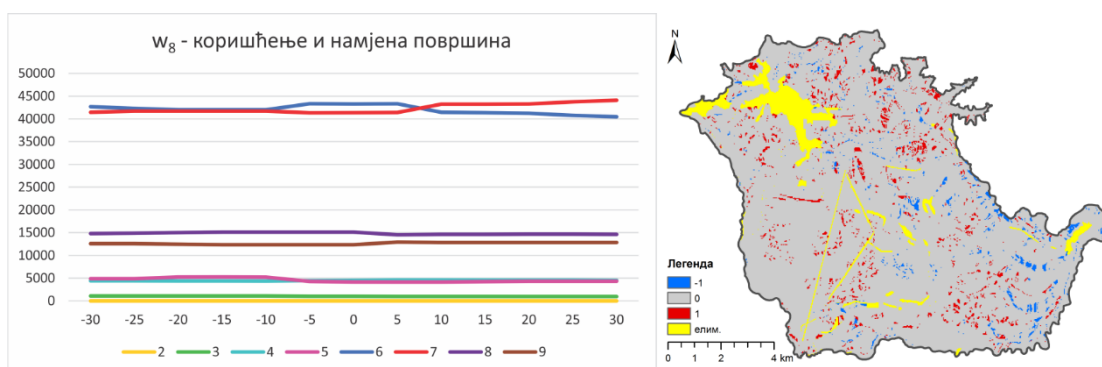


График 40 График кретања резултата промјене коефицијента w_8 – коришћење и намјена површина за шуме јавора

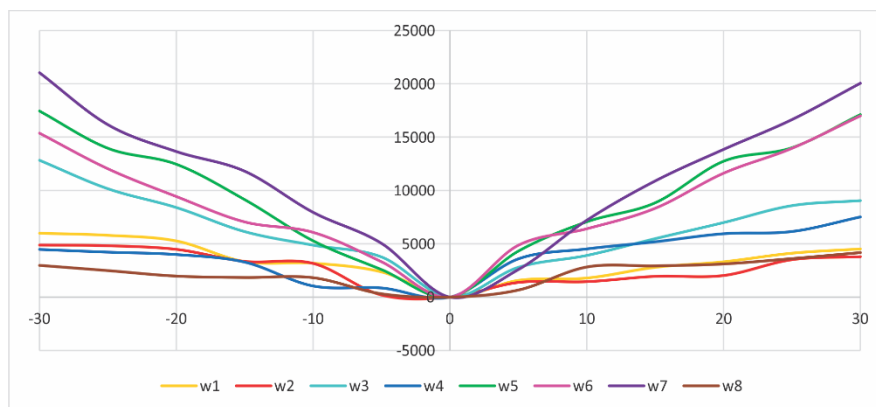


График 41 Број ћелија које су промијениле своју оцјену у зависности од коефицијента који се мијењао и процентуалне величине његове промјене за шуме јавора

На основу резултата добијених поступком провјере тачности и стабилности рјешења анализом карте за шуме јавора закључено је сљедеће:

- Варијације тежинских коефицијената карте погодности терена за шуме јавора показале су извјесне разлике у односу на претходну анализу, која је проведена за шуме јеле. У погледу варијација коефицијента w_6 регистроване су ћелије које су истовремено и повећавале и смањивале вриједности нивоа подобности за ± 1 . Укупан број ових ћелија је 37 (0,033 km²) и промјена

њихових вриједности је забиљежена у случају варијација од -25% до -30% и од +25% до +30%. Ове површине су означене зеленом бојом на карти.

- Највећу осјетљивост и у случају погодности терена за шуме јавора такође има коефицијент w_7 . Повећану осјетљивост имају коефицијенти w_5 и w_6 , средњу w_3 и w_4 , док су коефицијенти w_8 , w_2 и w_1 прилично уједначени и имају најнижу осјетљивост.
- У погледу варијације оцјена свих коефицијената, највећа одступања забиљежена су у оцјенама 6 и 7. Код коефицијента w_7 регистрован је пораст броја ћелија вриједности 6 и смањење броја ћелија вриједности 7 када се тежи увећању коефицијента од +30%, као и смањење броја ћелија вриједности 6 и пораст броја ћелија вриједности 7 када се тежи умањењу коефицијента од -30%. Присутан је тренд благог опадања броја ћелија вриједности 9 у распону од 0 до +30% и благог пораста од 0 до -5%, након чега је вриједност ових ћелија константна. Забиљежен је константан тренд раста броја ћелија вриједности 5 у варијацијама распона од 0 до +30%.
- Као и у претходном примјеру, коефицијенти w_5 и w_6 биљеже сличне промјене оцјена 6 и 7, које у овом случају имају супротна одступања у односу на коефицијент w_7 . У распону варијација од 0 до -30% код коефицијента w_5 запажа се благи пораст броја ћелија оцијењених вриједношћу 5 те благо опадање броја ћелија оцјене 9.
- У случају коефицијента w_6 биљежи се тренд благог опадања броја ћелија вриједности 8 и 5 и пораст ћелија вриједности 9, када се тежи увећању коефицијента од +30%. Такође, присутан је тренд пораста броја ћелија вриједности 8 и 5 и смањење броја ћелија вриједности 9 када се тежи умањењу коефицијента од -30%.
- Остали коефицијенти имају мање изражена одступања оцјена, при чему су најмања одступања забиљежена код оцјена коефицијента w_8 . Оцјене коефицијента w_1 , w_2 и w_3 најсличније су тренду кретања оцјена w_7 , али са знатно мање израженим промјенама, док су оцјене коефицијента w_4 сличне тренду кретања оцјена w_5 и w_6 .
- Број ћелија које су промијениле своју оцјену у зависности од коефицијента који се мијењао и процентуалне величине његове промјене варира у распону

од 3.000 до 20.500 ћелија. Најмању промјену оцјена има коефицијент w_8 а потом и коефицијенти w_2 и w_1 , а највећу коефицијент w_7 (20.500 ћелија, тј. 18,5 km² што чини око 15% од укупне површине проучаваног простора). Коефицијенти w_5 и w_6 имају око 15.000 ћелија које су промијениле оцјену. Највећи број ћелија које су промијениле оцјену забиљежен је при варијацији у распону од -25% до -30% за коефицијенте w_7 и w_5 као и од +25% до +30% за коефицијенте w_6 , w_3 и w_4 , као и за w_7 и w_5 .

Увођењем варијације од $\pm 30\%$ забиљежена је извјесна промјена равнотеже појединих анализираних коефицијената. Ипак, добијена рјешења могу се посматрати као стабилна, јер на графиконима нису регистрована нагла одступања и промјене вриједности иако су уведене веће варијације у односу на тест стабилности рађен за потребе пољопривреде. Највеће промјене у кретању резултата забиљежене су приликом варијације тежинских коефицијента педолошких одлика, али и приликом варијације падавина. Тежински фактори ових критеријума носе највише вриједности, па је овакав однос био очекиван. Најмање промјене су регистроване приликом варијације критеријума који су задобили најниже вриједности тежинских коефицијената (биогеографске одлике, нагиб и надморска висина), док средње вриједности промјене биљеже критеријуми експозиција падина и температура ваздуха.

6.2.2 Евалуација природних потенцијала за потребе туризма

Туризам утиче на квалитет животне средине као потрошач природних и других ресурса: земљишта, воде, горива, електричне енергије и хране, али и као произвођач значајне количине отпада и емисија. Потенцијални негативни утицаји туризма на животну средину изражени су кроз притисак на природне ресурсе, живи свијет и станишта, као и стварање отпада и загађење. Са друге стране, ова привредна грана има велики интерес да одржи квалитет животне средине на високом нивоу, па је чиста и здрава животна средина врло важна претпоставка његовог успјешног развоја. Позитивни ефекти туризма у односу на животну средину огледају се у чињеници да је ријеч о дјелатности која тежи ка адекватном коришћењу природних потенцијала, унапређењу предјела и одржавању еколошких, економских и социокултурних вриједности локалне заједнице, јер је чиста и здрава

животна средина врло важна претпоставка његовог успјешног развоја. Туризам је честа активност у планинама, а посебно је изражен кроз рекреативни туризам, који је у уској вези са заштићеним просторима.

Природни услови за развој туризма на неком простору су објективни фактори који постоје независно од тога да ли је развијена туристичка активност. Њихова функција и значај произлазе из чињенице да они непосредно одређују туристички квалитет простора, степен његове привлачности за туристе, као и могућности његове евалуације у функцији туризма. Општина Пале посједује разноврсне природне и културно-историјске ресурсе на основу којих може формирати туристичку понуду. Велики број природних и културних вриједности, повољан туристичко-географски положај и добра материјална база туризма свједоче у прилог наведеном. Међутим, туристички производ на овом простору није формиран у потпуности, прије свега због недовољне валоризације туристичких потенцијала, незавршеног процеса стављања природних и културно-историјских добара у одговарајући третман заштите, непотпуне рецептивне, комуникацијске, инфраструктурне и супраструктурне основе, итд. Треба истаћи да су најбоље развијени садржаји зимског туризма на Јахорини, док се у љетном периоду године јавља мањак туристичких активности.

Зимски туризам као приоритетни облик спортско-рекреативног туризма на рубном дијелу Равне планине укључује спортске активности везане за снијег. Ранија истраживања погодности појединих природних потенцијала за развој зимског туризма на цјелокупном простору Равне планине дала су задовољавајућу оцјену (нарочито у погледу погодности терена за нордијско скијање), међутим мишљења смо да је потребно више обратити пажњу на потенцијале за развој рекреативног туризма који би могао да се проводи у љетном дијелу године, као допуна већ афирмисаном зимском туризму на Јахорини.

Рекреација⁵⁸ представља човјекове активности у слободно вријеме које доприносе побољшању његовог здравља и психофизичких способности. Те активности најчешће су организоване, смишљене и изводе се плански. Рекреативни

⁵⁸Рекреација као одмор не произлази из тегобних егзистенцијалних услова односно физиолошких потреба, већ означава настојање да се у редовне радне и животне напоре унесе предак који ће човијеку, осим физичког освјежења, омогућити и психичко освјежење са благотворним ефектом на организам.

туризам представља друштвени феномен новијег датума са значајним социокултурним и економским утицајима. Рекреативне активности чине све већи проценат у укупним туристичким активностима, јер савремени туристи желе активан одмор у очуваном природном амбијенту у који ће побјећи од свакодневице. Ипак, рекреација подразумијева широк дијапазон људских активности које прате извјесне разлике у односу на туризам.

Туризам често има примијењену оријентацију која се базира на туристичкој индустрији (трошкови путовања, обрасци путовања, захтијеви туриста, оглашавање, маркетинг), а насупрот томе рекреација се посматра као друштвено и ресурсно оријентисана дјелатност, у уској вези са управљањем природним ресурсима, немаркетиншким вредновањем рекреативних искустава, носећим капацитетом простора и сл. (Hall, C.M., Page, S.J., 2014). Туризам се првенствено односи на активности и путовања која се одвијају у слободно вријеме, а која су концентрисана на посјетиоце у одређеној дестинацији и која обично доносе извјестан прилив новца од стране посјетилаца, на регионалном нивоу. Са друге стране, рекреација се односи на слободне активности које су предузете од стране становника из непосредног региона, чији начини потрошње укључује „рециклирање новца“ унутар заједнице, базирано на дневном боравку, ноћењу и продуженом рекреативном путовању (Hall, C.M., Page, S.J., 2014). Са тим у вези, планинска подручја која се налазе у непосредној близини градских зона, због слабије насељености и природних услова којим располажу, често се квалификују у категорију предјела погодних за коришћење у сврху рекреације и појединих видова рекреативног туризма.

6.2.2.1 Евалуација природних потенцијала у функцији развоја рекреативног туризма

Постоји више модела који вреднују планинске просторе за потребе рекреације од којих истичемо модел Кимстеда.⁵⁹ Овај метод се заснива на анализи и инвентаризацији предјела, како би се након тога могао извршити поступак вредновања. На основу анализе добијених података, израђује се карта погодности

⁵⁹ Овај квантитативни метод је 1967. године формулисао њемачки геоеколог Hans Kiemstedt (Пецел, М. – непубликован материјал).

за рекреацију. Модел се базира на познавању природних елемената предјела, а препознаје се и као метод разноврсности. Међутим, метод је неопходно ускладити са подацима за климатски фактор и прилагодити га за наш простор, пошто су у моделу дати биоклиматски фактори за простор Њемачке (Пецел, М. – непубликован материјал).

За рекреативне туристичке облике коришћења простора као критеријуми користе се физичкогеографске и социоекономске вриједности предјела. Физичкогеографске компоненте проучаваног простора карактерише низак степен антропогеног утицаја са амбијентом којег већим дијелом карактерише изворна природа. Сходно предмету истраживања у раду су коришћени физичкогеографски критеријуми, као интерни фактори у поступку евалуације, али и два екстерна фактора која се односе на могућност приступа (приступачност) потенцијалним рекреативним зонама и изолованост, тј. удаљеност од главних саобраћајница, из разлога очувања природности рекреативних простора због негативних утицаја прометних путева (бука, зоне насеља уз саобраћајнице, аерозагађење и сл.).

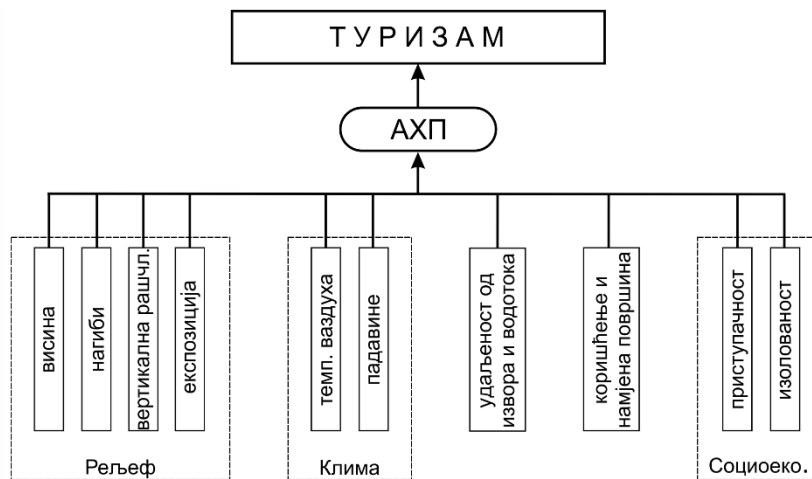
У процесу одабира врста рекреације коришћен је неформални приступ базиран на литералној грађи те властитом искуству и процјени које врсте рекреације су примјерене условима терена. На основу тога закључено је да су најподеснији облици физичке рекреације: пјешачење („hiking“ и „backpacking“)⁶⁰, вишедневно пјешачење („trekking“)⁶¹, планинарење, бицикличке туре, али у извјесној мјери и поједини екстремни⁶² видови рекреације, као што су: планински бициклизам („mount biking“), спелеотуризам, алпинизам, слободно пењање, параглајдинг и сл. (Salleto-Janković, M., 1997; Buckley, R., 2006; Бузјак, Н., 2008; Vognar, A., Vognar,

⁶⁰ Пјешачење у природи, обично по већ утврђеним стазама са ношењем камперске опреме у торби на леђима зове се бекпекинг. Хајкинг је форма пјешачења са специфичном сврхом истраживања и уживања у природним љепотама.

⁶¹ Трекинг је вишедневни хајкинг, тј. пјешачење по планинским и руралним предјелима, а подразумијева се и ноћење у природи, обично у шатору. Трекинг или пјешачки туризам један је од најраспрострањенијих видова туризма, јер пјешачке туре не захтијевају посебну припрему и опрему, туристима пружају уживање у природи, емоционално опуштање и одличне су за стицање кондиције. Пјешачке туре улазе у ред најомиљенијих видова одмора код становништва развијених земаља са високим степеном урбанизације, као што су: земље Скандинавије, Швајцарска, Њемачка, Канада, Јужноафричка Република итд. (Генов, Г., 2008).

⁶² Екстремни спортови су нетрадиционални спортови и активности које захтијевају од учесника да комбинују атлетске вјештине са постојећим ризиком. Као последица превелике сигурности у стилу вођења модерног живота и недостатка осјећаја опасности у свакодневним активностима, али и напредовањем спортске опреме и технологије, екстремни спортови постају све популарнији (Buckley, R., 2006).

Н., 2010; Пецељ, М. – непубликован материјал; Deng, J., King, V., Bauer, T., 2002; Aklibasinda, M., Jahja, B., 2013). У поступку евалуације карактеристика проучаваног простора у сврху развоја рекреативног туризма коришћена је иста бонитетна скала на основу које је извршена евалуација природних потенцијала за потребе претходних грана привреде. Избор критеријума приказан је у дијаграму тока евалуације (Скица 21).



Скица 21 Дијаграм тока евалуације природних потенцијала за потребе туризма

Евалуација рељефа за потребе рекреације и туризма проведена је на основу анализираних геоморфолошких одлика проучаваног простора. Рељефни облици доприносе георазноликости предјела повећавајући његов научно-едукативни и рекреативни туристички потенцијал. На могућност развоја туризма на проучаваном простору рељефне карактеристике утичу на различите начине, као стимулишући или ограничавајући фактори. Степен погодности рељефа за развој различитих видова рекреативног туризма, између осталог, подразумева физичку погодност, естетску погодност и доступност. Физичка погодност се огледа у утицају појединих морфометријских одлика рељефа на већа или мања ограничења која су умањила потенцијалне вриједности рељефа. То се посебно односи на деструктивне гравитационе процесе одроњавања, урушавања и осипања који су израженији на нагнутом терену (важно са аспекта сигурности, односно потенцијалне опасности за туристе). Естетска погодност, односно атрактивност изгледа одређеног рељефног облика или цјелине, такође је важна одредница вриједности рељефа за дефинисане облике рекреације. Одређивање естетске погодности, односно атрактивности више је субјективне природе. Поједини рељефни облици могу бити нарочито естетски

атрактивни туристима, али могу и утицати на проходност (кањони, шкрапари и сл.). Доступност, као показатељ туристичке погодности простора, укључује спољну и унутрашњу доступност. Спољна доступност представља удаљеност одређеног туристичког подручја од урбаних зона и важнијих саобраћајница, док унутрашња подразумијева повезаност унутар туристичког подручја (Лепирица, А., 2006). У поступку евалуације доступност је разматрана као посебна категорија, у склопу социоекономских критеријума.

Хипсометријске одлике рељефа огледају се кроз утицај надморске висине на здравље и побољшање општег психофизичког стања посјетиоца.⁶³ Хипсометријски виши дијелови Равне планине уклапају се у ранг терапијских компоненти које пружају планински предјели. Нагиби и вертикална рашчлањеност рељефа утичу на доступност и од значаја су за планирање траса пјешачких и бициклических стаза, али и за естетску погодност рељефа. Са друге стране, дијелови терена на којима доминира јаче рашчлањен и нагнут рељеф, показују се као изузетно погодни за поједине екстремне облике рекреације. У планирању облика намјене и коришћења предјела за рекреацију важну улогу игра и експозиција рељефа, при чему се теренима на којима доминирају присојне стране дају веће предности када је ријеч о лоцирању и уређењу туристичко-рекреативних комплекса. Експозиција падина у извјесној мјери утиче и на карактеристике микроклиме појединих дијелова проучаваног простора, што се огледа у рекреативно-терапијским компонентама.

У погледу погодности климатских услова у поступку планирања предјела важно је просјечно стање атмосфере, а не тренутно. Локални климатски услови су покретачки чиниоци туризма, а истовремено и привлачни јер утичу на одабир дестинације. Туристима је важно какво вријеме очекују у одабраној дестинацији што зависи о томе ради ли се о љетном, зимском или цјелогодишњем облику туризма. Поједини рекреативни облици туризма имају цјелогодишњи карактер и сходно томе захтијевају повољне температуре током цијеле године. Због тога су бројна туристичка мјеста у вишим планинским дијеловима за посјете туриста

⁶³ Планине умјерених географских ширина посједују терапијске одлике. Издвајају се надморске висине које благотворно дјелују на поједине врсте обољења (терени надморских висина до 1200 m погодују асматицима, реконвалесцентима, особама обољелим од пнеумоније, туберкулозним и малокрвним особама, док терени надморских висина до 2000 m погодују анемичним особама, млађим плућним болесницима, рахитичним особама и нарочито особама премореним од интелектуалног рада) (Михић, Љ., 1976).

отворена само у топлијем дијелу године, док са друге стране, облици зимског туризма захтијевају ниже, али не прениске годишње температуре. Притом је повољно ако су оне ниске током цијеле године, јер омогућавају цјелогодишњу туристичку понуду. Вриједности релевантних климатских елемената сврставају проучавани простор у климатске зоне са израженим карактеристикама субпланинске и планинске климе. Будући да температуре као и температурне амплитуде опадају, а трајање инсолације расте са порастом надморске висине, у комбинацији са нагибом рељефа планинска подручја су најповољнија за облике зимског туризма. Међутим, при поступку планирања у обзир треба узети и утицај климатских карактеристика планина, нарочито у љетном периоду године када рекреативне вриједности свјежије планинске климе више долазе до изражаја. За цјелогодишње рекреативне облике туризма најповољније услове имају подручја са равномјерно распоређеним падавинама током године, при чему се сњежни покривач не задржава дуго или је довољно танак да не утиче значајније на посјећеност.

Рекреација и туризам имају друкчије захтјеве према водотоцима. У купалишном туризму и авантуристичко-рекреативним активностима на брзим планинским водотоцима (рафтинг, кануинг, кајакаштво и сл.) велику важност имају физичка погодност, естетска вриједност, доступност и подношљиви капацитет; док су у излетничким облицима туризма који се базирају на разгледању најважнији естетско-едукативна вриједност и доступност (Лепирица, А., 2006). За рекреативне активности везане уз коришћење тока за пловидбу малим рекреативним пловилима физичка погодност огледа се у функцији ширине и нагиба корита, брзине тока, водостаја, у мањој мјери температуре воде те постојања брзака и стабилности обала (Лепирица, А., 2006), док је атрактивност изгледа предјела приликом погледа са корита такође пожељан чинилац. Доступност је такође важан фактор како би корисници у било ком тренутку могли прекинути активност и изаћи на обалу (због чега су кањони мање погодни). За рекреативни туризам базиран на разгледању, водотоци имају примарно естетско-едукативну вриједност при чему треба вредновати изглед корита, материјал дна корита, постојање брзака, слапова, водопада, седрених баријера и ада (Лепирица, А., 2006). Главни фактори доступности су приступ обалама водотока или неком дијелу простора са

атрактивним погледом на водоток. У раду је у склопу хидролошких критеријума вреднована удаљеност од извора и водотока, према узору на радове са сличним предметом истраживања (Dashti, P. et al., 2013; Aklibasinda, M., Jahja, B., 2013; Piran, H. et al., 2013).

Биотичке компоненте као дио садржаја често се користе у тзв. „поучним“ стазама. Просторна разноликост врста вегетацијског покроба као и велика биоразноликост повећавају атрактивност поучне стазе док самоникла шумска вегетација пружа посебан естетски доживљај. Поглед који се пружа са планинских падина може представљати један од естетских елемената, док пошумљеност може бити отежавајући фактор за видљивост, тј. прегледност. Са друге стране, шуме саме по себи представљају естетски атрактиван елемент у различитим облицима туризма, омогућавајући рекреативне активности. Због специфичне микроклиме, производње кисеоника и фитонцида (који умањују бројност микроорганизама, патогених бактерија и протозоа), угодног мириса (који потиче од етеричних уља), те опуштајућег утицаја, шума има и здравствену функцију. Шуме као изврстан пречистач ваздуха задржавају велике количине отрова. Такође, извјесну количину загађујућих материја које се налазе у води задржава растресито шумско тло, што условљава чисту воду шумских извора и подземних токова. Рекреативна улога шума зависи и од доступности шуме, тј. близине већим насељима. Са друге стране, вегетација може утицати на проходност терена, будући да терен са грмоликом и трновитом вегетацијом онемогућава туристима нормално кретање.

Приступачност као категорија увршћена је као један од два социоекономска критеријума у поступку евалуације. Локалитет је посјећенији, а тиме и вреднији уколико постоји могућност масовног доласка и уколико је саобраћај организованији. На приступачност значајно утичу и вријеме доступа⁶⁴ као и комфор доступа⁶⁵, потенцијалном рекреативном локалитету (Цвејић, Ј., Љешевић, А.М., Веснић-Нађерал, Ж., 1993). Међутим, ови чиниоци су врло значајни у поступку евалуације приградских зона великих градова, док је за потребе овог рада

⁶⁴ Што је мање времена потребно да се дође до потенцијалног рекреативног локалитета, то је он вреднији (Цвејић, Ј., Љешевић, М.А., Веснић-Нађерал, Ж., 1993).

⁶⁵ Конфор доступа зависи од више фактора, као што су: организација саобраћаја, квалитет саобраћајница, локација предјела... (Цвејић, Ј., Љешевић, М.А., Веснић-Нађерал, Ж., 1993).

анализирана приступачност која је као критеријум укључила удаљеност од путева и саобраћајница.

Изолованост, тј. удаљеност од главних путева, посматрана је са становишта повећања природности амбијента, тј. умањења негативног утицаја (буке, загађења, повећане насељености уз путеве), који собом носе веће саобраћајнице. Самим тим, вриједност потенцијалних рекреативних површина на проучаваном простору повећава се удаљеношћу од главних саобраћајница.

* * *

У поступку предвредновања детерминисано је осам физичкогеографских (интерних) и два, условно говорећи, социоекономска (екстерна) критеријума чији је утицај незаобилазан када је ријеч о рекреативном туризму. Изведене оцјене, тј. степен погодности атрибута, добијене су на основу примјера коришћених у радовима који третирају сличну проблематику (Bungamkaew, K., 2012; Deng, J., King, B., Bauer, T., 2002; Dashti, P. et al., 2013; Aklibasinda, M., Jahja, B., 2013; Piran, H. et al., 2013; Tsiko, R.G., Haile, T.S., 2011; Ghamgosar, M. et al., 2011; Богнар, А., Богнар, Х., 2010; и др.). Атрибути и оцјене су прилагођени могућностима и условима које пружа проучавани простор. Са те стране, рељеф је заступљен са четири критеријума, а остали са два или једним критеријумом.

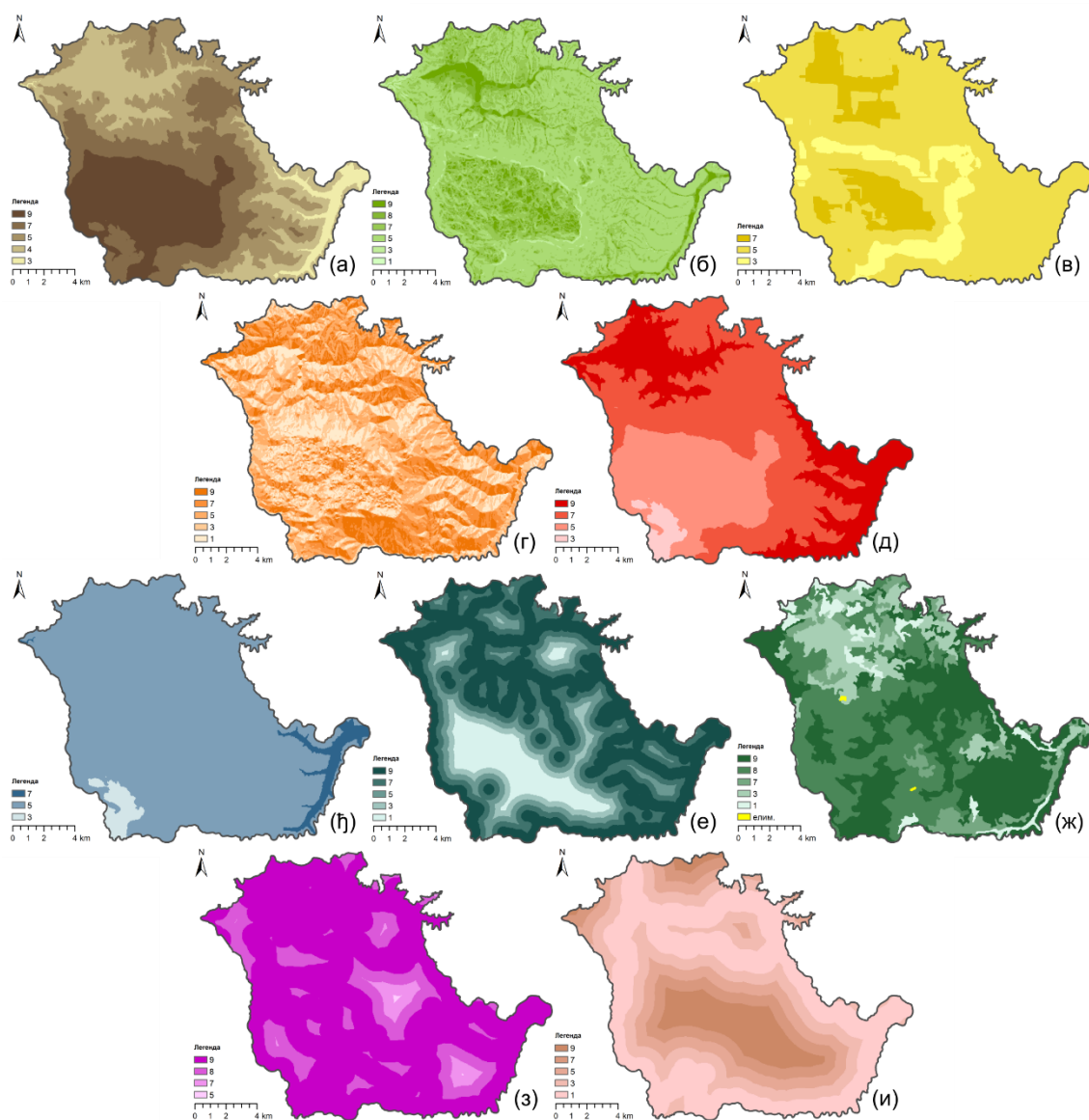
ГЕОЕКОЛОШКА ЕВАЛУАЦИЈА ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА РАВНЕ ПЛАНИНЕ И
ПАЉАНСКЕ КОТЛИНЕ

Табела 53 Бодовање атрибута критеријума за потребе предвредновања у области туризма

Критеријуми		Атрибути	Бонитетна категорија
Релјеф	надморска висина (m)	< 800	3
		800–900	4
		900–1000	5
		1000–1250	7
		1250–1500	9
		> 1500	7
	нагиби (°)	0-2	9
		2-5	8
		5-12	7
		12-32	5
		32-55	3
		> 55	1
	вертикална рашчлањеност (m/km ²)	0-5	9
		5-30	8
		30-100	7
		100-300	5
		300-800	3
		> 800	1
	експозиција – осунчаност (°)	хориз. пов.	9
		S	9
SE, SW		7	
E, W		5	
NE, NW		3	
N		1	
Клима	температура ваздуха (°C)	8-10	9
		6-8	7
		4-6	5
		2-4	3
	падавине (mm)	900-1000	7
		1000-1250	5
Воде	удаљеност од извора и водотока (m)	< 250	9
		250-500	7
		500-750	5
		750-1000	3
		> 1000	1
Биогеог.	коришћење и намјена површина	неконтинуиране урбане површ.	3
		спортско рекреационе површине	9
		пашњаци	7
		комплексни узорци култивисаних површина	1
		прет. агр. пов. са значајним удј. прир. вег.	3
		листопадна шума	9
		четинарска шума	8
		мјешовита шума	9
		природни травњаци	7
		миниране и површине	елим.
Социоекономски	приступачност – удаљеност од путева (m)	< 500	9
		500-1000	8
		1000-1500	7
		1500-2000	5
		2000-2500	3
		> 2500	1
	изолованост - удаљеност од главних путева (m)	< 500	1
		500-1000	3
		1000-1500	5
		1500-2000	7
		> 2000	9

Извори: Bunruamkaew, K., 2012; Deng, J., King, B., Bauer, T., 2002; Dashti, P. et al., 2013; Aklibasinda, M., Jahja, B., 2013; Piran, H. et al., 2013; Tsiko, R.G., Haile, T.S., 2011; Богнар, А., Богнар, Х., 2010

На основу рекласификације добијено је десет критеријумских карата. Ове карте чине везу између евалуације и просторних података.



Слика 37 Критеријумске карте за потребе евалуације у функцији туризма: (а) надморска висина; (б) нагиби; (в) вертикална рашчлањеност; (г) експозиција; (д) температура ваздуха; (ђ) падавине; (е) удаљеност од извора и водотока; (ж) коришћење и намјена површина; (з) приступачност и (и) изолованост

Због заступљености мањег броја критеријума/подкритеријума, рачунање тежинских коефицијената проведено је на начин сличан као и на примјеру шумарства. У матрици поређења парова критеријума, ради боље прегледности, исти су обиљежени према редослиједу појављивања у табели (Табела 54, С1 – надморска висина; С2 – нагиби; С3 – вертикална рашчлањеност рељефа; С4 –

ГЕОЕКОЛОШКА ЕВАЛУАЦИЈА ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА РАВНЕ ПЛАНИНЕ И
ПАЉАНСКЕ КОТЛИНЕ

експозиција рељефа; C5 – температура ваздуха; C6 – падавине; C7 – удаљеност од извора и водотока; C8 – коришћење и намјена површина; C9 – приступачност и C10 – изолованост од главних путева).

Табела 54 Поређење парова критеријума туризма по степену значаја

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	1	1	3	3	2	2	3	2	3	3
C2	1	1	2	3	2	2	3	3	5	3
C3	1/3	1/2	1	3	2	2	3	2	5	3
C4	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/5	2	2
C5	1/2	1/2	1/2	3	1	3	2	1/2	3	3
C6	1/2	1/2	1/2	3	1/3	1	3	1/3	3	3
C7	1/3	1/3	1/3	3	1/2	1/3	1	1/5	1/3	1/3
C8	1/2	1/3	1/2	5	2	3	5	1	3	5
C9	1/3	1/5	1/5	1/2	1/3	1/3	3	1/3	1	1/3
C10	1/3	1/3	1/3	1/2	1/3	1/3	3	1/5	3	1

Матрица 13 Матрица поређења критеријума и процес нормализовања матрице за потребе вредновања у области туризма

		1	1	3	3	2	2	3	2	3	3	
		5,16	5,03	8,70	25,00	10,83	14,33	26,33	9,76	28,33	23,66	
		1	1	2	3	2	2	3	3	5	3	
		5,16	5,03	8,70	25,00	10,83	14,33	26,33	9,76	28,33	23,66	
		0,33	0,50	1	3	2	2	3	2	5	3	
		5,16	5,03	8,70	25,00	10,83	14,33	26,33	9,76	28,33	23,66	
		0,33	0,33	0,33	1	0,33	0,33	0,33	0,20	2	2	
		5,16	5,03	8,70	25,00	10,83	14,33	26,33	9,76	28,33	23,66	
		0,50	0,50	0,50	3	1	3	2	0,50	3	3	
		5,16	5,03	8,70	25,00	10,83	14,33	26,33	9,76	28,33	23,66	
		0,50	0,50	0,50	3	0,33	1	3	0,33	3	3	
		5,16	5,03	8,70	25,00	10,83	14,33	26,33	9,76	28,33	23,66	
		0,33	0,33	0,33	3	0,50	0,33	1	0,20	0,33	0,33	
		5,16	5,03	8,70	25,00	10,83	14,33	26,33	9,76	28,33	23,66	
		0,50	0,33	0,50	5	2	3	5	1	3	5	
		5,16	5,03	8,70	25,00	10,83	14,33	26,33	9,76	28,33	23,66	
		0,33	0,20	0,20	0,50	0,33	0,33	3	0,33	1	0,33	
		5,16	5,03	8,70	25,00	10,83	14,33	26,33	9,76	28,33	23,66	
		0,33	0,33	0,33	0,50	0,33	0,33	3	0,20	3	1	
		5,16	5,03	8,70	25,00	10,83	14,33	26,33	9,76	28,33	23,66	

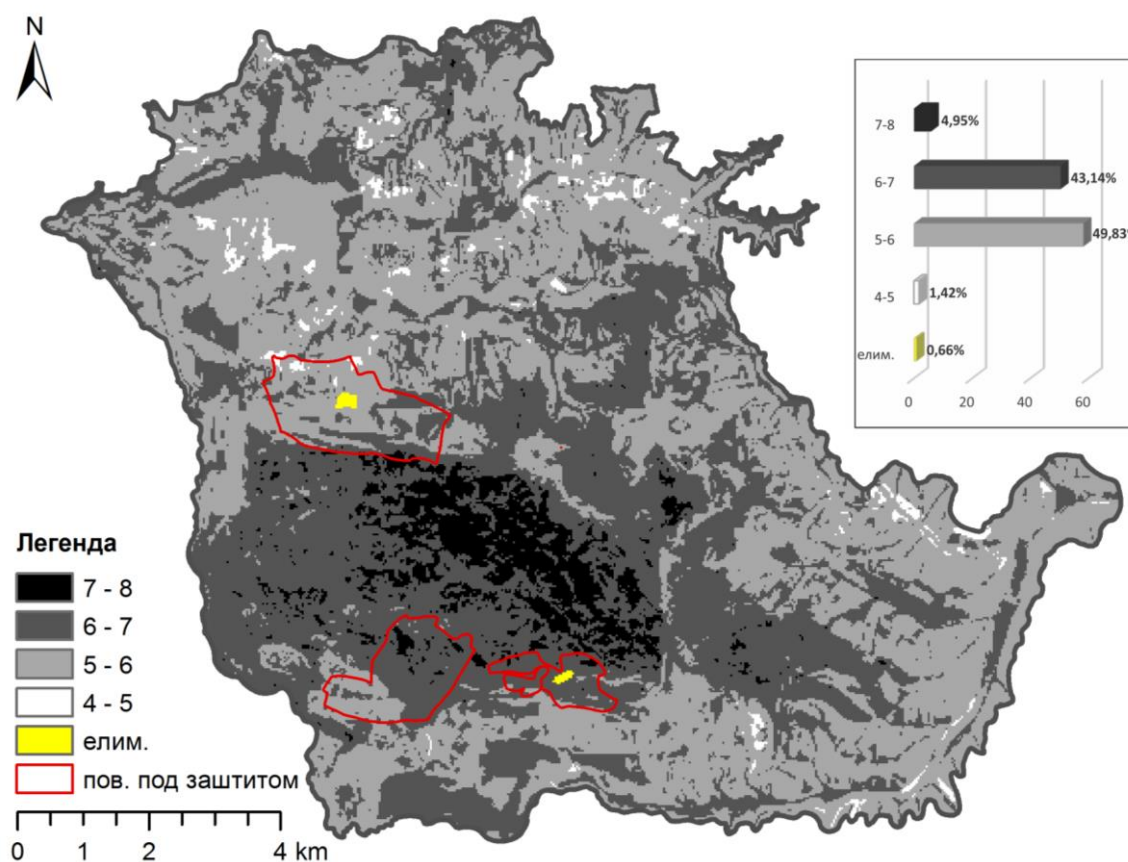
Матрица 14 Нормализована матрица и матрица тежинских коефицијената критеријума за потребе вредновања у области туризма

		0,1935	0,1986	0,3448	0,1200	0,1846	0,1395	0,1139	0,2047	0,1058	0,1267	
		0,1935	0,1986	0,2298	0,1200	0,1846	0,1395	0,1139	0,3071	0,1764	0,1267	
		0,0645	0,0993	0,1149	0,1200	0,1846	0,1395	0,1139	0,2047	0,1764	0,1267	
		0,0645	0,0662	0,0383	0,0400	0,0307	0,0232	0,0126	0,0204	0,0705	0,0845	
		0,0967	0,0993	0,0574	0,1200	0,0923	0,2093	0,0759	0,0511	0,1058	0,1267	
		0,0967	0,0993	0,0574	0,1200	0,0307	0,0697	0,1139	0,0341	0,1058	0,1267	
		0,0645	0,0662	0,0383	0,1200	0,0461	0,0232	0,0379	0,0204	0,0117	0,0140	
		0,0967	0,0662	0,0574	0,0200	0,1846	0,2093	0,1898	0,1023	0,1058	0,2112	
		0,0645	0,0397	0,0229	0,0020	0,0307	0,0232	0,1139	0,0341	0,0352	0,0140	
		0,0645	0,0662	0,0383	0,0020	0,0307	0,0232	0,1139	0,0204	0,1058	0,0422	

CR= 0,09

Тежински коефицијенти на основу којих је урађена евалуација простора помогли су у поступку издвајања најпогоднијих простора за развој рекреативног

туризма. Они варирају у распону од 0,0410 до 0,1960. Доминантан је утицај рељефа (висине $w_1 = 0,1950$; нагиби $w_2 = 0,1960$; вертикална рашчлањеност $w_3 = 0,1250$ и експозиција $w_4 = 0,0470$), док су остали коефицијенти добили ниже вриједности: температура ваздуха $w_5 = 0,0970$; падавине $w_6 = 0,0800$; удаљеност од извора и водотока $w_7 = 0,0480$; коришћење и намјена површина $w_8 = 0,1200$; приступачност $w_9 = 0,0410$ и изолованост од главних путева $w_{10} = 0,0510$. Климатски критеријуми збирно имају највише утицаја након рељефа, а потом и биогеографски. Најмању сферу утицаја добили су социоекономски елементи приступачност и изолованост, као и хидролошки критеријум – удаљеност од воде. Одлике рељефа и климе на проучаваном простору несумњиво имају знатног утицаја на могућност развоја и активације рекреативног туризма, али улога свих осталих критеријума изузетно је значајна. Вриједност степена конзистентности матрице је нешто виша у односу на евалуацију у функцији пољопривреде и шумарства. CR у овом случају износи 0,09 и ова вриједност је у границама дозвољеног. Даљи поступак добијања карте погодности одвијао се идентично као и у претходним примјерима.



Карта 33 Карта погодности природних потенцијала за туризам са процентуалним учешћем вреднованих категорија

Геоколошка евалуација је показала да природне одлике простора посједују реалне могућности за унапређење постојећих и развој масовнијих туристичких активности на проучаваном простору током љетних мјесеци. Генерално узевши, природни критеријуми имају већу сферу утицаја на могућности за развој рекреативног туризма. Најнижа оцјена добијена евалуацијом износи 4,482 а највиша 7,788, па се најмањи распон оцјена креће се у опсегу од 4 до 5 (бонитетна оцјена 5), а највећи распон је од 7 до 8. Терени категорисани као релативно задовољавајући захватају половину проучаваног простора, а нешто мањи дио простора (43,14%) оцијењен је вриједношћу 7 (претежно вриједни предјели). Око 5% простора оцијењено је као веома погодно за развој рекреативног туризма и ове просторне јединице су прилично равномјерно груписане на сјевероисточном дијелу површи Равне планине. Са најмањим процентом заступљени су терени који су окарактерисани као претежно мање вриједни предјели (терени ове категоризације заступљени су са 1,42%). Простори категорисани као елиминаторни захватају око 0,66% и ради се о површинама на којима пријети опасност од минско-експлозивних средстава. Природни услови на проучаваном простору пружају повољне услове за развој рекреативног туризма. Квалитативно највреднији терени, повољни за рекреацију, захватају скоро половину проучаваног простора.

* * *

Методом нумеричке инкременталне анализе, увођењем варијације у распону од $\pm 20\%$ (као и на примјеру пољопривреде), урађен је тест стабилности рјешења. Анализом је обухваћено свих десет критеријума, са промјеном коефицијента у корацима од 5% за сваки понаособ. За десет критеријума и осам корака поступак је поновљен 80 пута, тј. урађено је 80 евалуација. У наставку графикони и припадајуће карте показују ток промјена и кретање оцјена за свих за десет критеријума. Посљедњи график приказује генерални однос промјене критеријума и броја јединичних површина.

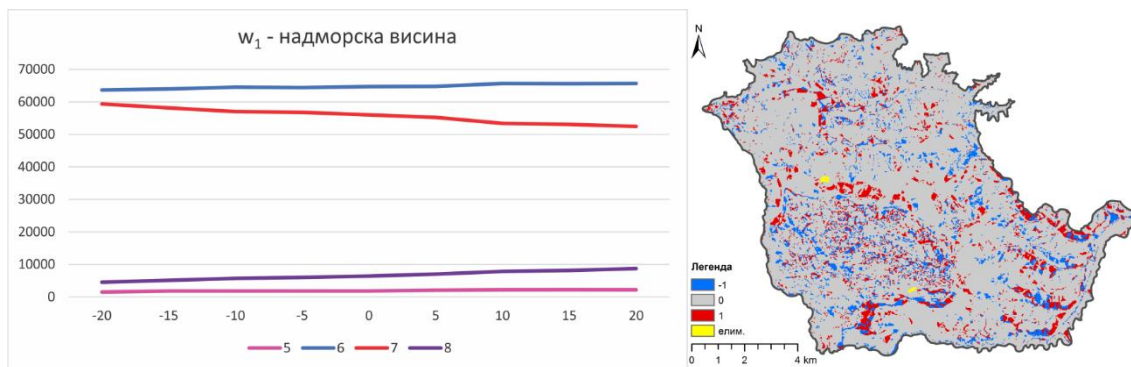


График 42 График кретања резултата промјене коефицијента w_1 – надморска висина

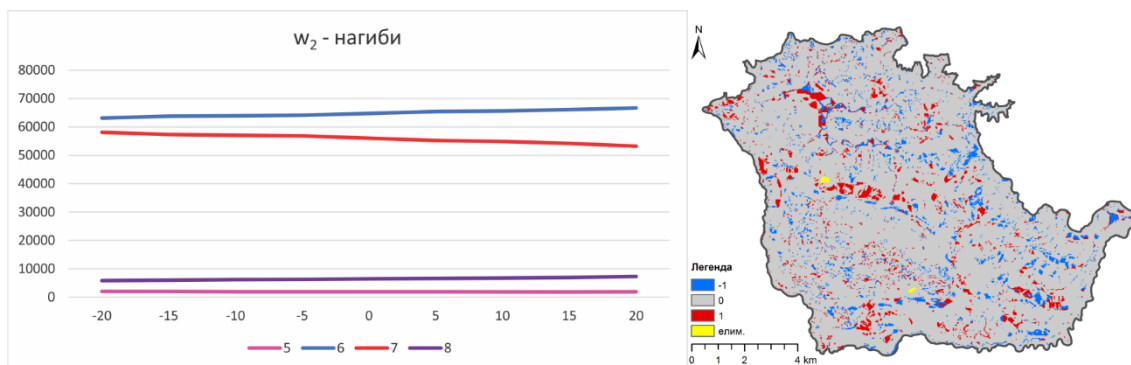


График 43 График кретања резултата промјене коефицијента w_2 – нагиб

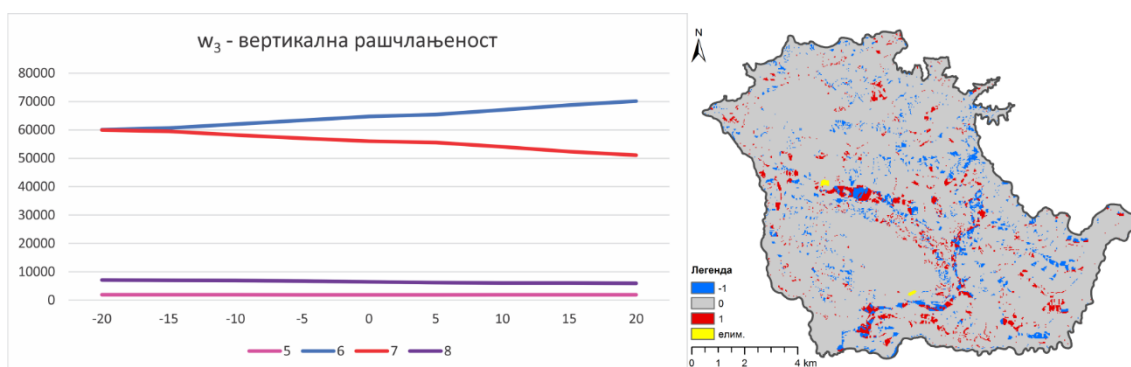


График 44 График кретања резултата промјене коефицијента w_3 – вертикална рашчлањеност

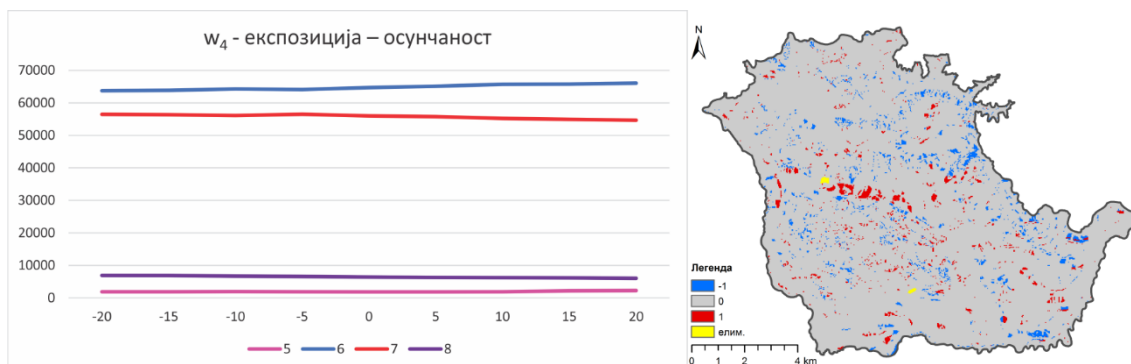


График 45 График кретања резултата промјене коефицијента w_4 – експозиција рељефа

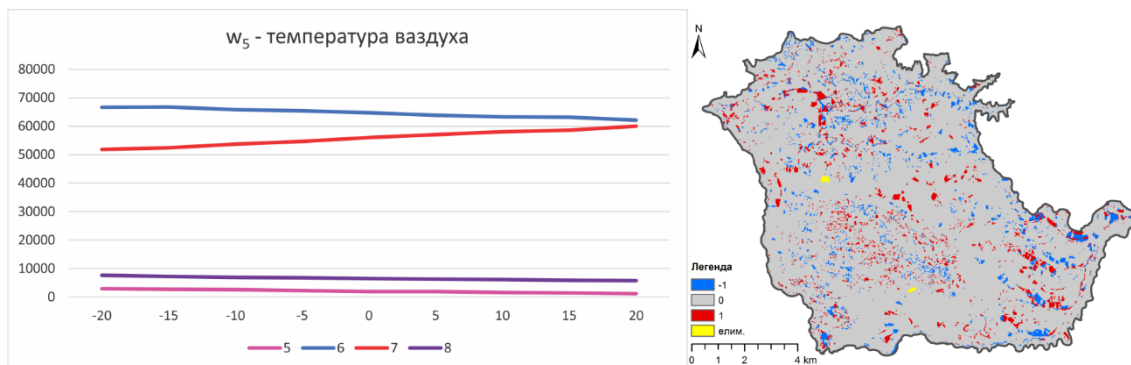


График 46 График кретања резултата промјене коефицијента w_5 – температура ваздуха

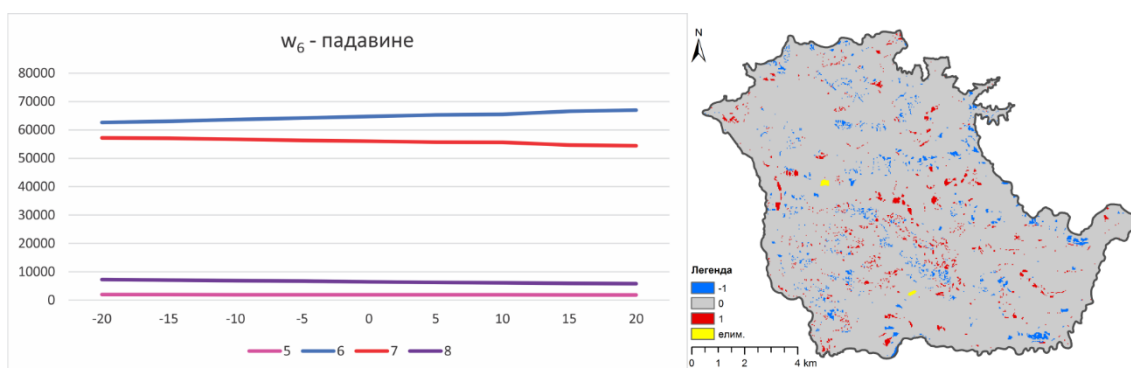


График 47 График кретања резултата промјене коефицијента w_6 – падавине

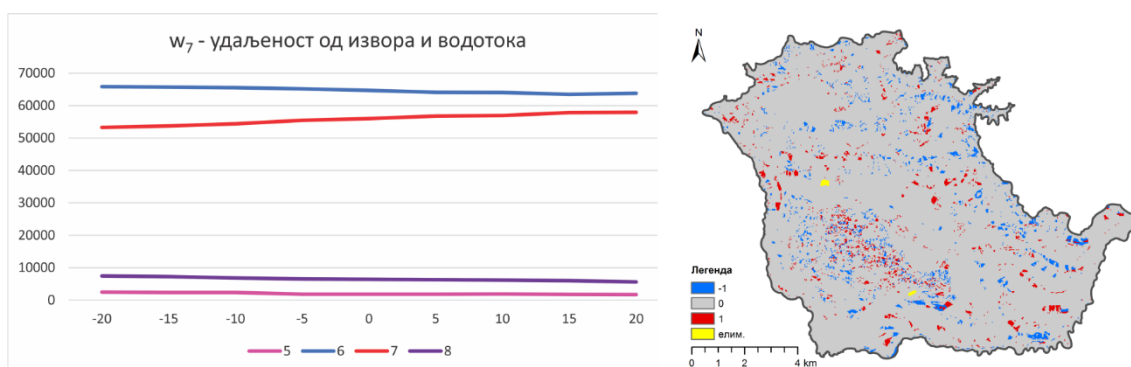


График 48 График кретања резултата промјене коефицијента w_7 – удаљеност од извора и водотока

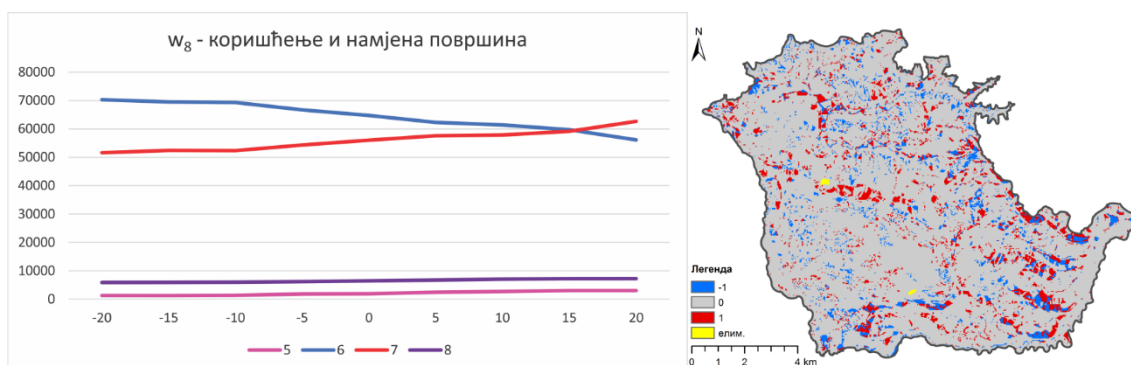


График 49 График кретања резултата промјене коефицијента w_8 – коришћење и намјена површина

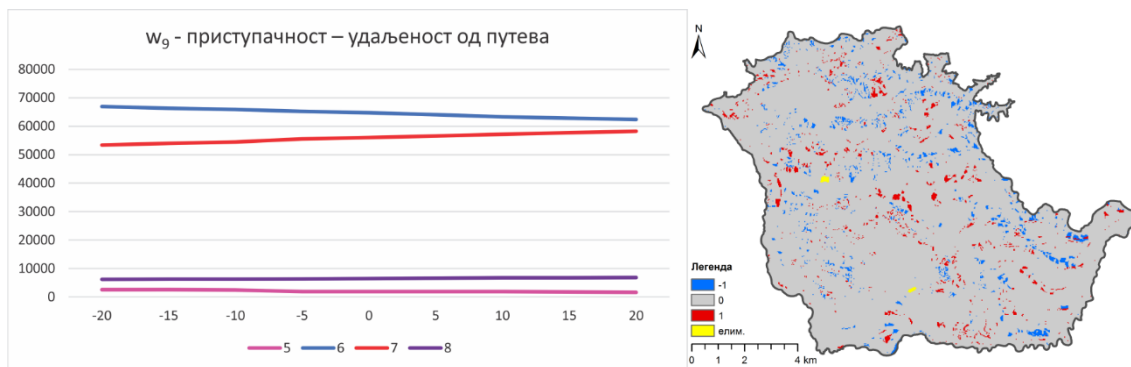


График 50 График кретања резултата промјене коефицијента w_9 – приступачност

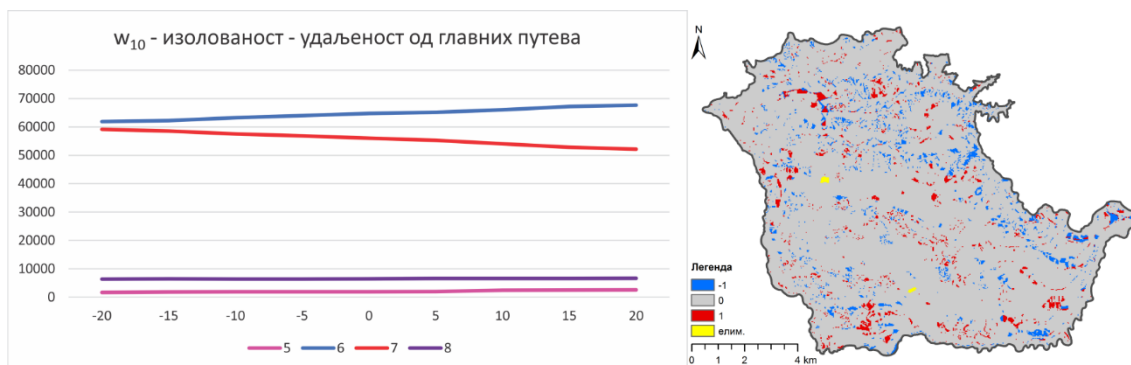


График 51 График кретања резултата промјене коефицијента w_{10} – изолованост

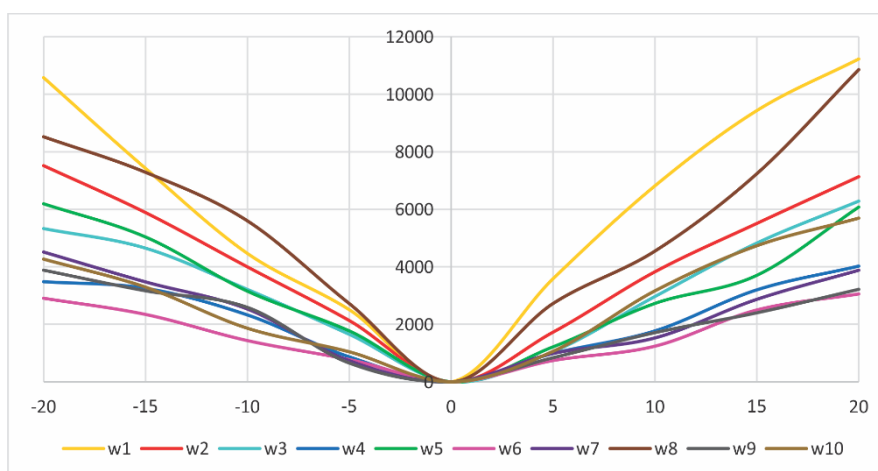


График 52 Број ћелија које су промијениле своју оцјену у зависности од коефицијента који се мијењао и процентуалне величине његове промјене

Анализом резултата Карта 33 у поступку провјере тачности изведени закључци су:

- У карти погодности проучаваног простора за рекреативни туризам увођењем промјене $\pm 20\%$, нису регистроване просторне јединице које су за више од ± 1 мијењале своје вриједности.

- Осјетљивост свих коефицијената приближно је једнака, са изузетком коефицијената w_8 , w_3 и w_1 , који имају нешто већу осјетљивост нарочито у погледу повећања вриједности коефицијента ка +20%.
- Коефицијент w_4 има најједначеније вриједности и нешто нижу осјетљивост.
- Оцјене 6 и 7 биљеже највеће разлике при варијацији коефицијената у свим примјерима.
- У случају варијација коефицијената рељефа (w_1 , w_2 , w_3 и w_4), али и коефицијената w_6 и w_{10} примјетно је повећање броја ћелија вриједности 6 и смањење броја ћелија вриједности 7 увођењем промјене од +20%. Такође, у супротном правцу уочава се повећање броја ћелија вриједности 7 и смањење броја ћелија вриједности 6 када се тежи умањењу коефицијента од -20%.
- Увођењем промјена, вриједности оцјена 6 и 7 за коефицијенте w_5 , w_7 , w_8 и w_9 имају супротан тренд. Варијацијом ових коефицијената уочен је пад броја ћелија вриједности 6 и повећање броја ћелија оцјене 7 у распону од 0 до +20%. Са друге стране, број ћелија оцјене 6 расте, а 7 опада у случају варијације у распону од 0 до -20%. Ово је нарочито изражено у погледу коефицијента w_8 гдје су најизраженије промјене на потезу од -10% до +5% и од +15% до +20%.
- Најмању промјену оцјена биљеже коефицијенти w_6 , w_9 , w_4 и w_7 . Коефицијенти w_1 и w_8 имају највећи број ћелија које су промијениле оцјену (око 11.000 ћелија, тј. 9,9 km² што чини око 8,5% од укупне површине). Ове промјене најизраженије су при варијацији од +20%.

Резултати анализе показали су високу постојаност рјешења добијених у поступку евалуације, јер се увођењем промјене од $\pm 20\%$ није битније нарушила равнотежа тежинских коефицијената. Највеће промјене оцјена забиљежене су приликом варијације критеријума са већим тежинским коефицијентом, као и у претходним примјерима, али проценат промјене оцјена је најнижи у случају рекреативног туризма, што упућује на највећу поузданост добијених рјешења од свих провјерених овим методом.

6.3 СИНТЕЗА РЕЗУЛТАТА ЕВАЛУАЦИЈЕ ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА

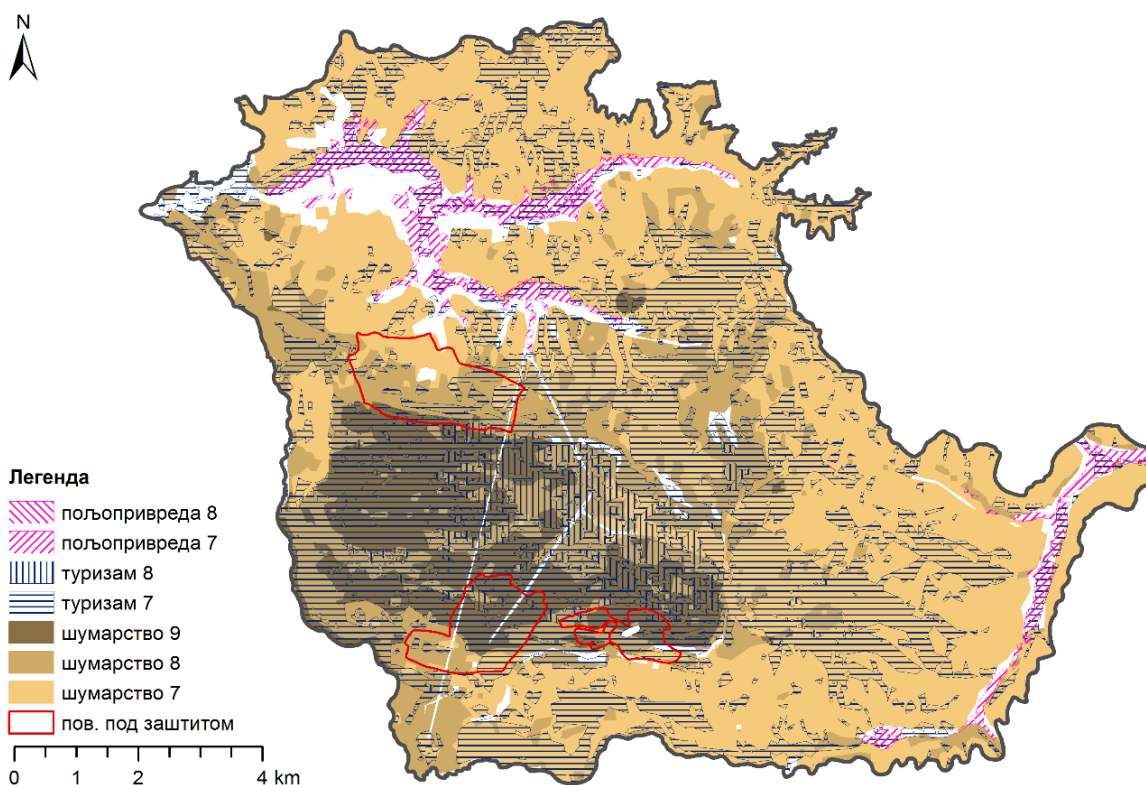
Синтезом резултата добијених у поступку функционалне евалуације издвојене су просторне цјелине са најповољнијим физичкогеографским условима за развој појединих привредних дјелатности. Евалуација природних потенцијала дала је различите односе погодности простора за пољопривреду, шумарство и туризам. Сходно обухвату привредних дјелатности и добијеним резултатима, установљено је да природни потенцијали проучаваног простора посједују највише предуслова за развој шума и шумарства, уз високу могућност развоја рекреативног туризма. Природни потенцијали пружају најлошије услове за развој пољопривреде, гдје су резултати евалуације показали ниже вриједности и дали лошије резултате у погледу могућности за одрживо коришћење и намјену простора.

6.3.1 Детерминација рангова приоритета

Генерална, синтезна карта оцјене погодности природних услова за развој појединих привредних дјелатности добијена је преклапањем карата погодности за пољопривреду, шумарство и туризам. У поступку преклапања коришћене су површине које су добиле највише оцјене (9, 8 и 7). На првобитно добијеној карти установљен је већи број усамљених просторних јединица исте погодности, претежно величине до 3 ћелије, које су смањиле прегледност карте. Како би се коначна карта учинила прегледнијом, проведена је генерализација раније добијених карата помоћу алата за генерализацију у ArcGIS-у, чиме је усамљеним просторним јединицама мањим од 2x2 ћелија (60x60m) приписана вриједност ћелија у окружењу. Овим поступком добијена је синтезна карта која приказује најповољније зоне за пољопривреду, шумарство и туризам на проучаваном простору.

Резултати показују да у погледу заступљености највреднијих површина појединих привредних дјелатности доминира шумарство, гдје су једино и регистровани предјели оцијењени највишом вриједношћу 9. Ове зоне лоциране су на карстној површи Равне планине и мањим дијелом на локалитету Пискавице, у близини изворишта Јахоринског потока. Евалуација је показала да је већи проценат

простора бонитетне категорије 8, такође погодан за развој шума у односу на туризам и нарочито пољопривреду. Ипак, туристички веома вриједни предјели подударају се са највреднијим и веома вриједним предјелима шумарства, па ове зоне можемо сматрати најпогоднијим локацијама на проучаваном простору, с обзиром да су шуме и шумски екосистеми веома компатибилни и пожељни у односу на рекреативне облике туризма. И ови терени су лоцирани највећим дијелом на површи Равне планине.



Карта 34 Синтезна карта најповољнијих зона за пољопривреду, шумарство и туризам

На падинама са израженијим нагибима рељефа лоциран је највећи проценат претежно вриједних зона. Евалуација је показала да су физичкогеографске карактеристике ових терена погодне за поједине типове шума (углавном лишћарских), али у великом проценту и за рекреативни туризам, нарочито у дијеловима који гравитирају ка котлини. У погледу пољопривреде, претежно вриједни предјели заступљени су са најмањим удјелом и лоцирани су у нижем дијелу котлине, и уз долине већих водотока.

Табела 55 Површинска заступљеност највреднијих површина према привредним дјелатностима

Дјелатност	Бонитетна категорија	Површина (km ²)	
Шумарство	9	12,88	103,76
	8	25,37	
	7	65,51	
Туризам	8	5,38	54,48
	7	49,10	
Пољопривреда	8	0,09	4,55
	7	4,46	

Генерално посматрано, Равна планина се може сматрати физичкогеографски погоднијом цјелином за развој шумарства и рекреативног туризма, међутим у погледу пољопривреде, веома вриједни и претежно вриједни предјели лоцирани су на простору Паљанске котлине и уз уску долину Праче. Иако су заступљени са најмањим удјелом, пољопривредно вриједни предјели се углавном и користе у те сврхе те, уз одређене агротехничке мјере, имају потенцијал за развој који би се једним дијелом могао базирати на производњи органске хране.

* * *

Резултати евалуације показали су да на проучаваном простору постоји значајна предиспозиција за раст и развој шума и шумских екосистема. Шуме имају изузетно важну социјалну функцију.⁶⁶ Атрактивне су са становишта туризма и рекреације при чему се рекреацијска функција обично подудара са туристичком, али и здравственом и чини основу економских активности развоја. Поред општекорисних шумских производа вреднују се и општекорисне услуге, које (за разлику од производа) подразумијевају нематеријална добра која шума пружа корисницима.

Заштита животне средине постиже се, између осталог, заштитом вегетације и заштитом природних вриједности. Угрожене шумске врсте према IUCN-категоризацији критично су угрожене уколико у скорој будућности постоји изузетно висок ризик њиховог нестајања у дивљини. Планиране површине под I степеном заштите (Голубињак и Дуго поље) лоциране су на простору гдје иначе доминирају ареали шума горског и планинског јавора, који спада у ендемичне врсте.

⁶⁶ Социјалне функције шума подразумијевају: рекреацију, туризам, естетску улогу, повољан утицај на здравље људи, образовање, истраживање, одбрану земље, заштиту грађана и инфраструктуре.

Евалуацијом је потврђен највиши степен погодности природних услова за развој управо овог типа шума на поменутих локацијама и широј околини.

Социјалне функције шума постају значајније препознате и не укључују само рекреацију, већ квалитет живота у много ширим аспектима. Захтјеви за рекреацијом, туризмом, истраживањима и другим функцијама ове групе у шумама су повећани и постају све разноврснији. Међутим, квалитет животне средине један је од елемената који дефинише квалитет ових активности у природи. У оквиру разматрања питања намјене шума за рекреацију, туризам, здравствену и естетску функцију, планирање и управљање пејзажима, као и заштиту природе, неопходна је комплексна анализа. Програм истраживања и едукације обухвата неколико група, а фокус је усмјерен на:

- економске и социјалне вриједности шума за рекреацију, туризам у природи и друге социјалне функције шума;
- могућности и захтјеве за рекреацијом и туризмом у природи, укључујући актуелно коришћење;
- планирање и управљање социјалним функцијама шума.

У овај процес се морају укључити и велике, законски издвојене области са циљевима његе предјела, иако оне не дају основ за заштитне и рекреационе функције, него их само ревалоризују.



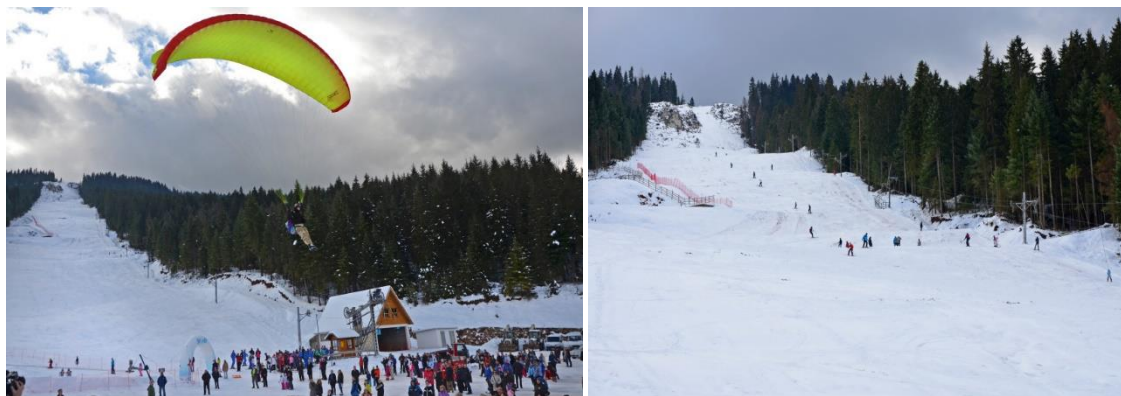
(а)



(б)

Слика 38 (а) насеље Пале са Равном планином у залеђу; (б) извор Паљанске Миљацке
(извор: palelive.com)

Природни потенцијали неког простора често су основа за развој одређених видова туризма, као што су: планински туризам, зимски спортски туризам, рекреативни туризам и сл. Цјелокупна слика вриједности изучаваног простора, са аспекта коришћења терена за потребе развоја рекреативног туризма, прилично је повољна. Садашње и будуће стање овог вида туризма, првенствено је условљено бројношћу и квалитетом материјалне туризма, али и адекватним искоришћавањем или прилагођавањем елемената природне средине у функцији специфичних видова рекреације, те одговарајућим маркетиншким активностима. Са те стране, потребно је побољшати и унаприједити развој инфраструктурних и осталих битних чиниоца везаних за одрживо коришћење рекреативних погодности које туристима може понудити овај простор, на чему се интензивно ради посљедњих година (Слика 39).



Слика 39 Траса будуће гондоле и ски центар „Горње Пале – Равна планина“
(извор: majnex.com)

Најрањивија према разорном утицају масовног неорганизованог туризма је неуређена територија, неприлагођена за такав вид коришћења. Процеси рекреационе дигресије су најинтензивнији у зонама које нису уређене и регулисане за рекреативни туризам. Оптимизација и формирање рекреативних предјела, као и брига за њих, повећавају 10-20 па и више пута, гранично допустиво оптерећење и носећи капацитет територије. Комплексно уређење простора за рекреацију укључује низ активности, као што: су систем научних, пројектантских, архитектонских, инжењерских, шумарских, организационих и других мјера, са циљем да се повећа отпорност природне основе рекреативних територија према утицајима масовног туризма. Такви стабилни, антропо-толерантни природни комплекси у стању су да примају дугорочно већи број туриста без суштинског нарушавања природне средине.

Методе за прилагођавање територије масовном, неорганизованом одмору базирају се на научним анализама рекреативног процеса:

- социодемографским истраживањима,
- изучавању узрока за преферирање туриста према одређеним природним комплексима,
- избирљивости посјета у функционалним зонама у вријеме рекреативног процеса,
- одређивању вида одмора на датој територији итд.

Осим елементарне инжењерске изградње локалитета, велики значај има добро осмишљено трасирање мреже путева и стаза са логичним завршецима туристичких маршрута и видиковаца са живописним погледом. То омогућује да се уведе ред и дисциплина у кретању туриста и да се равномјерно распореди и усмјери њихов правац.

Ратарством и воћарством бави се мали број становника, првенствено због лошијег квалитета пољопривредног земљишта које је претежно киселе реакције и плитког ораничног слоја. Резултати евалуације показали су да се пољопривредно најповољније зоне налазе непосредно уз токове ријека, гдје је и проценат насељености већи. У близини насељених зона заступљена је традиционална пољопривредна производња, типична за ове планинске просторе (производња кромпира и другог поврћа, пчеларство и сточарство – нарочито овчарство).

Могућности примјене одрживе пољопривреде на проучаваном простору релативно су повољне, али неопходно је створити услове за бављење оваквим видом пољопривреде. При томе се посебно мора водити рачуна о:

- рационалној експлоатацији земљишта,
- економској ефикасности заснованој на продуктивности рада,
- технолошкој ефикасности,
- социјалној обезбијеђености становништва,
- уравнотеженом демографском развоју,
- заштити и унапређењу животне средине у смислу функционисања, здравља, живота и рада становника.

Поред наведених услова, један од основних задатака требао би бити успостављање еколошки оријентисаног просторног планирања са аспекта

пољопривредне производње уз операционализацију поставки одрживог развоја. Ту се прије свега мисли на планирање тзв. „органске“ пољопривредне производње.

Ограничавајући фактор су морфометријске карактеристике рељефа и клима, који не пружају идеалне услове за значајнији развој свих грана пољопривреде. Поред тога, као ограничавајући фактори јављају се: густе комплекси шумских екосистема, насељене зоне Пала и Подграба гдје је велики дио врло погодног пољопривредног земљишта трајно изузет због стамбене градње, доминантна улога зимског туризма у појединим дијеловима проучаваног простора, подручја под минско-експлозивним средствима заостала из протеклог рата и сл.

7 ЗАКЉУЧАК

Циљ овог истраживања био је да се идентификују и одреде потенцијално погодне локације за развој пољопривреде, шумарства и туризма на простору Равне планине и Паљанске котлине. Теза представља интегрисани приступ комбинације ГИС-а са АХП методом за процјену погодности простора за вишенамјенско коришћење, поредећи најприкладније атрибуте физичкогеографских карактеристика међусобно. Овакав интегрисан приступ може се користити за рад на комплексним и универзалним питањима попут одрживог развоја, очувања био и геодиверзитета и управљања заштићеним подручјима у земљама у развоју као што је БиХ.

Главни допринос ове тезе је идентификација утицаја физичкогеографских критеријума/подкритеријума за развој пољопривреде, шумарства и туризма примјеном хијерархијске структуре АХП у геопросторном окружењу. Идентификација утицаја је урађена рачунањем тежинских коефицијената и успостављањем хијерархије помоћу АХП анализе, при чему ваља напоменути да су у том поступку консултовани стручњаци из различитих области како би се што поузданије одредила релативна важност критеријума/подкритеријума. Одређивање и класификација критеријума у поступку идентификације потенцијалних пољопривредних, шумскопривредних и туристичких подручја одвијали су се на различите начине, при чему је у поступку евалуације за потребе рекреативног туризма, поред доминантних физичкогеографских критеријума укључена и категорија социоекономских критеријума.

Поступак евалуације природних потенцијала за ове гране привреде укључивао је већи или мањи број критеријума/подкритеријума, у зависности од модела који је коришћен. Тако је за потребе пољопривреде у генералној евалуацији коришћено пет критеријума (рељеф, клима, хидролошке одлике, педолошке и биогеографске карактеристике) чијих је петнаест подкритеријума претходно било подвргнуто међусобној евалуацији (унутар сваког критеријума појединачно). У случају евалуације за потребе шумарства и туризма, вредновани су само подкритеријуми међусобно, с обзиром да их је било мање него на примјеру пољопривреде (осам за шумарство и десет за туризам – сврстаних на исти ниво).

Потенцијали које посједују анализирани физичкогеографски критеријуми/подкритеријуми на простору Равне планине и Паљанске котлине условљавају и утичу на развој шумарства, рекреативног туризма и пољопривреде. Сматрамо да је теза била успјешна у развоју методологије која идентификује и приоритизује потенцијалне пољопривредне, шумскопривредне и туристичке локације користећи ГИС, АХП технике и остале методе евалуације, чиме је потврђена главна хипотеза рада. Методе геоеколошке евалуације коришћене у овој студији могу се користити за слична истраживања. Имају примјену у просторном планирању, праћењу привредног потенцијала и очувању животне средине на издвојеним просторним јединицама. Коначан исход рада усмјерен је на лоцирање и утврђивање најпогоднијих области за пољопривреду, шумарство и туризам, као и зона на којима постоје изражене могућности међусобног комбиновања ових дјелатности, поштујући начела одрживог развоја.

Проучавани простор располаже са прилично повољним природним потенцијалима који пружају могућност истраживања и искоришћавања у погледу развоја појединих привредних дјелатности. Основни привредни развој у општини Пале, на чијем простору се налазе проучаване цјелине, ослоњен је на шумску привреду и туризам (углавном зимски туризам). Ипак, у погледу одрживог развоја, највећи дио овог простора није квалитетно искоришћен, у погледу могућности којима располаже. Овим смо се руководили и приликом одабира привредних дјелатности за чије могућности је проведена евалуација, са напоменом да се будући модели истраживачког рада могу примијенити за одређивање физичкогеографских погодности овог или сличних простора и у функцији других дјелатности.

На основу резултата евалуације издвојене су зоне веома погодне за пољопривреду, шумарство и туризам. Највише оцјене добиле су зоне погодне за развој шумарства, али и рекреативног туризма. Ове зоне се прилично преклапају, а квалитативно најпогодније налазе се на дијелу површи Равне планине који је планиран за стављање под посебан режим заштите. Карактеристика ових зона је да су обрасле бујним мјешовитим шумама са издвојеним пашњачким површинама на којима су у прошлости постојали објекти који су служили у сврху туризма и рекреације (планинарски дом „Игман“, планинарска кућа „Текстилац“ и викендице на Сарачевим пољима) али и војни објекти (телекомуникациони објекат на Дугом

пољу, уништен НАТО бомбардовањем 1995. године). Данас је већина ових објеката уништена, али посљедњих година интензивно се ради на побољшању инфраструктурне повезаности, као и градњи и обнови објеката за туристички боравак на овом дијелу планине. Упоредо, на простору који је вреднован као туристички најпогоднији, налази се и већи број спелеолошких објеката; од којих се атрактивношћу и ријеткошћу форми пећинског накита и потенцијалом за туристичко коришћење, уз додатно уређење, издваја Омладинска пећина.

У основи резултати евалуације дали су добре резултате који се могу сматрати постојаним. Са те стране, потребно је усмјерити посебну пажњу на зоне које посједују највиши потенцијал за развој рекреативног туризма који може послужити као комплементарна активност већ афирмисаном зимском туризму на Јахорини, али и на Равној планини, гдје већ постоје уређена скијалишта за алпско скијање (рељеф Равне планине посједује и добре предиспозиције за нордијске скијашке дисциплине). Наравно, уз ревитализацију и побољшање инфраструктурних и супраструктурних прилика, те примјену одређених начела, смјерница али и ограничења, могуће је поспјешити ову грану привреде водећи рачуна о дугорочном планирању базираном на принципима одрживог развоја, тј. планирања и заштите простора. С обзиром да се рекреација дефинише као активност, јер има циљ и неопходно је да буде планирана, поред количине слободног времена коју ће издвојити сваки туриста понаособ, коришћење локалитета зависно је и од удаљености од мјеста рада и становања али и од туристичких насеља (која су у овом случају у највећем проценту лоцирана на Јахорини). Проучавани простор посједује наведене предуслове, те су управо категорије доступности укључене у поступак евалуације, како би резултати били што поузданији. У погледу побољшања услова доступности рекреативно највреднијих дијелова планине, интензивно се ради посљедњих година (Гондола Пале – Јахорина, пут Горње Пале – Равна планина). Препорука је да се туристички највредније зоне упоредо могу користити у едукативне и образовне сврхе (наставне екскурзије излетничког и стационарног типа, едукативне припреме дјечијих и омладинских екипа и сл.).

Шуме и шумовитост простора изузетно су важан предуслов за развој рекреативног туризма. Позитивна оцјена и преклапање потенцијала за развој природних шума планинског јавора, које своје најсјеверније ареале

распрострањености у Европи имају управо на овој планини, истичу се као додатна предност развоју туризма и рекреације на проучаваном простору. Социјална функција шума игра битну улогу у поступку планирања, пројектовања и управљања шумама које су добиле највише оцјене на проучаваном простору и чија је улога изузетно важна, не само у погледу општекорисних производа већ и општекорисних услуга. Додатна истраживања – прикупљање, анализа и интерпретација информација доминантних фактора који утичу на планирање и управљање у шумским подручјима (у којима се одвијају процеси социјалних функција шума), помогла би при одредби најприхватљивијих модела примјењивих на овом простору (туризам и рекреативна улога шума, здравствена и естетска улога, заштита природе, едукативна функција, итд.). Истраживања би требала обухватати сљедеће:

- евалуацију метода за оцјену капацитета отпорности у односу на деградацију земљишног простора;
- нове приступе у истраживањима на регионалном нивоу – која су условљена различитим станишним условима;
- поређење степена посјећености и њихове фреквенције у различитим зонама;
- квалитет понуде које су доступне посјетиоцима на терену.

Неопходно је посебну пажњу посветити и захтијевима посјетилаца те будуће планирање дјелом прилагодити њиховим потребама, што би укључило прикупљање података о очекиваном броју посјетилаца у односу на простор у коме бораве, као и дизајнирање шума за рекреацију и туризам у природи (подизање нових врста дрвећа које се користе у рекреацији). Препорука је да у поступку планирања треба посебну пажњу посветити комбиновању шумарства, туризма и заштите природе као и пројектовању нове и реконструкцији постојеће инфраструктуре. У коначници, неопходно је урадити смјернице и конкретне мјере за газдовање шумама са приоритетним социјалним функцијама.

У погледу погодности за развој пољопривреде, издвајају се мање зоне и подручја која су претежно погодна за развој и која се углавном налазе у нижим дијеловима Паљанске котлине и уз ток Праче. Ове зоне налазе се углавном близу насељених дијелова и заступљене су са знатно мањим процентуалним учешћем (укупне површине највреднијих терена обухватају 4,55 km², или 3,9%). Релативно погодни природни услови, уз очувану животну средину, неопходан су али не и

довољан предуслов за развој пољопривреде. У поступку детерминисања рангова приоритета развоја привредних дјелатности које су обухваћене евалуацијом, установљено је да природни потенцијали проучаваног простора не пружају најбоље услове за развој пољопривреде, па је ова дјелатност заступљена са најмањим удјелом. Мишљења смо да је потребно побољшати аграрну политику и ефикасније, али одрживо, користити расположиве капацитете; што подразумејева перманентно учење, иновирање, унапређење технолошког нивоа опремљености капацитета и сл. У погледу физичкогеографских потенцијала овог простора, поједини стручњаци сматрају да постоје одређене гране пољопривреде за које постоје адекватне могућности за развој, а то су:

- екстензивно сточарство на принципима одрживе пољопривреде (нарочито ситно сточарство – овчарство),
- пчеларство и органска пољопривреда културама прилагођена условима планинских простора,
- узгој и брање љековитог биља и гљива, прилагођено мјерама очувања биодиверзитета.

У поступку евалуације издвојене су и елиминаторне површине, које су за поједине гране привреде заступљене у већем проценту. На просторним цјелинама већих насеља регистрован је највећи проценат ових површина, које су због примарне функције становања и градње трајно искључене за бројне друге намјене. Такође, у елиминаторне површине уврштени су инфраструктурни објекти и миниране површине. У најмањем проценту, у склопу елиминаторних површина, укључени су поједини атрибути физичкогеографских одлика простора (поједини нагиби, вертикална рашчлањеност рељефа и сл.).

Методологија геоеколошке евалуације примијењена у раду дала је одговоре на постављена питања и довела до поузданих резултата који се подударају са реалном ситуацијом на терену. Неке мањкавости методологије, у погледу додјеливања оцјена у поступку предвредновања и утицаја субјективности, могу се сматрати минорним јер нису битно утицале на крајњи резултат рада, с обзиром да је АХП метод, као доминантно квантитативан модел, умањио субјективизам. Проблем интердисциплинарности тезе настојао се поштовати и рјешавати сарадњом и препорукама стручњака из различитих области као што су: пољопривреда,

шумарство, педологија, хидрогеологија, климатологија и др. Самим тим, резултати овог истраживања имају апликативан карактер у погледу планирања развоја туристичких капацитета и коришћења природних потенцијала у функцији шумарства и пољопривреде. Могу се примијенити у процесу планирања и пројектовања, јер дају објективну слику могућности које пружају природни потенцијали у погледу намјене али и заштите просторних цјелина. Такође, добијени резултати требало би да обезбиједи подстицај за наставак и проширење истраживања модела апликативности природних потенцијала за различите намјене, на овом и сличним просторима, и да дају одговоре на комплексна и универзална питања као што су питања одрживог развоја. Са друге стране, пошто су у раду разматрани доминантно физичкогеографски фактори, препорука за свеобухватно холистичко истраживање јесте да је у процесу евалуације у обзир потребно узети и друштвено-економске факторе. Штавише, истраживања се могу проширити и на примјену других извора информација (даљинска детекција, глобално позиционирање и сл.).

ГИС је значајан алат који је коришћен у поступку евалуације и праћења природних потенцијала на проучаваном простору. У погледу техника коришћених у овој студији, установљено је да је интеграција АХП модела у ГИС технике доказано примјењива и корисна као подршка одлучивању и идентификацији најпогоднијих терена за различите намјене. ГИС посједује значајан потенцијал у погледу имплементације контроле специфичних карактеристика локалитета, анализе и квантификације. ГИС базирани технике моделирања омогућавају симулирање динамичких модела коришћења предјела и идентификацију физичкогеографских потенцијала који су кључни у процесима промјена. Такође, ГИС је имао кључну улогу у документовању природних услова, приказивању развоја и погодности природних потенцијала за туризам, шумарство и пољопривреду, утврђивању конфликта и откривању односа узрок – посљедица итд. Поред тога, дигитална база података омогућава дугорочно праћење комплексних геопросторних промјена. Са друге стране, АХП анализа дала је одраз реалног стања проучаваног простора, а интеграција ГИС-а са АХП моделом комбиновала је методологију за подршку одлучивању, која је омогућила креирање карте погодности вишенамјенског (мултикритеријумског) коришћења простора.

У коначници, резултати истраживања могу да послуже свима који су заинтересовани за проучавање погодности физичкогеографских услова за пољопривреду, шумарство и рекреативни туризам, нарочито на планинским просторима БиХ (али и земаља у окружењу), као и за комплексну геопросторну анализу, тематско картирање и сл. Ови резултати могу бити полазна основа за сложенија геоеколошка истраживања и апликативне студије физичкогеографског комплекса у будућности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abdullah, N.S., 2014: Suitability model based on GIS and MCDA for spatial distribution of settlements in different geographic environments. *European Scientific Journal*, Special Edition, Vol.2, pp 236-249.
2. Alphonse, C.B., 1997: Application of the analytic hierarchy process in agriculture in developing countries. *Agricultural Systems*, vol. 53, issue 1, pp 97-112.
3. Aklibasinda, M. & Jahja, B., 2013: Analysis of Terrains Suitable for Tourism and Recreation by Using Geographic Information System (GIS). *Proceedings of the International Caucasian Forestry Symposium*, pp 961-969.
4. Antrop, M., 2006: From holistic landscape synthesis to transdisciplinary landscape management. Chapter from the book: *From Landscape Research to Landscape Planning, Aspects of Integration, Education and Application*, Vol. 12, (Eds.: Tress, B., Tres, G., Fry, G., Opdam, P.), Springer, 434 pp.
5. Ahern, J., 2005: Theories, methods and strategies for sustainable landscape planning. Chapter from the book: *From Landscape Research to Landscape Planning: Aspects of Integration, Education and Application*, (Eds.: Tress, B., Tress, G., Fry, G., Opdam, P.), Springer, Frankfurt, pp 119-131.
6. Ahmetbegović, S., 2009: Fizičkogeografska diferencijacija prostora općine Živinice i valorizacija dobivenih fizionomskih cjelina u funkciji prostornog planiranja. *Zbornik radova Drugog kongresa geografa BiH*, Geografsko društvo Federacije BiH, Sarajevo, str. 618-633.
7. Barsch, H., Bastian, O., Beierkuhnlein, C., Bosshard, A., Breuste, J., Klötzli, F., Otl, K., Tress, B., Tress, G., Weiland, U., 2002: Application of landscape ecology. *Development and Perspectives of Landscape Ecology* (Eds.: Bastian, O., Steinhardt, U.), Springer, Dordrecht, pp 307-432.
8. Bastian, O., 2001: Landscape Ecology – towards a unified discipline. *Landscape Ecology* 16, pp 757-766.
9. Bastian, O., Glawion, R., Haase, D., Haase, G., Klink, H., Steinhardt, U., Volk, M., 2002: Landscape analysis, synthesis, and diagnosis. *Development and Perspectives of Landscape Ecology* (Eds.: Bastian, O., Steinhardt, U.), Springer, Dordrecht, pp 113-168.
10. Бахтијаревић, А., 1986: *Морфологија и хидрологија краса Равне планине*. Магистарски рад, ПМФ, Београд, стр. 104.
11. Бјелчић, Ж., 1965: *Флора планине Јахорине (монографија)*. Посебни отисак из Гласника Земаљског музеја – природне науке, свеска III/IV, Сарајево, стр. 158.
12. Бјелчић, Ж., 1966: *Вегетација предпланинског појаса планине Јахорине*. Посебни отисак из Гласника Земаљског музеја – природне науке, свеска V, Сарајево, стр. 106.
13. Björklund, G., 1984: *A geomorphological evaluation of the Dalälven area with an assessment of different evaluation models*. Doctoral thesis, Uppsala University, Disciplinary Domain of Science and Technology, Acta Universitatis Upsaliensis, 65 pp.
14. Bogнар, А., 1990: Геоморфолошке и инжењерско-геоморфолошке особине отока Хвара и еколошко вредновање рељефа. *Hrvatski geografski glasnik* 52, Zagreb, str. 49-65.
15. Bogнар, А. 1992: Инжењерско-геоморфолошко картiranje, stanje i mogućnosti. *Acta Geographica Croatica*, vol. 27, Geografski odsjek PMF-a, Zagreb, str. 173-185.
16. Bogнар, А., Bogнар, Н., 2010: Геоеколошко вредновање рељефа Р. Хрватске. *Zbornik radova Međunarodnog simpozijuma GEOECO 2010 – Geoekologija - XXI vijek, teorijski i aplikativni zadaci*, Žabljak – Nikšić, str. 44-65.
17. Bogнар, А., Lozić, S., Saletto, M., 2002: *Geoekologija – interna skripta*, Zagreb, 137 str.
18. Bočić, N., Pahernik, M., Bogнар, А., 2010: Геоморфолошка обilježja Slunjske zaravni. *Hrvatski geografski glasnik* 72/2, Zagreb, str. 5-26.
19. Bryl, M., Łyczkowska, G., 2010: Spatial planning as an instrument for shaping an ecological network. *The Problems of Landscape Ecology* 28, pp 77-83 .

20. Buzjak, N., 2008: Geokološko vrednovanje speleoloških pojava Žumberačke gore. *Hrvatski geografski glasnik* 70/2, Zagreb, str. 73-89.
21. Bunruamkaew, K., 2012: *Site Suitability Evaluation for Ecotourism Using GIS & AHP: A Case Study of Surat Thani Province, Thailand*. Phd Dissertation, Graduate School of Life and Environmental Sciences, Doctoral Program in Geoenvironmental Sciences, University of Tsukuba, Japan, 129 pp.
22. Buckley, R., 2006: *Adventure Tourism*. CAB International, UK, 336 pp.
23. Gašić, B., 2006: Prilog za faunu ptica Jahorine (Bosna i Hercegovina). *Ciconia* 15, Novi Sad, str. 56-76.
24. Geneletti, D., Pistocchi, A., 2001: Landscape ecology for sustainable land use planning: a GIS approach in a man-dominated landscape. In: Belward A. et al., eds., *Proceedings of the international workshop on geo-spatial knowledge processing for natural resource management*, Varese, pp 244-248.
25. Geneletti, D., 2007: An approach based on spatial multicriteria analysis to map the nature conservation value of agricultural land. *Journal of Environmental Management* 83, Elsevier, pp 228-235.
26. Geneletti, D., 2008: Impact assessment of proposed ski areas: A GIS approach integrating biological, physical and landscape indicators. *Environmental Impact Assessment Review* 28, Elsevier, pp 116-130.
27. Geneletti, D., Duren, I., 2008: Protected area zoning for conservation and use: A combination of spatial multicriteria and multiobjective evaluation. *Landscape and Urban Planning* 85, Elsevier, pp 97-110.
28. Генов, Г., 2008: *Туризам посебних интереса – селективни облици туризма*, приручник, Чугура принт, Београд.
29. Говедар, З., Голијанин, Ј., Марковић, С., 2007: Дендрохронолошка итраживања развоја стабала смрче (*Picea abies* L.) на Јахорини. *Зборник радова са научног скупа „Србија и Република Српска у регионалним и глобалним процесима“*, Географски факултет Универзитета у Београду и ПМФ Универзитета у Бањој Луци, стр. 289-298.
30. Говедар, З., 2011: *Гајење шума – еколошке основе*. Универзитет у бањој Луци, Шумарски факултет, Бања Лука.
31. Голијанин, Ј., 2010а: Примјена ГИС-а у геоморфолошком картирању – примјер планине Јахорине. *Зборник радова са научног скупа „Интердисциплинарност и јединство савремене науке“*, Филозофске и природно-математичке науке, Пале, стр. 565-575.
32. Golijanin, J., 2010б: Geokološke karakteristike vrtača Ravne planine. *Zbornik radova Međunarodnog simpozijuma GEOECO 2010 – Geokologija - XXI vijek, teorijski i aplikativni zadaci*, Žabljak – Nikšić, str. 518-524.
33. Голијанин, Ј., 2010в: *Морфографске карактеристике терена Јахорине у функцији одрживог развоја*. Магистарски рад, Филозофски факултет Пале, стр. 157.
34. Golijanin, J., 2011а: Morfometrijske odlike terena Jahorine u funkciji održivog razvoja, upotrebom GIS-a. *Zbornik radova sa Prve međunarodne konferencije o dostignućima u održivom razvoju (ICASUS) „Održivi razvoj i očuvanje biodiverziteta“*, Banja Luka, str. 333 – 346.
35. Golijanin, J., 2011б: Geocological evaluation of Ravna Planina terrain in the function of winter tourism. *Journal of the Geographical Institute „Jovan Cvijić” SASA*, Beograd, 61 (2), pp 1-10.
36. Голијанин, Ј., 2011в: Геоеколошка евалуација рељефа Јахорине. *Зборник радова са Трећег конгреса српских географа*, Бања Лука, стр. 293-304.
37. Голијанин, Ј., 2012а: Анализа флувијалног рељефа на ширем простору Јахорине. *Зборник радова са научног скупа „Наука и идентитет“*, Филозофске и природно-математичке науке, Пале, стр. 771-785.
38. Голијанин, Ј., 2012б: Геоморфолошке туристичке вриједности Равне планине. *Зборник радова Прве научно-стручне конференције „Развој компетентних људских ресурса за потребе туризма у земљама региона ЈИЕ“*, Универзитет у Источном Срајеву, И. Сарајево – Јахорина, стр. 180-194.

39. Golijanin, J., Lješević, M., 2011: Digitalna analiza i evaluacija reljefa Jahorine u funkciji održivog razvoja. *Zbornik radova sa naučnog skupa sa međunarodnim učesćem "Zaštita prirode u XXI vijeku"*, knjiga br.2, Žabljak, str. 787-794.
40. Голијанин, Ј., Лукић, М., 2012: Преображај викенд насеља и стање викендашких кретања на геопростору Паљанске котлине. *Зборник радова са Међународног научног скупа „Проблеми и изазови савремене географске науке и наставе“*, Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд, стр. 613-620.
41. Greene, R., Devillers, R., Joan E. Luther, J.E. and Eddy, B.G., 2011: GIS-Based Multiple-Criteria Decision Analysis. *Geography Compass* 5/6, pp 412–432.
42. Група аутора, 2003: *Енциклопедија – Животна средина и одрживи развој*. Еcolibri Београд & Завод за уџбенике и наставна средства, Источно Сарајево, стр. 460.
43. Група аутора, 2009: *Први национални извјештај БиХ у складу са оквирном конвенцијом уједињених нација о климатским промјенама*. Министарство вањске трговине и економских односа БиХ, Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију РС и Министарство околиша и туризма ФБиХ, Бања Лука, стр. 196.
44. Ghamgosar, M. et al., 2011: Multicriteria Decision Making Based on Analytical Hierarchy Process (AHP) in GIS for Tourism. *Middle-East Journal of Scientific Research* 10 (4), pp 501-507.
45. Дангић, А., Митровић, Д., 2012: Историјат геолошких истраживања Босне и Херцеговине са освртом на Републику Српску до 1992. године, *Геолошки гласник* 33, Нова серија 1, Зворник, стр. 25-93.
46. Dashti, P. et al., 2013: Combining Multi-Criteria Decision-Making and Geographical Information Systems for Identifying Appropriate Types of Recreation Sites. *Reef Resources Assessment and management Technical Paper*, Vol.38, pp 311-324.
47. De Groot, R., 2006: Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 75 (3-4), pp 175-186.
48. De Martonne, E., 1925: *Trait'e de G'eographie Physique*: 3 tomes, Paris.
49. Deng, J., King, B., Bauer, T., 2002: Evaluating Natural Attractions for Tourism. *Annals of Tourism Research*, Vol. 29, No 2, pp 422-438.
50. Димитријевић, Б., 2012: *Вишекритеријумска анализа 1 – скрипта*, Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, Београд, 17 стр.
51. Динић, Ј., 2007: *Човек и рељеф*. Српско географско друштво, Београд, стр. 98.
52. Драгићевић, С., Степић, М., Карић, И., 2008: *Природни потенцијали и деградирани површине општине Обреновац*, Јантар група, Београд.
53. Драгићевић, С., Филиповић, Д., 2009: *Природни услови и непогоде у планирању и заштити простора*. Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд, стр. 272.
54. Драгашевић, З., 2010: *Modeli višekriterijumske analize za rangiranje banaka*. Doktorska disertacija, Univerzitet Crne Gore, Ekonomski fakultet, Podgorica, 218 str.
55. Drdoš, J., 1996: A reflection on landscape ecology, *Ekológia (Bratislava)* 15, pp 369-375.
56. Дукић, Д., Гавриловић, Љ., 2008: *Хидрологија*. Завод за уџбенике, Београд, стр. 386.
57. Дујаковић, Г., 2004: *Пећине Републике Српске*. Завод за уџбенике и наставна средства, Источно Сарајево, стр. 329.
58. Дугалић, Г., Гајић, Б., 2012: *Педологија*. Агрономски факултет Крагујевац, Графика Јуреш, Чачак, стр. 295.
59. Ђерковић, Б., 1971: *The geological and Hydrogeological Relations between the areas of the Middle Bosnia*. Special publication of the Geological Bulletin. Sarajevo.
60. Ђерковић, М., 2004: *Подграб између Јахорине и Романије*. Подграб, стр 158.
61. Ђерковић, М., 1999: *Пале и паљани – природа и људи*. Пале, стр. 630.
62. Ђорђевић, Д., Дабовић, Т., 2009: *Основе просторног планирања*. Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд, стр. 114.

63. Ђорђевић, Ј., 1996: *Евалуација природних потенцијала на примеру сливова Јабланице и Ветернице*. САНУ, Географски институт „Јован Цвијић“, Београд, 146 стр.
64. Ђорђевић, Ј., 2006: Евалуација природног комплекса на примеру подручја општине Љиг. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“* 55, Београд, стр. 53-71.
65. Evans, I. S., 1972: *Chapter 2 – General geomorphometry, Derivatives of Altitude and Descriptive Statistics*. In *Spatial analysis in Geomorphology*, Harper and Row Publishers, New York, USA, pp 17-90.
66. Ждрале, М., 2011: *Пале, од најстаријих времена до данас*. Графомарк Лакташи, Општина Пале, стр. 438.
67. Живановић, В., Драгишић, В., Атанацковић, Н., 2012: Примена DRASTIC методе при оцени рањивости подземних вода на примерима националних паркова и паркова природе Србије. *Водопривреда*, 44, 258-260 р., стр. 227-284.
68. Живановић, В., 2011: *Оцена рањивости подземних вода од загађења на примерима карста Србије*. Магистарски рад, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Београд.
69. Zdilar, S., 1999: *Reljef zavale Imotskog polja i njegovo geoekološko vrednovanje*. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Geografski odsjek PMF-a, Zagreb, str. 74.
70. Zee, D. van der, 1992: *Recreation Studied from Above – Airphoto Interpretation as Input into Land Evaluation for Recreation*. ITC Publication 12, Enschede, pp 327.
71. Зеленовић-Васиљевић, Т., 2012: *Примена ГИС-а, аналитичког хијерархијског процеса и фази логике при избору локација регионалних депонија и трансфер станица*. Докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, 127 стр.
72. Zonneveld, I., 1979: *Land Evaluation and Landscape Science*. 2nd edn. ITC Textbook VII.4. International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, Enschede, Netherlands.
73. Zonneveld, I., 1990: Scope and Concepts of Landscape Ecology as an Emerging Science, in *Changing Landscapes: An Ecological Perspective*, (Eds. Zonneveld, I., Forman, R.), Springer, New York, pp 3-20.
74. Zonneveld, I., 1995: *Land Ecology: An Introduction to Landscape Ecology As a Base for Land Evaluation, Land Management and Conservation*. SPB Academic Publishing, Amsterdam, pp 199.
75. Zulum, Dž., Majstorović, Ž., 2008: *Extreme events and weather variability in Bosnia and Herzegovina within last ten years with special overview on 2007*. Global Environmental Change: Challenges to science and society in Southeastern Europe, International conference, Sofia.
76. Ivanović, S., Nikolić, G., 2010: Predmet, struktura i zadaci savremene geoekologije. *Zbornik radova Međunarodnog simpozijuma GEOECO 2010 – Geoekologija - XXI vijek, teorijski i aplikativni zadaci*, Žabljak – Nikšić, str. 19-30.
77. Jenness, J., 2006: *Topographic Position Index (TPI) v. 1.2, (tpi_jen.avx)*. Extension for ArcView 3.x., Jenness Enterprises, <http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm>
78. Јовановић, Б., 2000: *Дендрологија*. Универзитет у Београду, Београд, стр. 533.
79. Karlsson, J., Wohlin, C., Regnell, B., 1998: An evaluation of methods for prioritizing software requirements. *Information and Software Technology* 39, Elsevier, pp 939–947.
80. Karner, F., 1905: *Thermisodromen, versucheiner Kartographischen Dartstellung des jährlichen Ganges der Lufttemperatur*. K.K. Geographische Gesellschaft, Wien, 6(3).
81. Kirkpatrick, J., 2011: The Political Ecology of Soil and Species Conservation in a Big Australia, *Geographical Research* 49 (3), pp 276-285.
82. Kihoro, J., Bosco, N. J., and Murage, H., 2013: Suitability analysis for rice growing sites using a multicriteria evaluation and GIS approach in great Mwea region, Kenya. *SpringerPlus* 2:265.
83. Kordi, M., 2008: *Comparison of fuzzy and crisp analytic hierarchy process (AHP) methods for spatial multicriteria decision analysis in GIS*. Master's Thesis in Geomatics, University of Gavle, pp 55.
84. Kostić - Podgorska, V., 1939: Novi prilozi za poznavanje Paleozoika u okolini Prače nedaleko od Sarajeva. *Geološki anali Balkanskog poluostrva* 16, Београд, стр. 126-127.

85. Крајић, А., 2011: Геоеколошко вредновање подручја резервата природе „Обедска бара“. *Гласник Српског географског друштва*, вол. 91, бр.4, стр. 1-26.
86. Лакушић, Р. и др. 1981: *Екосистеми тресетишта на планинама сјевероисточне Босне*. Друштво еколога БиХ, Еколошка монографија 7(а), Сарајево, стр. 35-84.
87. Lathrop, R.G.jr., Vognar, J. A., 1998: Applying GIS and landscape ecological principles to evaluate land conservation alternatives. *Landscape and Urban Planning* 41, Elsevier, pp 27-41.
88. Лазаревић, Р., 2010: *Ерозија у Босни и Херцеговини*. Желинд, Београд, стр. 388.
89. Leitao, B. A., Ahern, J., 2002: Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning* 59, Elsevier, pp 65-93.
90. Leser, H., 1997: *Landschaftsökologie*. Ulmer - Verlag, Stuttgart.
91. Lepirica, A., 2006: Геоеколошке значајке долине горњег тока Une од Martin Broda до Pritoke. *Hrvatski geografski glasnik* 68/2, Zagreb, str. 31-55.
92. Lootsma, F. A., 1988: *Numerical Scaling of Human Judgement in Pairwise - comparison methods for fuzzy multi-criteria decision analysis*. In G. Mitra (Ed.) *Mathematical Models for decision support*, Springer, Berlin, pp 57-88.
93. Lozić, S., 1995: Vertikalna raščlanjenost reljefa kopnenog dijela Republike Hrvatske. *Acta Geographica Croatica*, vol.30, Zagreb, str. 17-28.
94. Lozić, S., 2009: Primjena multivarijantnih statističkih metoda u geomorfologiji. *Zbornik radova Drugog kongresa geografa BiH*, Geografsko društvo Federacije BiH, Sarajevo, str. 120-142.
95. Љешевић, А. М., 1983: Квантитативне методе валоризације природне средине. *Заумтута Природе* (36), Београд, стр. 93-109.
96. Љешевић, А. М., 1992: Оцена природних абиотичких услова за потребе истраживања оптимума пољопривредне производње. *Зборник радова, Географски факултет*, Универзитет у Београду, Св. 39, Београд, стр. 125-141.
97. Љешевић, А. М., 2003: *Географија земљишта*. Универзитет Црне Горе, Институт за географију Филозофског факултета, Никшић, стр. 221.
98. Љешевић, А. М., 2005а: *Животна средина – наука о животној средини 1, теорија и методологија истраживања*. Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд, стр. 626.
99. Љешевић, А. М., 2005б: *Животна средина села и настањених подручја*. Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд, стр. 309.
100. Љешевић, А. М., Милановић, М., 2009: Вредновање природних фактора у урбаном планирању и програмима развоја локалних заједница. *Гласник српског географског друштва*, свеска LXXXIX – бр.3, стр. 51-58.
101. Majstorović, Ž. i dr., 2005: Promjene u režimu padavina za Sarajevo 1894-2003. (Changes in precipitation regime for Sarajevo 1894-2003). 28. *Međunarodna konferencija o planinskoj meteorologiji* - ICAM, Zadar.
102. Malczewski, J., 2000: On the Use of Weighted Linear Combination Method in GIS: Common and Best Practice Approaches. *Transactions in GIS*, 4(1), pp 5-22.
103. Malczewski, J., 2006: GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, Vol. 20, No. 7, pp 703–726.
104. Mamut, M., 2005: *Geomorfološke značajke reljefa zadarskih otoka i njegovo geoekološko vrednovanje*. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Geografski odsjek PMF-a, Zagreb, str. 254.
105. Mamut, M., 2010: Geoekološko vrednovanje reljefa otoka Pašmana. *Geoadrija* 15(2), str. 241-267.
106. Манојловић, П., Драгићевић, С., Мустафић, С., 2004: Основне морфометријске карактеристике рељефа Србије. *Гласник Српског географског друштва*, свеска LXXXIV - Бр. 2, Београд.
107. Манојловић, П., Драгићевић, С., 2003: *Практикум из геоморфологије*. Географски факултет, Београд, стр. 162.
108. Марковић, М., 1983: *Основи примењене геоморфологије*. Геоинститут ООУР истраживање минералних сировина, инжењерска и хидрогеологија, Београд, стр. 174.

109. Марковић, М., Павловић, Р., Чупковић, Т., 2003: *Геоморфологија*. Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, стр. 464.
110. Marull, J., Pino, J., Mallarach, J., Cordobilla, M., 2007: A Land Suitability Index for Strategic Environmental Assessment in metropolitan areas. *Landscape and Urban Planning* 81, pp 200-212.
111. Melnyk, A., 2008: Ecological analysis of landscapes, in: *Methodology of landscape research, Dissertations Commission of Cultural Landscape 9* (ur. Andreychouk, V.), Commission of Cultural Landscape of Polish Geographical Society, Sosnowiec, pp 151-169.
112. Месарош, М., Павић, Д., 2006: Могућности употребе ГИС-а у геоморфолошким проучавањима на примеру Фрушке Горе. *Зборник радова Департмана за географију, туризам и хотелијерство* 35, Универзитет у Новом Саду, ПМФ, Нови Сад, стр. 237-245.
113. Merina, A. P., Perucho, C. C., Ruiz, A. M., Guerrero, C. I., 2011: Landform of Alicante province by using GIS. *Proceedings of the IMProVe 2011 International conference on Innovative Methods in Product Design*, Venice, Italy, pp 875-880.
114. Messina, J. P., Crews-Mayer, K. A., Walsh, S. J., 2000: Scale dependent pattern metrics and panel data analysis as applied in a multiphase hybrid landcover classification scheme. *Proceedings of American Society of Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS) Conference*, Miami, Florida, USA.
115. Miklós, L., 1994: *Landscape ecological principles of the sustainable development*. Roskilde University, Department of Geography and International Development Studies, Roskilde.
116. Miklós, L., 1996: Landscape-ecological theory and methodology: a goal oriented application of the traditional scientific theory and methodology to a branch of a new quality. *Ekológia (Bratislava)* 15, pp 377-385.
117. Miklós, L., 2010: The most successful landscape ecological concepts in the practice. *The Problems of Landscape Ecology* 28, pp 15-22.
118. Mikita, T., Klimánek, M., 2010: Topographic Exposure and its Practical Applications. *Journal of Landscape Ecology*, Vol 3, No. 1., pp 42-51.
119. Милинчић, М., Пецељ, М., 2008: Природна основа геоеколошких процеса Жупе Александровачке. *Гласник Српског географског друштва*, св. LXXXVIII - бр.1, Београд, стр. 53-68.
120. Милинчић, М., Шабић, Д., 2009: Геоеколошке детерминанте економске безбедности. *Зборник радова књ. 6, „Безбедност у постмодерном амбијенту“*, ед. Слободан Нешковић, Београд, CESNA-B, стр. 193-206.
121. Милинчић, М., Михајловић, Б., Шабић, Д. и Ђурчић, Н., 2012: Погранични планински простор Источне Србије у функцији изворишта површинских вода. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, Београд, 62 (1), стр. 11-29.
122. Milinčić, M., Vujadinović, S., Ćurčić, N., and Šabić, D., 2013: Effects of geoeological factors on vegetation of the Gruža basin. *Arch. Biol. Sci.*, Belgrade, 65 (1), 121-131.
123. Милић, В., 2009: Коришћење и заштита пољопривредног земљишта у заштићеном подручју Јахорине. Непубликован материјал.
124. Миловановић, Д., 2002: Методолошки приступ интегралном вредновању природних ресурса у шумским подручјима. *Заштита природе*, бр. 53/2, стр. 121-130.
125. Милосављевић, М., 1990: *Метеорологија*. Научна књига, Београд, стр. 280.
126. Милошевић, В. М., Маркићевић, М., 2003: *Геоморфолошки процеси и облици у функцији детерминисања оптималне микролокације депоније*. Гласник Српског географског друштва, св. LXXXIII . бр.2, Београд, стр. 87-99.
127. Mitchaell, C.W., 1991: *Terrain Evaluation*. Second edition, Longman Scientific and Technical, USA, 464 pp.
128. Mizgajski, A., Breuste, J., Albert, C., Gruehn, D., Kozová, M., Miklós, L., Mörtberg, U., 2010: Implementation of landscape ecological knowledge – achievements and challenges. *The Problems of Landscape Ecology* 28, 9-13.

129. Мухић, Ј. Љ., 1976: *Јахорина, центар за рекреацију*. Скупштина општине Пале и Туристичко друштво „Јахорина“, Пале, стр. 236.
130. Мухић, Ј. Љ., 1987: *Јахорина и Требевић – планине четрнаесте зимске олимпијаде*. Скупштина општине Пале и Војна установа Романија, Сарајево – Пале, дио о Јахорини стр. 366.
131. Molles, M., 2008: *Ecology: Concepts and Applications*. McGraw-Hill, New York
132. Moradi, M., Vazyar, M. H. and Mohammadi, Z., 2012: GIS-Based Landslide Susceptibility Mapping by AHP Method, A Case Study, Dena City, Iran. *Journal of Basic and Applied Scientific Research* 2(7), pp 6715-6723.
133. Moss, M., 2000a: Interdisciplinarity, landscape ecology, and 'The transformation of agricultural landscapes'. *Landscape Ecology* 15, 303-311
134. Moss, M., 2000b: Landscape ecology: the need for a discipline?. *The Problems of Landscape Ecology* 6, pp 174-187
135. Musa, S., 2004: *Kartografske metode u morfostrukturnoj analizi reljefa Zapadne Hercegovine*. Sarajevo, str. 223.
136. Musa, S., 2009: Krš, geoeкологија и одрживи развој у Bosni i Hercegovini. *Zbornik radova Drugog kongresa geografa BiH*, Geografsko društvo Federacije BiH, Sarajevo, str. 77-93.
137. McAlpine, C., Seabrook, L., Rhodes, J., Maron, M., Smith, C., Bowen, M., Butler, S., Powell, O., Ryan, J., Fyfe, C., Adams-Hosking, C., Smith, A., Robertson, O., Howes, A., Cattarino, L., 2010: Can a problem-solving approach strengthen landscape ecology's contribution to sustainable landscape planning. *Landscape Ecology* 25 (8), 1155-1168.
138. Naveh, Z., Liebermann, A., 1994: *Landscape Ecology: Theory and Application, Second Edition*. Springer-Verlag, New York, 356 pp.
139. Naveh, Z., 2000: What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. *Landscape Urban Planning* 50, pp 7-26.
140. Olshevsky, A., 2008: Use GIS for Estimation of Agricultural Suitability of the Lands (on an Example of the Agricultural Organization). *GIS in Environmental Management*, 1-14.
141. Opdam, P., Foppen, R., Vos, C., 2002: Bridging the gap between ecology and spatial planning in landscape. *Landscape Ecology* 16, pp 767-779.
142. Orland, B., Weidemann, E., Larsen, L. and Radja, P., 1995: *Exploring the relationship between visual complexity and perceived beauty*. Imaging Systems Laboratory, Department of Landscape Architecture, University of Illinois at Urbana-Champaign.
143. Ostaszewska, K., 2004: Four fundamental methodological problems of landscape geography. *Miscellanea Geographica* 11, 13-17.
144. Osterkamp, W., Hupp, C., Stoffel, M., 2012: The interactions between vegetation and erosion: new directions for research at the interface of ecology and geomorphology, *Earth Surface Processes and Landforms* 37, 23-36.
145. Pavić, R., 1987: Osnove kompleksne ekologije i geoeкологије за географе – temeljne definicije i prijedlog nastavnog plana. *Geografski glasnik* 49 (1), str. 90-96.
146. Папеш, Ј., 1988: *Тектонска грађа територије СР Босне и Херцеговине – студија*. РО „Геоинжињеринг“ и ООУР „Геоинститут“, Сарајево, стр. 152.
147. Pahernik, M., 2000: Prostorni raspored i gustoća ponikava SZ dijela Velike Kapele. *Geoadria*, vol.5, Zadar, str. 105-120.
148. Pahernik M., Kereša D., 2007: Primjena geomorfoloških istraživanja u vojnoj analizi terena – indeks zaštitnog potencijala reljefa. *Hrvatski geografski glasnik* 69/1, Zagreb, str. 39-53.
149. Pahernik M., 2007: Digital analysis of the slopes of Rab Island. *Geoadria*, vol. 12/1, Zadar, pp 3-22.
150. Paydar, Z., Chen, Y., 2014: Water Cycle and Irrigation Expansion: An Application of Multi-Criteria Evaluation in the Limestone Coast (Australia). *Journal of Water Resource and Protection*, 6, pp 655-668.
151. Пензер, И., Пензер, Б., 1989: *Агроклиматологија*. Школска књига, Загреб.

152. Pereira, J. M. C., Duckstein, L., 1993: A multiple criteria decision-making approach to GIS-based land suitability evaluation. *International Journal of Geographical Information Systems*, pp 407-424.
153. Perrin, H., 1954: *Le Traitement des Forêts, Théorie et Pratique des Techniques sylvicoles. Sylviculture (Tome II)*. Ecole Nationale des Eaux et Forêts. Nancy, pp 411.
154. Петровић, Д., Манојловић, П., 2003: *Геоморфологија*. Географски факултет, Београд, стр. 492.
155. Петронић, С., Гашић, Б., Глигорић, С., Гргић, П., Дујаковић, Г., Табаковић-Тошић, М., и др. 2009: *Јаворина – научно-стручне основе за заштиту планинског масива Јахорина на територији Републике Српске као заштићеног пејзажа*. Републички завод за заштиту културно-историјског и природног наслеђа, Бања Лука, стр. 297.
156. Пецељ, Ј., Пецељ, М. М., Пецељ, Р. М., 2011: Могућност примене геоекологије у просторном планирању. *Планска и нормативна заштита простора и животне средине*, Београд, стр. 401-406.
157. Пецељ, М., Марковић, С., Јовановић, М., 2002: *Пећина Орловача*. Марго, Пале, стр. 67.
158. Пецељ, М., Милинчић, М., Шабић, Д., Пецељ, Ј., Макаров, С., Пецељ, М., 2012-2013: Зечева ледењача – леденица на Романији. *Глобус* бр. 37-38, стр. 73-81.
159. Пецељ, Р. М., 2011: Геоекологија теоријско-методолошка разматрања. *Зборник радова Трећег конгреса српских географа са међународним учешћем*, Бања Лука, стр. 119-129.
160. Пецељ, Р. М., *Основе геоекологије, Методолошко-теоријска и апликативна питања*. Географски факултет, Београд, непубликован материјал.
161. Piran, H. et al., 2013: Site selection for local forest park using AHP and GIS (case study: Badreh County). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, Vol. 6 (7), pp 930-935.
162. Purnell, M.F., 1984: The FAO methods of land evaluation for agriculture and forestry as compared to extensive grazing. *Proceedings of the workshop on land evaluation for extensive grazing (LEEG)*, publication 36, Edt. Siderius W., ILRI (International Institute for Land Reclamation and Improvement), Wageningen, Netherlands.
163. Предић, Т., и др., 2009: *Основа заштите, коришћења и уређења пољопривредног земљишта Републике Српске као компоненте процеса планирања коришћења земљишта*. Пољопривредни институт Републике Српске, Завод за агрохемију и агроекологију, Бања Лука, стр. 111.
164. Planinšek, Š, Ferreira, A., Japelj, A., 2011. A model for evaluation of the hydrological role of a forest. *Šumarski list*, br. 5-6, CXXXV, pp 257-268.
165. Рокић, Љ., 1989: *Улога и значај инжењерско-геолошких модификатора на инжењерскогеолошке одлике терена средње Босне*. Грађевински факултет, Сарајево.
166. Rubin, G., 2004: Procjena vrijednosti šuma – praktični pristup. *Šumarski list*, br. 11-12, CXXVIII, 679-688.
167. Ružička, M., Miklós, L., 1982: Methodology of ecological landscape evaluation for optimal development of territory. in: *Perspectives in Landscape Ecology* (ed. Tjallingii, S., de Veer, A.), Pudoc, Wageningen, pp 99-108 .
168. Ružička, M., Miklós, L., 1990: Basic Premises and Methods in Landscape Ecological Planning and Optimization. in: *Changing Landscapes: An Ecological Perspective* (ed. Zonneveld, I., Forman, R.), Springer, New York, 233-260.
169. Ryszkowski, L., 2002: *Landscape Ecology in Agroecosystems Management*. CRC Press, pp 384.
170. Saaty, T.L., 1980: *The Analytic Hierarchy Process (AHP): Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill, New York, USA, 437 pp.
171. Saaty, T.L., Kainen. P.C., 1986: *The Four-Color Problem; Assaults and Conquest*. Dover Publications, 217 pp.
172. Saletto-Janković, M., 1994: The role of geomorphological research in geoeology. *Acta Geographica Croatica*, vol. 29, Zagreb, str. 37-44.
173. Saletto-Janković, M., 1997: *Geoekološke značajke Nacionalnog Parka „Paklenica“*. Doktorska disertacija, Geografski odsjek PMF-a, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, str. 278.

174. Sener, S., Sener, E., Nas, B. and Karaguzel, R., 2010: Combining AHP with GIS for landfill site selection: A case study in the Lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey). *Waste Management* 30, pp 2037–2046.
175. Срђевић, Б., Јандрић, З., 2000: *Аналитички хијерархијски процес у стратешком газдовању шумама*. Извјештај за Србијашуме, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад, стр. 16-24.
176. Срђевић, З. и др., 2010: Примена ГИС-а и аналитичког хијерархијског процеса у одређивању погодности земљишта за наводњавање. *Водопривреда*, вол. 42, бр 1-3, стр. 61-68.
177. Steele, K., Carmel, Y., Cross, J. and Wilcox, C., 2009: Uses and Misuses of Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) in Environmental Decision Making. *Risk Analysis*, Vol. 29, pp 26-33.
178. Стефановић, В., 1986: *Фитоценологија са прегледом шумских фитоценоза Југославије*. Свјетлост, Сарајево.
179. Степић, М., Јахимовић, Б., 2006: *Основи аграрне географије*. Јантар група, Београд, 200 стр.
180. Steiniger, S., Nau, G. J. 2009: Free and Open Source Geographic Information Tools for Landscape Ecology. *Ecological Informatics* 4(4), pp 183-195.
181. Strahler, A. N., 1957: Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. *Transactions, American Geophysical Union*, vol. 38. No 6., pp 913-920.
182. Смиљанић, С., Ђурђић, С., 2006: Примена ГИС-а у вредновању природних потенцијала општине Ражањ за потребе пољопривреде. *Гласник српског географског друштва*, свеска LXXXVI – број 2, Београд, стр. 161-170.
183. Summerfield, M. A., 1991: *Global geomorphology: an introduction to the study of landforms*. Longman, London, pp 537.
184. Takeuchi, K., 1983: Landscape Planning Methodology Based on Geocological Land Evaluation. *GeoJournal*, Volume 7, Issue 2, Springer, pp 167-183.
185. Tagil, S., Jenness, J., 2008: GIS-Based Automated Landform Classification and Topographic, Land Cover and Geologic Attributes of Landforms Around the Yazoren Polje – Turkey. *Asian Network for Scientific Information, Journal of Applied Sciences* 8 (6), pp 910-921.
186. Telbisz, T., Mari, L., Ђалић, Ј., 2007: Морфометријска анализа вртача на Мирочу употребом ГИС-а. *Гласник српског географског друштва*, свеска LXXXVII – број 2, Београд, стр. 21-30.
187. Teletović, J. i dr. 2012: Osnovni principi, metodološki pristup Corine Land Cover u BiH i analiza rezultata CLC2000 i CLC2006. *Geodetski glasnik* br. 42, Sarajevo, str. 20-32.
188. Termorshuizen, J., Opdam, P., van den Brink, A., 2007: Incorporating ecological sustainability into landscape planning. *Landscape and Urban Planning* 79, pp 374-384.
189. Тошић, Р., Lovrić, N., Janković, D. and Blagojević, B., 2011: Geocological evaluation of East Hercegovina caves for the purpose of speleotourism development. *Proceedings of the Third Congress of Serbian Geographers with international participation*, Banja Luka, pp 637-648.
190. Трбић, Г., Бајић, Д., 2011: *Специфичности промјене климе Републике Српске и могућности адаптације*. Зборник радова Трећег конгреса српских географа са међународним учешћем, Бања Лука, стр. 149-157.
191. Trendafilov, B., Minčev, I., Simovski, B and Velkovski, N., 2010: Suitability for tree species afforestation using GIS aided landscape model in the Republic of Macedonia. *Proceedings of the First Serbian Forestry Congress – Future with forests*, Belgrade, Serbia, pp 807-818.
192. Tress, G., Tress, B., Fry, G., 2004: Clarifying integrative research concepts in landscape ecology. *Landscape Ecology* 20, pp 479-493.
193. Turner, M. G., Gardner, R. H., 1994: *Quantitative Methods in Landscape Ecology: The Analysis and Interpretation of Landscape Heterogeneity*, Springer, New York, pp 556.
194. Turner, M.G., Gardner R.H., and O'Neill, R.V., 2001: *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. Springer-Verlag, New York, pp 401.
195. Turner, M., 2005: Landscape ecology: What is the state of the science? *Annual Review of Ecology and Systematics* 36, pp 319-344.

196. Tülay, C., Cengiz, A., 2009: Application of analytical hierarchy process and geographic information systems in land-use suitability evaluation: a case study of Dümrek village (Çanakkale, Turkey). *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 16 (4), pp 286-294.
197. Thapa, R. B., Murayama, Y., 2008: Land evaluation for peri-urban agriculture using analytical hierarchical process and geographic information system techniques: A case study of Hanoi. *Land Use Policy*, Volume 25, Issue 2, pp 225-239.
198. Tsiko, R.G., Haile, T.S., 2011: Integrating GIS, Fuzzy Logic and AHP in Modelling Optimum Sites for Locating Water Reservoirs. A Case Study of the Debub District in Eritrea. *Water*, Vol.3, pp 254-290.
199. Fahrig, L., 2005: When is a Landscape Perspective Important. *Issues and Perspectives in Landscape Ecology* (ed. Wiens, J., Moss, M.), Cambridge University Press, pp 3-10.
200. Farina, A., 2006: *Principles and Methods in Landscape Ecology: Towards a Science of the Landscape*. Springer Landscape series, Netherlands, 412 pp.
201. Fernandes, J., Guiomar, N., Soares, A., 2006: Geometries in Landscape Ecology. *Journal of Mediterranean Ecology* 7 (1-4), pp 3-13.
202. Feizizadeh, B., Blaschke, T., Nazmfar, H. and Rezaei Moghaddam, M.H., 2013: Landslide Susceptibility Mapping for the Urmia Lake basin, Iran: A multi-Criteria Evaluation Approach using GIS, *International Journal of Environmental Research*, 7(2), pp 319-336.
203. Fournier, F., 1960: *Climat et érosion*. Presses Universitaires de France, Paris.
204. Fukarek, P., 1943: Planinski javor (Acer hekdreichii orph. ssp visiani nym pax). *Hrvatski šumarski list*, br. 5, 165-170.
205. Fürst-Bjeliš, B., Lozić, S., Perica, D., 2000: Man and the Environment in the Central Velebit Area – Baške Oštarije and Surroundings. *Acta Geographica Croatica* 35, pp 111-132.
206. Halás, M., 2003: Possibilities for the application of geography to land use planning. *Acta Universitatis Carolinae – Geographica* 1, pp 67-77.
207. Hall, C.M., Page, S.J., 2014: *The Geography of Tourism and Recreation – Environment, place and space*. Fourth edition, Routledge, pp 470.
208. Harker, P.T., Vargas, L.G., 1987: The theory of ratio scale estimation: Saaty's analytic hierarchy process. *Management Science*, Vol. 33 Issue 11, pp 1383-1403.
209. Hrvatović, H., 2005: *Geological guidebook trough Bosnia and Herzegovina*. Geological Survey of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo, pp 163.
210. Huggett, R., 1995: *Geoecology: An Evolutionary Approach*. Taylor i Francis, London.
211. Цвејић, Ј., Љешевић, А.М., Веснић-Нађерал, Ж., 1993: Вредновање локационих фактора за потребе рекреације приградских зона великих градова. *Зборник радова, Географски факултет, Универзитет у Београду*, Св.41, 89-105.
212. Цвијић, Ј., 2000: *Географија краса*. САНУ и Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, стр. 285.
213. Цвијић, Ј., 2000: *Геоморфологија I*. САНУ и Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, стр. 594.
214. Цвијић, Ј., 1996: *Геоморфологија II*. САНУ и Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, стр. 588.
215. Cushman, S., Evans, J., McGarigal, K., 2010: Landscape Ecology: Past, Present and Future. in: *Spatial Complexity, Informatics, and Wildlife Conservation* (ed. Landguth, E., Huettmann, F.), Springer, New York, pp 65-82.
216. Chen, J., Saunders, S., Crow, T., Naiman, R., Brosofske, K., Mroz, G., Brookshire, B., Franklin, J., 1999: Microclimate in Forest Ecosystem and Landscape Ecology: Variations in local climate can be used to monitor and compare the effects of different management regimes, *BioScience* 49 (4), pp 288-297.
217. Chen, Y., Yu, J., Shahbaz, K. and Xevi, E., 2009: A GIS-Based Sensitivity Analysis of Multi-Criteria Weights. *Proceedings of the 18th World IMACS / MODSIM Congress*, Cairns, Australia, pp 3137-3143.

218. Chen, H., Kocaoglu, D.F., 2008. A sensitivity analysis algorithm for hierarchical decision models. *European Journal of Operational Research*, Vol. 185, Issue 1, pp. 266-288.
219. Chorley, R.J., 1972: Chapter 1– Spatial Analysis in Geomorphology. in: *Spatial analysis in Geomorphology*, Harper and Row Publishers, New York, USA, pp 3-16.
220. Čupić, M., Rao Tummala, V.M., Suknović, M., 2003: *Odlučivanje: formalni pristup*. Fakultet organizacionih nauka, Beograd, str. 279.
221. Džaja, K., 2003: Geomorfološke značajke Dugog otoka. *Geoadria*, vol. 8/2, Zadar, str. 5-44.
222. Šabić, D., Milinčić, M. et al., 2010: Geoecological Importance of Wetlands Transformation into Agricultural Landscape: Example of Pančevački Rit in Serbia. *Proceedings of 8th WSEAS International Conference on Environment, Ecosystems and Development (EED '10)*, Athens, Greece, pp 202-205.
223. Šegota, T., 1963: Geografske osnove glacijacija. *Radovi geografskog instituta*, br. 4, Zagreb, str. 1-119.
224. Шибалић, Д., 1986: Утицај сунчевог зрачења на ерозионе процесе земљишта. *Материјали са симпозијума о проблемима ерозије у СР Србију*, Београд.
225. Šundov, M., 2004: *Geomorfologija Dubrovačkog primorja i geoekološko vrednovanje reljefa*. Posebno izdanje Hrvatskog geomorfološkog društva 1. Medicinska naklada, Zagreb, str. 173.
226. Weiss, A. D., 2001: *Topographic Position and Landforms Analysis*. Poster presentation. ESRI User Conference, San Diego, CA.
227. Wiens, J. A., Moss, M. R., 1999: Preface in: *Issues in Landscape Ecology*, ed. Wiens, J. A. and Moss, M. R., 5th IALE-World Congress, Snowmass, CO, USA.
228. Wu, J. et al., 2006: Landscape ecology, cross-disciplinarity and sustainability science. *Landscape Ecology* 21, Springer, pp 1-4.

ИЗВОРИ

1. *Agenda 21*, Proceedings of United Nations Conference on Environment & Development, United Nations Division for Sustainable Development, Rio de Janeiro, 1992.
2. *Agrinos, 2013: Soil & Palm Oil Seminar: Understanding and Managing to Achieve Optimum Long Terms Yields*. Seminar Materials: XI. Framework for Land Evaluation and Land Evaluation for Forestry (<http://sea.agrinos.com/node/528>)
3. А.Д. „Пројект“, 2008: *Регулациони план „посебног подручја Јахорина“*. Нацрт плана, књига 1, Бања Лука, текстуални дио - стр. 94.
4. А.Д. „Пројект“, 2010: *Регулациони план „Пале центар“*. Ревизија плана, Бања Лука, текстуални дио - стр. 40.
5. Бурлица, Ч., Мијатовић, Д., 1982: *Педолошка карта Југославије 1:50.000, Тумач педолошке секције Сарајево 2*. Завод за агропедологију, Сарајево, стр. 31 без прилога.
6. Војногеографски институт, 1974: *лист Пале (Горажде 1-3)*. Топографска карта 1:25.000, Београд.
7. Војногеографски институт, 1974: *лист Романија-југ (Горажде 1-4)*. Топографска карта 1:25.000, Београд.
8. Војногеографски институт, 1974: *лист Јахорина (Горажде 3-1)*. Топографска карта 1:25.000, Београд.
9. Војногеографски институт, 1974: *лист Нехорићи (Горажде 3-2)*. Топографска карта 1:25.000, Београд.
10. Завод за геолошка истраживања Републике Српске „Геозавод“ и Федерални завод за геологију: *Хидрогеолошка карта подручја БиХ 1:500.000 (фрагмент Хидрогеолошке карте СФРЈ из 1980. године)*. Зворник, Сарајево.

11. Завод за агропедологију, 1979: *Лист Сарајево 1*. Педолошка карта СФРЈ, 1:50.000, Шумарски факултет, Сарајево.
12. Завод за агропедологију, 1981: *Лист Сарајево 2*. Педолошка карта СФРЈ, 1:50.000, Шумарски факултет, Сарајево.
13. Завод за агропедологију, 1983: *Лист Сарајево 3*. Педолошка карта СФРЈ, 1:50.000, Шумарски факултет, Сарајево.
14. Завод за агропедологију, 1982: *Лист Сарајево 4*. Педолошка карта СФРЈ, 1:50.000, Шумарски факултет, Сарајево.
15. Завод за планирање развоја града Сарајева, 1979: *Просторни план посебног подручја за потребе одржавања XIV зимских олимпијских игара Сарајево 1984., полазне основе*. Сарајево.
16. Завод за хидротехнику, 1987: *Истражни радови на врелу Паљанске Миљацке за потребе водоснабђевања*. Грађевински факултет, Сарајево.
17. ЈП Скијалишта Србије, 2009: *Каталог знакова на скијалишту*.
18. Министарство трговине и туризма Републике Српске, 2008: *Туристички Мастер план за Јахорину*. Бања Лука, стр. 200.
19. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Српске, 2011: *Стратегија развоја шумарства Републике Српске за период од 2011-2021. године – нацрт*, Бања Лука, стр. 114.
20. Општина Пале, 2008: *Стратегија развоја општине Пале до 2015. године*. Пале, стр 82.
21. Општина Пале, 2008: *Стратегија развоја пољопривреде на простору општине Пале до 2015. године*. Пале, стр 13.
22. Општина Пале, 2008: *Стратегија развоја туризма на простору општине Пале до 2015. године*. Пале, стр 12.
23. Подаци добијени од Републичког завода за заштиту културно-историјског и природног наслеђа Републике Српске, Подручна јединица Пале, 2012.
24. Подаци добијени од ФХМЗ БиХ, Сарајево, 2013.
25. Подаци добијени од РХМЗ, Бања Лука, 2013.
26. Подаци добијени од Центра за уклањање мина у БиХ (ВН-МАС), Пале, 2012.
27. Подаци добијени од Општине Пале, 2012.
28. Подаци добијени од Института за заштиту здравља Републике Српске, Бања Лука, Регионални завод И. Сарајево, 2008.
29. Подаци добијени од ЈОДП „Водовод“, Пале, 2008.
30. Подаци добијени од Шумског газдинства „Јахорина“ Пале, 2014.
31. Републички завод за статистику Републике Српске, 2011: *Извјештај о површинама политичке општине по секторима својине у 2010. години*. Републички завод за статистику Републике Српске, Бања Лука.
32. Републички завод за статистику Републике Српске, 2012: *Процјена броја становника Републике Српске по општинама за 1996. годину*. Републички завод за статистику Републике Српске, Бања Лука.
33. Републички завод за статистику Републике Српске, 2012: *Процјена броја становника Републике Српске по општинама за период 2000-2011 годину*. Републички завод за статистику Републике Српске, Бања Лука.
34. Вујновић, Л., Марић, Ј. и др. 1982: *Основна геолошка карта СФРЈ 1:100.000, Прача*. Савезни геолошки завод, Београд.
35. Вујновић, Л., 1983: *Основна геолошка карта 1:100.000, Тумач за лист Прача К 34-2*. Савезни геолошки завод, Београд, стр. 52.
36. Савез геолошких друштава Југославије, 1984: *Лист Сарајево*. Геоморфолошка карта СФРЈ 1:500.000, Београд.
37. Службени гласник НР БиХ, бр. 50/49

38. Службени гласник Републике Српске, бр. 4/02 – Закон о ловству Републике Српске.
39. Службени гласник Републике Српске, бр. 113/08
40. Службене новине града Источно Сарајево, 2013, XVIII, бр.9, стр. 56.
41. Туристичка организација града Источно Сарајево 2012: *Туристичка понуда – Јахорина и околнина*. Пале.
42. Tourist Organisation of the city of East Sarajevo 2012: *The region of Sarajevo-Romanija – tourist guide*. Pale.
43. Урбанистички завод Републике Српске, 2007: *Просторни план града Источно Сарајево до 2015. године (нацрт)*. Бања Лука, стр. 309.
44. FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), 1976: *A Framework for Land Evaluation*. Wageningen: ILRI Publication 22.
45. FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), 1984: *Land Evaluation for Forestry*. FAO Forestry Paper 48, Rome, pp 123.
46. CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover (CLC), 2006.
47. Црногорац, М., Јакшић, В., 1981: *Педолошка карта Југославије 1:50.000, Тумач педолошке секције Сарајево 1*. Завод за агропедологију, Сарајево, стр. 48 без прилога.
48. Група аутора, 1983: *Еколошко-вегетацијска рејонизација БиХ, Р 1:500.000*. Шумарски факултет, Посебна издања бр.17, Сарајево.

ИНТЕРНЕТ СТРАНИЦЕ

1. www.bistrobih.ba
2. www.gis.ba
3. www.commonswikimedia.org
4. www.iucn.org
5. www.fao.org
6. www.esri.com
7. www.gobice.com
8. www.majnex.com
9. www.palelive.com
10. www.palelive.com/pale-kroz-istoriju/zeljeznica-voz-ciro
11. http://goto.arcgisonline.com/maps/World_Topo_Map
12. <http://brandenburg.geoeology.uni-potsdam.de/users/schroeder/download.html>
13. <http://www.geo.uni-mainz.de/1305.php>
14. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2010EGUGA..12.2209N>
15. <http://www.eolss.net/Sample-Chapters/C01/E6-14-02-08.pdf>
16. <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/322068/Koppen-climate-classification>

ПОПИС ГРАФИЧКИХ ПРИЛОГА

ПОПИС СЛИКА

Слика 1 Развој геоекологије – према Марку Антропу	24
Слика 2 Хијерархијски и плуралистички приказ геоекологије и њен однос према одрж. развоју ..	25
Слика 3 Јужне стране Равне планине са долином Праче	50
Слика 4 Тунели: (а) нови и стари железнички тунел на путном правцу М-5; (б) дио путног правца који води према Вишеграду са трасом старе железничке пруге и једним од 99 тунела	55
Слика 5 Карбонске серије глиновитих кварц-серицитских шкриљаца у кориту Дубоког потока	60
Слика 6 Серије средњотријаских масивних спрудних кречњака у централној зони Равне планине	62
Слика 7 Геолошки профил проучаваног простора са легендом	64
Слика 8 Поглед на језгро антиклиноријума Подвitez-Прача (горе десно), а иза кречњачка тријаска табла Равне планине и Јахорине	66
Слика 9 Јужне стране Равне планине љети (а) и зими (б), у позадини Романија и Госина	69
Слика 10 Паљанска котлина данас (а) и некада (б)	70
Слика 11 Делувијално-пролувијални наноси на падинама Равне планине	97
Слика 12 Шкрапе Равне планине	107
Слика 13 Вртаче Равне планине: (а) и (б) љевкасте вртаче; (в) и (г) алувијалне вртаче	110
Слика 14 Велика вртача у ували Дуго поље	111
Слика 15 Суве долине Равне планине	112
Слика 16 Увала Сарачево поље – поглед из Сарачевог понора	114
Слика 17 Локација и улаз у Омладинску пећину	117
Слика 18 Пећински накит Велике дворане: (а) масивни пећински стубови; (б) млађи пећински стубови, сталагмити и поломљени сталактити	119
Слика 19 Накит Омладинске пећине: а.) фосилне бигрене каде; б.) кристали арагонита	120
Слика 20 Извориште Паљанске Миљацке	155
Слика 21 (а) Каптажа на врелу Праче; (б) Кадино врело	156
Слика 22 (а) Извориште; (б) горњи ток Бистрице	157
Слика 23 Ток Паљанске Миљацке и тунели: (а) изворишни дио у прољеће; (б) ушће Бистрице у Паљанску Миљацку; (в) стара ускотрачна пруга на лијевој долиној страни Паљанске Миљацке; (д) остаци тунела и пруге данас	165
Слика 24 Доњи дио тока ријеке Бистрице	167
Слика 25 Спомен плоча ботаничару Карлу Малију (Karl Franz Joseph Maly) на Сарачевим пољима	185
Слика 26 Осамљено стабло смрче на Равној планини (локалитет Хладило 1500 m)	192
Слика 27 (а) <i>Gentianella crispata</i> ; (б) <i>Gentiana ciliata</i>	196
Слика 28 Заштићене шуме око скијашких стаза (зоне појављивања планинског јавора лоциране су на Равној планини)	203
Слика 29 Подкритеријумске карте рељефа за потребе пољопривреде: (а) висина рељефа; (б) нагиби; (в) вертикална рашчлањеност; (г) мобилност падина; (д) морфографске одлике рељефа	231
Слика 30 Подкритеријумске карте климе за потребе пољопривреде: (а) експозиција – осунчаност; (б) температура ваздуха; (в) падавине; (г) вјетрови	237
Слика 31 Подкритеријумске карте хидролошких одлика за потребе пољопривреде: (а) густина водотока; (б) дубина до подземних вода; (в) честина извора и бунара; (г) водопропусност подлоге	242
Слика 32 Подкритеријумске карте педолошких одлика за потребе пољопривреде: (а) типови земљишта; (б) бонитетне класе земљишта	247
Слика 33 Критеријумске карте природних потенцијала за потребе пољопривреде: (а) рељеф; (б) клима; (в) воде; (г) педолошки услови и (д) биогеографске одлике и намјена површина	251
Слика 34 Лишће: (а) горског јавора (<i>Acer pseudoplatanus</i>) и (б) планинског јавора (<i>Acer heldreichii</i>)	273
Слика 35 Критеријумске карте за потребе евалуације у функцији шумарства – примјер за врсту јела: (а) висина рељефа; (б) нагиби; (в) експозиција; (г) температура ваздуха; (д) падавине; (е) типови земљишта; (е) бонитетне класе земљ. и (ж) коришћење и намјена површина	276

Слика 36 Карте погодности природних потенцијала са процентуалним учешћем вреднованих категорија за: (а) шуме јеле; (б) шуме смрче; (в) шуме црног бора; (г) шуме бијелог бора; (д) шуме букве; (ђ) шуме храста китњака и (е) шуме горског и планинског јавора	280
Слика 37 Критеријумске карте за потребе евалуације у функцији туризма: (а) надморска висина; (б) нагиби; (в) вертикална рашчлањеност; (г) експозиција; (д) температура ваздуха; (ђ) падавине; (е) удаљеност од извора и водотока; (ж) коришћење и намјена површина; (з) приступачност и (и) изолованост	302
Слика 38 (а) насеље Пале са Равном планином у залеђу; (б) извор Паљанске Миљацке	313
Слика 39 Траса будуће гондоле и ски центар „Горње Пале – Равна планина“	314

ПОПИС СКИЦА

Скица 1 Општи хијерархијски модел у АХП-у	42
Скица 2 Три скале (а, б, в) вриједности ТПИ	86
Скица 3 ТПИ мреже (грид) проучаваног простора генерисане за 6 различитих величина сусједства	87
Скица 4 Принцип класификације облика комбиновањем ТПИ за различите величине сусједства ..	88
Скица 5 Попречни профили рељефа морфоструктурних јединица проучаваног простора	94
Скица 6 Уздужни профили ријека у границама проучаваног простора	105
Скица 7 Распоред и густина вртача на крашком терену Равне планине	108
Скица 8 Фрагмент карте са локацијама спелеолошких објеката на проучаваном простору	115
Скица 9 Скица Омладинске пећине (снимили чланови СД „Протеус“)	118
Скица 10 Скица Пећине на Сарачевом пољу (Двогрле јаме) (снимили чланови СД „Протеус“) ..	120
Скица 11 Скица Фудине јаме (снимили чланови СД „Протеус“)	122
Скица 12 Скица понора Ледара (снимили чланови СД „Протеус“)	122
Скица 13 Схематски дијаграм поступка евалуације природних потенцијала АХП методом	217
Скица 14 (а) Сатијева скала односа, примјер: хипсометрија и нагиб; (б) Поређење парова, примјер: поређење критеријума хипсометрија, нагиб и морфографија; (в) матрица поређења	219
Скица 15 Поступак рачунања тежинских коефицијената (w) у матрици из претходног примјера. 221	
Скица 16 Поступак добијања карте погодности предјела употребом АХП методе и ГИС-а („отежавање“ мапа и поступак добијања карте погодности)	222
Скица 17 Схема подјеле пољопривреде	226
Скица 18 Дијаграм тока евалуације природних потенцијала за потребе пољопривреде	228
Скица 19 Класификација терена према изложености одређеном правцу вјетра	236
Скица 20 Дијаграм тока евалуације природних потенцијала за потребе шумарства	262
Скица 21 Дијаграм тока евалуације природних потенцијала за потребе туризма	296

ПОПИС ТАБЕЛА

Табела 1 Поређење фаза и етапа планирања у неколико еколошки заснованих методологија просторног планирања	33
Табела 2 Скала конверзије квалитативних вриједности, тзв. Сатијева скала вредновања	43
Табела 3 Примјер матрице поређења парова критеријума	44
Табела 4 Категоризација заштићених природних добара према IUCN у оквиру Заштићеног пејзажа „Јаворина“	53
Табела 5 Процентуално учешће површина под различитим режимима заштите	53
Табела 6 Вриједности хипсометријских категорија рељефа проучаваног простора	74
Табела 7 Вриједности појединих категорија вертикалне рашчлањености рељефа проучаваног простора	76
Табела 8 Вриједности појединих категорија углова нагиба рељефа проучаваног простора	78
Табела 9 Вриједности категорија експозиције рељефа проучаваног простора	82
Табела 10 Опис рељефних класа	89
Табела 11 Категоризација крашких терена истраживаног простора према броју вртача	108

Табела 12 Истраживане пећине на простору Равне планине.....	116
Табела 13 Истраживане јаме на простору Равне планине	121
Табела 14 Метеоролошке станице чија су мјерења обухваћена анализом.....	125
Табела 15 Средње мјесечне и годишње температуре ваздуха (°C) за два вишегодишња периода, 1961-1990 (I) и 1991-2012 (II).....	126
Табела 16 Годишњи ток релативне влажности ваздуха (%) за два вишегодишња периода, 1961-1990 (I) и 1991-2012 (II).....	129
Табела 17 Годишњи ток облачности (осмина) за два вишегодишња периода, 1961-1990 (I) и 1991-2012 (II).....	131
Табела 18 Годишњи ток трајања сунчевог сјаја (h) за два вишегодишња периода, 1961-1990 (I) и 1991-2012 (II).....	132
Табела 19 Средње мјесечне и годишње количине падавина (l/m ²) за два вишегодишња периода, 1961-1990 (I) и 1991-2012 (II).....	134
Табела 20 Број дана са регистрованим сњезним покривачем (≥10 cm) за два вишегодишња периода, 1961-1990 (I) и 1991-2012 (II).....	137
Табела 21 Честине и средње брзине вјетрова за Сарајево, Бјелашницу и Соколац (вишегодишњи низ).....	140
Табела 22 Преглед основних климатских показатеља	142
Табела 23 Изведени климатски параметри	142
Табела 24 Капацитет изворишта на проучаваном простору.....	157
Табела 25 Физичко-хемијска, хемијска и микробиолошка анализа узорака воде за пиће (узорци за анализу узети у периоду 07-16.03.2006).....	158
Табела 26 Бактериолошка анализа воде (узорци за анализу узети у периоду 07-16.03.2006).....	158
Табела 27 Хидрографске карактеристике површинских токова на проучаваном простору.....	163
Табела 28 Заступљеност појединих категорија земљишта на проучаваном простору.....	172
Табела 29 Подјела шумскопривредног подручја на Јахорини	203
Табела 30 Шумовитост простора Јахорине у оквиру граница Регулационог плана (у %).....	203
Табела 31 Бонитетне категорије коришћене у поступку предвредновања.....	218
Табела 32 Поступак рекласификације критеријума/подкритеријума методом бонитације.....	218
Табела 33 Случајни индекси.....	221
Табела 34 Бодовање атрибута подкритеријума рељефа за потребе предвредновања у области пољопривреде	229
Табела 35 Издвајање атрибута морфографских облика	230
Табела 36 Поређење парова подкритеријума рељефа по степену значаја	231
Табела 37 Издвајање атрибута температура и падавина на основу хипсометријских разреда	234
Табела 38 Бодовање атрибута подкритеријума климе за потребе предвредновања у области пољопривреде	234
Табела 39 Издвајање атрибута вјетрова на основу метода топографске изложености вјетру	237
Табела 40 Поређење парова подкритеријума климе по степену значаја.....	238
Табела 41 Бодовање атрибута хидролошких подкритеријума за потребе предвредновања у области пољопривреде	240
Табела 42 Прорачунска схема за процјену дубине до нивоа подземних вода	241
Табела 43 Поређење парова хидролошких подкритеријума по степену значаја	242
Табела 44 Бодовање атрибута педолошких подкритеријума за потребе предвредновања у области пољопривреде	245
Табела 45 Бонитетне класе и вриједности земљишта на проучаваном простору.....	246
Табела 46 Поређење парова педолошких подкритеријума по степену значаја	247
Табела 47 Бодовање критеријума екосистема и намјене површина за потребе предвредновања у области пољопривреде.....	250
Табела 48 Поређење парова критеријума пољопривреде по степену значаја.....	252
Табела 49 Катастар шума и шумског земљишта на простору општине Пале.....	259
Табела 50 Пластичност појединог шумског дрвећа заступљеног на проучаваном простору (значање бројева у табели: 1 – врло ниска; 2 – ниска; 3 – средња; 4 – висока; 5 – врло висока)	267
Табела 51 Бодовање атрибута критеријума за потребе предвредновања у области шумарства за културе: јела, смрча, црни бор, бијели бор, буква, храст китњак, горски и планински јавор	275
Табела 52 Поређење парова критеријума шумарства по степену значаја.....	277
Табела 53 Бодовање атрибута критеријума за потребе предвредновања у области туризма.....	301
Табела 54 Поређење парова критеријума туризма по степену значаја.....	303

Табела 55 Површинска заступљеност највреднијих површина према привредним дјелатностима 312

ПОПИС ГРАФИКОНА

График 1 Дистрибуција појединих категорија нагиба рељефа Равне планине и Паљанске котлине у односу на хипсометријске карактеристике	80
График 2 Дистрибуција хипсометрије рељефа Равне планине и Паљанске котлине у односу на експозицију	84
График 3 Дистрибуција нагиба рељефа Равне планине и Паљанске котлине у односу на експозицију	85
График 4 Распоред рељефних класа у односу на хипсометријске карактеристике	90
График 5 Распоред рељефних класа у односу на нагибе рељефа	90
График 6 Годишњи ток температура ваздуха (°C) за два вишегодишња периода (1961-1990 и 1991-2012).....	127
График 7 Просјечна годишња температура у Сарајеву – период 1888-2008 год.....	128
График 8 Годишњи ток релативне влажности ваздуха (%) за два вишегодишња периода (1961-1990 и 1991-2012).....	129
График 9 Годишњи ток облачности за два вишегодишња периода (1961-1990 и 1991-2012)	131
График 10 Годишњи ток трајања сунчевог сјаја (h) за два вишегодишња периода (1961-1990 и 1991-2012)	133
График 11 Годишњи ток падавина (l/m ²) за два вишегодишња периода (1961-1990 и 1991-2012).....	135
График 12 Суфицит/дефицит кишних падавина као проценат укупног просјека годишњих кишних падавина у декади (1999-2008) у поређењу са рефер. периодом (1961-1990) – Сарајево и Соколац	137
График 13 Број дана са регистрованим сњежним покривачем (≥10 cm) за два вишегодишња периода (1961-1990 и 1991-2012).....	138
График 14 Годишњи број дана са сњежним покривачем (≥10 cm) у Сарајеву (1951-2008)	139
График 15 Средња годишња расподјела честина и средњих брзина вјетрова за Сарајево, Бјелашницу и Соколац (вишегодишњи низ).....	141
График 16 Оријентација ријечних долина на простору Равне планине и Паљанске котлине	161
График 17 Процентуална заступљеност појединих категорија земљишта на проучаваном простору	173
График 18 График кретања резултата промјене коефицијента w ₁ – рељеф	255
График 19 График кретања резултата промјене коефицијента w ₂ – клима.....	256
График 20 График кретања резултата промјене коефицијента w ₃ – воде	256
График 21 График кретања резултата промјене коефицијента w ₄ – педолошке одлике	256
График 22 График кретања резултата промјене коефицијента w ₅ – биогеографске одлике	256
График 23 Број хелија које су промијениле своју оцјену у зависности од коефицијента који се мијењао и процентуалне величине његове промјене	257
График 24 График кретања резултата промјене коефицијента w ₁ – надморска висина за шуме јеле	285
График 25 График кретања резултата промјене коефицијента w ₂ – нагиб за шуме јеле	285
График 26 График кретања резултата промјене коефицијента w ₃ – експозиција за шуме јеле	285
График 27 График кретања резултата промјене коефицијента w ₄ – температура ваздуха за шуме јеле	285
График 28 График кретања резултата промјене коефицијента w ₅ – падавине за шуме јеле	286
График 29 График кретања резултата промјене коефицијента w ₆ – типови земљишта за шуме јеле	286
График 30 График кретања резултата промјене коефицијента w ₇ – бонитетне класе земљишта за шуме јеле.....	286
График 31 График кретања резултата промјене коефицијента w ₈ – коришћење и намјена површина за шуме јеле.....	286
График 32 Број хелија које су промијениле своју оцјену у зависности од коефицијента који се мијењао и процентуалне величине његове промјене за шуме јеле	287

График 33 График кретања резултата промјене коефицијента w_1 – надморска висина за шуме јавора	288
График 34 График кретања резултата промјене коефицијента w_2 – нагиб за шуме јавора	288
График 35 График кретања резултата промјене коефицијента w_3 – експозиција за шуме јавора ..	289
График 36 График кретања резултата промјене коефицијента w_4 – температура ваздуха за шуме јавора	289
График 37 График кретања резултата промјене коефицијента w_5 – падавине за шуме јавора	289
График 38 График кретања резултата промјене коефицијента w_6 – типови земљишта за шуме јавора	289
График 39 График кретања резултата промјене коефицијента w_7 – бонитетне класе земљишта за шуме јавора	290
График 40 График кретања резултата промјене коефицијента w_8 – коришћење и намјена површина за шуме јавора.....	290
График 41 Број хелија које су промијениле своју оцјену у зависности од коефицијента који се мијењао и процентуалне величине његове промјене за шуме јавора	290
График 42 График кретања резултата промјене коефицијента w_1 – надморска висина	306
График 43 График кретања резултата промјене коефицијента w_2 – нагиб	306
График 44 График кретања резултата промјене коефицијента w_3 – вертикална рашчлањеност	306
График 45 График кретања резултата промјене коефицијента w_4 – експозиција рељефа.....	306
График 46 График кретања резултата промјене коефицијента w_5 – температура ваздуха.....	307
График 47 График кретања резултата промјене коефицијента w_6 – падавине	307
График 48 График кретања резултата промјене коефицијента w_7 – удаљеност од извора и водотока	307
График 49 График кретања резултата промјене коефицијента w_8 – коришћење и намјена површина	307
График 50 График кретања резултата промјене коефицијента w_9 – приступачност.....	308
График 51 График кретања резултата промјене коефицијента w_{10} – изолованост.....	308
График 52 Број хелија које су промијениле своју оцјену у зависности од коефицијента који се мијењао и процентуалне величине његове промјене	308

ПОПИС КАРТАА

Карта 1 Положај Равне планине и Паљанске котлине у БиХ и Републици Српској	47
Карта 2 Границе и положај проучаваног простора у односу на територију општине Пале	49
Карта 3 Границе и положај проучаваног простора у односу на границе заштићеног пејзажа	52
Карта 4 Карта путних праваца на проучаваном простору	54
Карта 5 Геолошка карта проучаваног простора	59
Карта 6 Хипсометријска карта рељефа Равне планине и Паљанске котлине (ТИН модел)	73
Карта 7 Хипсометријска карта рељефа Равне планине и Паљанске котлине (грид модел).....	73
Карта 8 Карта вертикалне рашчлањености рељефа Равне планине и Паљанске котлине	76
Карта 9 Карта нагиба рељефа Равне планине и Паљанске котлине.....	79
Карта 10 Карта експозиција рељефа Равне планине и Паљанске котлине.....	83
Карта 11 Карта морфографских облика рељефа Равне планине и Паљанске котлине, класификовани према Weiss, A.D., 2001 (заснована на 100 m и 1000 m ТПИ).....	92
Карта 12 Фрагмент геоморфолошке карте СФРЈ 1:500.000 за проучавано подручје.....	96
Карта 13 Густина ријечне мреже проучаваног простора (у km/km^2)	103
Карта 14 Типови климе у БиХ.....	124
Карта 15 Положај метеоролошких станица (МС) чији подаци су се користили за анализу климатских карактеристика у односу на проучавани простор.....	125
Карта 16 Просторна дистрибуција годишњег суфицита/дефицита количина кишних падавина у БиХ у декади (1999-2008) у поређењу са референтним периодом (1961-1990)	136
Карта 17 Разлике у промјени температура ваздуха на проучаваном простору – фрагмент карте промјене годишњих температура ваздуха на простору БиХ добијене компарацијом 2 тридесетогодишња периода 1981-2010. и 1961-1990.	149

Карта 18 Повећање просјечне годишње температуре ваздуха (°C) у БиХ у декади (1990-2000) у поређењу са референтним периодом (1961-1990).....	149
Карта 19 Разлике у промјени количина падавина на проучаваном простору – фрагмент карте промјене годишњих количина падавина на простору БиХ добијене компарацијом 2 тридесетогодишња периода 1981-2010. и 1961-1990.	151
Карта 20 Површински токови на проучаваном простору	160
Карта 21 Сливови на проучаваном простору.....	162
Карта 22 Фрагмент педолошке карте СФРЈ 1:50.000 за подручје Равне пл. и Паљанске котлине .	171
Карта 23 Карта шумске вегетације на проучаваном простору са околином (фрагмент карте Еколошко-вегетацијска рејонизација БиХ, 1:500.000).....	189
Карта 24 Карта стања и намјене коришћења површина на проучаваном простору	198
Карта 25 Критеријумска карта погодности рељефа за пољопривредну производњу са процентуалним учешћем распона свих вреднованих категорија.....	232
Карта 26 Критеријумска карта погодности климе за пољопривредну производњу са процентуалним учешћем распона свих вреднованих категорија.....	239
Карта 27 Критеријумска карта погодности хидролошких карактеристика за пољопривредну производњу са процентуалним учешћем распона свих вреднованих категорија.....	244
Карта 28 Критеријумска карта погодности педолошких одлика за пољопривредну производњу са процентуалним учешћем распона свих вреднованих категорија.....	248
Карта 29 Критеријумска карта погодности биогеографских одлика и намјене површина за пољопривредну производњу са процентуалним учешћем вреднованих категорија	250
Карта 30 Карта погодности природних потенцијала за пољопривредну производњу са процентуалним учешћем вреднованих категорија	253
Карта 31 Шумскопривредна основа Равне планине и Паљанске котлине са газдинским класама	260
Карта 32 Прегледна карта погодности природних потенцијала за шумарство са процентуалним учешћем вреднованих категорија	282
Карта 33 Карта погодности природних потенцијала за туризам са процентуалним учешћем вреднованих категорија	304
Карта 34 Синтезна карта најповољнијих зона за пољопривреду, шумарство и туризам.....	311

БИОГРАФИЈА АУТОРА

Мр Јелена Голијанин, виши асистент на Катедри за географију, Универзитета у Источном Сарајеву, рођена је 05. јуна 1982. године у Сарајеву. Основну школу завршила је у Сарајеву, Вогошћи и Плужинама (Црна Гора), а средњу Машинску школу, смјер машински техничар у Власеници. Филозофски факултет Универзитета у Источном Сарајеву, Одсјек за географију, уписала је школске 2000/01. и на истом дипломирала 2005. године. На истом факултету школске 2005/06. године уписује последипломске студије, смјер Туризам и екологија. Све испите предвиђене планом и програмом положила је са просјечном оцјеном 10 (десет). Магистарску тезу „Морфографске карактеристике терана Јахорине у функцији одрживог развоја“ под менторством проф. др Милутина Љешевића одбранила је у децембру 2010. године, чиме је стекла звање магистра туризма и екологије.



Након завршетка основних студија, школске 2005/06. године ангажована је у настави као сарадник на предмету Основи геологије и повјерене су јој дужности секретара Одсјека за географију, Филозофског факултета УИС, које је обављала до марта 2008. године. Октобра 2006. године изабрана је у звање асистента за ужу научну област Физичка географија на тадашњем Одсјеку, а данашњој Катедри за географију, Филозофског факултета УИС. У марту 2011. године изабрана је у звање вишег асистента за ужу научну област Физичка географија, на Катедри за географију, Филозофског факултета УИС.

У протеклом периоду успјешно је учествовала у извођењу вјежби и других облика наставе из већег броја предмета на Студијском програму за наставу географије, као и на Студијском програму за туристичку географију до 2011/12. Од избора у звање била је активан члан комисије за одбрану више од двадесет дипломских радова. У периоду 2012. године учествовала у реализацији научно-стручног пројекта финансираног од стране Министарства трговине и туризма Републике Српске.

На научном усавршавању у Постојни боравила 2013. и 2015. године на Институту за истраживање карста (Inštitut za raziskovanje krasa - ZRC SAZU). Активно је учествовала на четири међународна геоеколошка кампа (Липово 2011, Дурмитор 2012, Проклетије 2013 и Црквичко Поље 2014), као предавач и представник Катедре за географију УИС. Стипендиста Министарства науке и технологије Владе Републике Српске и Фонда др Милан Јелић. Од 2007. године до данас самостално и као коаутор објавила више од двадесет научних и стручних радова из области физичке географије, животне средине и других сродних области. Учесник је више конгреса, симпозија и семинара из области географије и сродних дисциплина, у земљи и иностранству. Члан је научног удружења Speleogenesis scientific network и Географског друштва Републике Српске.

Удата, мајка једног дијетета.

Изјава о ауторству

Потписани-а Јелена Голијанин

број индекса _____

Изјављујем

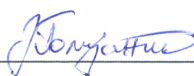
да је докторска дисертација под насловом

ГЕОЕКОЛОШКА ЕВАЛУАЦИЈА ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА РАВНЕ ПЛАНИНЕ И
ПАЉАНСКЕ КОТЛИНЕ У ФУНКЦИЈИ ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА

- 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, 15.05.2015.



Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

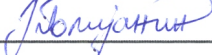
Име и презиме аутора Јелена Голијанин

Број индекса _____

Студијски програм Геопросторне основе животне средине

Наслов рада „Геоеколошка евалуација природних потенцијала равне
планине и паљанске котлине у функцији одрживог развоја“

Ментор проф. др Мирољуб Милинчић

Потписани/а 


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, 15.05.2015.



Изјава о коришћењу

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

ГЕОЕКОЛОШКА ЕВАЛУАЦИЈА ПРИРОДНИХ ПОТЕНЦИЈАЛА РАВНЕ ПЛАНИНЕ И ПАЉАНСКЕ КОТЛИНЕ У ФУНКЦИЈИ ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА

која је моје ауторско дело.

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

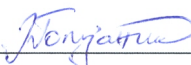
Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

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, 15.05.2015.



1. **Ауторство** - Дозвољаваате 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.** Дозвољаваате 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.** Дозвољаваате 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.** Дозвољаваате 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.** Дозвољаваате 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.** Дозвољаваате 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.