

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ

Борис П. Радић

**ЕРОЗИЈА КАО ФАКТОР ДЕГРАДАЦИЈЕ ПРЕДЕЛА У  
СКИЈАШКИМ ЦЕНТРИМА СРБИЈЕ**

докторска дисертација

Београд, 2014.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF FORESTRY

Boris P. Radić

**EROSION AS FACTOR OF LANDSCAPE DEGRADATION  
IN SERBIAN SKI-RESORTS**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2014.

**Ментор:**

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

**Чланови комисије:**

др **Јасминка Цвејић**, редовни професор  
Универзитет у Београду Шумарски факултет

др **Станимир Костадинов**, редовни професор  
Универзитет у Београду Шумарски факултет

др **Дејан Ђорђевић**, редовни професор  
Универзитет у Београду Географски факултет

др **Зоран Никић**, редовни професор  
Универзитет у Београду Шумарски факултет

Аутор дугује захвалност колегама и пријатељима Невени Васиљевић и Ивани Бједов с Одсека за пејзажну архитектуру и хортикултуру, као и Јелени Белоици и Вукашину Милчановићу с Одсека за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса (Шумарски факултет Универзитета у Београду).

Поред тога, захваљујем колегама и институцијама који су на различите начине помогли током рада на теми, Горану Продановићу и Ани Виторовић (Војногеографски институт, Београд), Сандри Радивојевић (ЈП „Скијалишта Србије“, Београд), Ненаду Живковићу (Катедра за физичку географију Географског факултета Универзитета у Београду), Браниславу Бајату и Милеви Самарџић-Петровић (Катедра за геодезију и геоинформатику Грађевинског факултета Универзитета у Београду), Брани Вамовићу (Биро за планирање и пројектовање у шумарству, ЈП „Србијашуме“, Београд), Драгану Чакмаку и Вељку Перовићу (Институт за земљиште, Београд), Дејани Лукић и Живку Вукасовићу (Завод за заштиту природе, Београд), Југославу Јовановићу (Дирекција за изградњу, Ужице), Николи Крунићу (Институт за архитектуру и урбанизам, Београд), Игору Петровићу (Парк природе „Стара планина“, Шумско газдинство „Пирот“, ЈП „Србијашуме“, Пирот), Љиљани и Данилу Радуновић (Републички геодетски завод, Београд) и Душану Јевђовићу (Шумско газдинство „Ужице“, ЈП „Србијашуме“, Ужице).

Истраживања ове врсте не би била успешно спроведена без великог броја људи који истраживачу пружају непосредну и драгоцену помоћ на терену. Њима, такође, дугујем захвалност.

## КЉУЧНЕ ДОКУМЕНТАЦИОНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ

Редни број (РБ):	
Идентификациони број (ИБР):	
Тип документације (ТД):	Монографска публикација
Тип записа (ТЗ):	Текстуални штампани документ
Врста рада (ВР):	Докторска дисертација
Аутор (АУ):	Борис Радић, дипл.инж. шумарства за пејзажну архитектуру и хортикултуру
Ментор (МН):	др Ратко Ристић, редовни професор Универзитет у Београду Шумарски факултет
Наслов рада (НР):	Ерозија као фактор деградације предела у скијашким центрима Србије
Језик публикације (ЈЗ):	Српски / ћирилица
Земља публикације (ЗП):	Србија
Географско подручје (УГП):	Србија
Година (ГО):	2014
Издавач (ИЗ):	Ауторски репринт
Место и адреса (МА):	11 030 Београд, Кнеза Вишеслава 1
Физички опис рада:	8 поглавља, 281 страница, 342 литературна навода, 94 илустрације, 77 табела
Научна област (НО):	Биотехничке науке
Научна дисциплина (DIS):	Ерозија и конзервација земљишта и вода
Предметна одредница / кључне речи (ПО)	структура предела, деградација предела, метрика предела, ерозија земљишта, модификација процеса отицаја, скијалишта Србије
УДК:	502.17 : [796.9:551.3.053 (497.11)](043.3)
Чува се (ЧУ):	Библиотека Шумарског факултета, Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд, Србија
Важна напомена (ВН):	Нема
Извод (ИЗ):	Степен зависности антропогено изазваних промена структуре предела и последичних деградационих процеса је централно питање којим се аутор бави у овом раду. [...] Развој туристичко-рекреативних функција у осетљивим планинским пределима је често стихијски процес [...] Предела наглашене осетљивости, на антропогене утицаје реагују поремећајем стабилности [...]. Као основни индикатори деградације предела издвојени су (а) промена структуре предела и (б) поремећај природних процеса [...]. Предложен је хибридни параметар квантификације структуре предела [...] који интегрише својства композиције и конфигурације предела. Деградација предела показује функционалну зависност од промене SRLD [...] што оправдава његову употребу. [...]
Датум прихватања теме од стране НН:	13.03.2009.
Датум одбране (ДО):	
Чланови комисије (КО):	др Ратко Ристић, редовни професор Универзитет у Београду Шумарски факултет др Јасминка Цвејић, редовни професор Универзитет у Београду Шумарски факултет др Станимир Костадинов, редовни професор Универзитет у Београду Шумарски факултет др Дејан Ђорђевић, редовни професор Универзитет у Београду Географски факултет др Зоран Никић, редовни професор Универзитет у Београду Шумарски факултет

## **ЕРОЗИЈА КАО ФАКТОР ДЕГРАДАЦИЈЕ ПРЕДЕЛА У СКИЈАШКИМ ЦЕНТРИМА СРБИЈЕ**

### **Резиме**

Степен зависности антропогено изазваних промена структуре предела и последичних деградационих процеса је централно питање којим се аутор бави у овом раду.

Богатство ресурса чини планинске пределе привлачном дестинацијом за различите привредне активности. Развој туристичко-рекреативних функција у осетљивим планинским пределима је често стихијски процес, који се одвија без примене важеће законске регулативе, као и планске и пројектне документације. Неконтролисане антропогене активности доводе до поремећаја стабилности предела наглашене осетљивости према спољашњим утицајима. Као основни индикатори деградације предела издвојени су (а) промена структуре предела и (б) поремећај природних процеса у форми повећања укупне ерозионе продукције и максималног протицаја. Промена структуре предела је квантификована применом метрике предела, док су деградациони процеси анализирани применом метода потенцијала ерозије и теорије синтетичког јединичног троугаоног хидрограма, са SCS методологијом за раздвајање ефективних од укупних падавина. Истраживано подручје представља систем подсливова, који су изложени утицају инфраструктурних елемената скијалишта „Стара планина“ (Стара планина) и „Торник“ (Златибор). На основу резултата истраживања утврђена је значајна статистичка веза између промене одређених параметара структуре предела и појачања интензитета деградације предела. Комплексан систем унетих туристичко-рекреативних елемената утиче на диверзитет структуре предела што је исказано променом Шенон индекса који јасно указује на амплитуду промена структуре условљену предеоном размером. Неповољна промена параметара композиције предела, који се односе на функционално доминантан предеони елемент (нпр. повећање броја и компактности предеоних

елемената, смањење просечне површине предеоних елемената, смањење стандардне девијације површина предеоних елемената) утиче на интензивирање динамике деградације предела. Промена параметара конфигурације предела (форма предеоних елемената) остварује реципрочну зависност од појачања интензитета деградационих процеса, што указује да „природност“ форми има инхибиторски ефекат према деградацији. Повећање антропогено насталих ивица, на предеоном нивоу, генерише маргиналне хабитате који су носиоци еколошке и физичке нестабилности.

Предложен је хибридни параметар квантификације структуре предела (ски-центрима изазвана деградација предела – SRLD) који интегрише својства композиције и конфигурације предела. Деградација предела показује функционалну зависност од промене параметра SRLD ( $R=-0.92$  растерске и  $R=-0.91$  векторске базе података), што оправдава његову употребу. Предложени модел омогућава утврђивање индикатора стабилности предела, који су предмет законске регулативе из домена заштите природе и процене утицаја на животну средину. Такође, модел омогућава квантификовање критеријума за праћење нивоа осетљивости предела на утицаје туристичко-рекреативних елемента. SRLD омогућује квантитативну анализу могућих варијанти решења из планске и техничке документације, кроз квантификовање интензитета и размере негативних ефеката, при чему се повећава ефикасност доношења одлука, олакшава идентификација нових могућности и указује на неодржива решења.

**Кључне речи:** структура предела, деградација предела, метрика предела, ерозија земљишта, модификација процеса отицаја, скијалишта Србије

## KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number (ANO):	
Identification number (INO):	
Document type (DT):	Monograph documentation
Type of record (TR):	Textual printed document
Contains code (CC):	Doctoral dissertation
Author (AU):	BSc Boris Radić LArch
Menthor (MN):	PhD Ratko Ristić, full professor University of Belgrade Faculty of Forestry
Title (TI):	Erosion as factor of landscape degradation in Serbian ski-resorts
Language of text (LT):	Serbian/ Cyrillic alphabet
Country of publication (CP):	Serbia
Locality of publication (LP):	Belgrade
Publication year (PY):	2014
Publisher (PU):	The authors reprint
Publication place (PP):	11 030 Belgrade, Kneza Višeslava 1
Physical description (PD):	8 chapters, 281 pages, 342 references, 94 illustrations, 77 tables
Scientific field (SF):	Biotechnological sciences
Scientific discipline (SD):	Erosion and soil and water conservation
Subject/Key words (CX):	landscape pattern, landscape degradation, landscape metrics, soil erosion, runoff modification, ski-resorts of Serbia
UC:	502.17 : [796.9:551.3.053 (497.11)(043.3)
Holding Data (HD):	Library of Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, 11030 Belgrade
Note (N):	None
Abstract (AB):	The level of causality of anthropogenically induced changes in a landscape pattern and the consequential process of degradation is a central issue that the author deals with in this paper. [...] The development of tourism and recreational features in vulnerable mountain areas is often an uncontrolled process [...] A landscape with an increased sensitivity to anthropogenic influences responds to them with stability disturbance [...] The main identified indicators of landscape degradation are (a) changes in the landscape pattern and (b) a disturbance of natural processes [...] A hybrid parameter of landscape structure quantification [...] that integrates the composition and configuration features of a landscape is proposed [...] The changes of landscape degradation show functional dependence on the changes in the SRLD parameter [...] which justifies its use. [...]
Accepted by Scientific Board on (ACB):	13.03.2009.
Defended on (DE):	
Thesis Defend Board (DB):	PhD Ratko Ristić, full professor University of Belgrade Faculty of Forestry PhD Jasminka Cvejić, full professor University of Belgrade Faculty of Forestry PhD Stanimir Kostadinov, full professor University of Belgrade Faculty of Forestry PhD Dejan Đorđević, full professor University of Belgrade Faculty of Forestry PhD Zoran Nikić, full professor University of Belgrade Faculty of Forestry



## **EROSION AS FACTOR OF LANDSCAPE DEGRADATION IN SERBIAN SKI-RESORTS**

### **Abstract**

The level of causality of anthropogenically induced changes in a landscape pattern and the consequential process of degradation is a central issue that the author deals with in this paper.

Resource richness makes mountainous landscapes an attractive destination for a variety of economic activities in societies undergoing political transition. The development of tourism and recreational features in vulnerable mountain areas is often an uncontrolled process that takes place without appropriate legal regulations as well as spatial and project plans. A landscape with an increased sensitivity to anthropogenic influences responds to them with stability disturbance, i.e. a degradation of the landscape. The main identified indicators of landscape degradation are (a) changes in the landscape pattern and (b) a disturbance of natural processes in the form of an increase in total erosion production and maximum flow. The change in the landscape pattern was quantified using the method of landscape metrics, while the degradation processes were subjected to the erosion potential method, the theory of synthetic unit hydrograph and the SCS methodology. The investigated area is a sub-watershed system influenced by the infrastructure elements of the "Stara Planina" (Stara Planina Mountain) and "Tornik" (Zlatibor Mountain) ski resorts. The results of this research indicated a high level of statistical correlation between certain parameters of landscape pattern and the increased landscape degradation. The complex system of introduced tourist and recreational landscape elements has an impact on the diversity of the landscape pattern which is reflected in the change of the Shannon index, which clearly indicates the amplitude of change in the pattern which is correlated with the landscape scale. Unfavourable changes in the metrics of the landscape composition related to the functional dominant landscape patch (e.g. an increase in the number and density of patches, reduced mean patch size, reduced patch size standard deviation) affect the

dynamics and intensification of the process of landscape degradation. Changes in the metrics of landscape configuration (e.g. mean shape index) show a reciprocal dependence on the increase in the process of degradation, which indicates that the "naturalness" of the patch form has an inhibitory effect against degradation. At the landscape level an increase in the anthropogenically caused edges generates marginalized habitats, which are carriers of ecological and physical instability.

A hybrid parameter of landscape structure quantification (SRLD) that integrates the composition and configuration features of a landscape is proposed for measuring the landscape pattern. The changes of landscape degradation show functional dependence on the changes in the SRLD parameter ( $R=-0.92$  for raster and  $R=-0.91$  vector database), which justifies its use.

The proposed model enables the identification of indicators of landscape stability that are the subject of legislation in the field of nature conservation and impact assessment. In addition, the model allows quantification of the criteria for monitoring the sensitivity of a landscape to the impacts of tourism and recreational functions. SRLD provides a quantitative analysis of the proposed variants of a spatial plan through the intensity and scale of their negative effects, thereby increasing the efficiency of decision-making, facilitating the identification of new opportunities and pointing at unsustainable solutions.

**Key words:** landscape pattern, landscape degradation, landscape metrics, soil erosion, runoff modification, ski-resorts of Serbia

## САДРЖАЈ

<b>I. УВОД</b> . . . . .	<b>[ 1 ]</b>
I-1. Предмет рада . . . . .	1
1.0. Подручје истраживања . . . . .	3
2.0. Циљ рада . . . . .	4
3.0. Полазне хипотезе . . . . .	5
I-2. Општи метод рада . . . . .	5
<b>II. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ</b> . . . . .	<b>[ 8 ]</b>
II-1. Основни појмови . . . . .	8
1.0. Предео . . . . .	8
2.0. Деградација предела . . . . .	9
3.0. Туристичко-рекреативне функције планинских предела . . . . .	9
II-2. Структура предела: стабилност, промена, осетљивост . . . . .	10
1.0. Структура предела . . . . .	10
2.0. Стабилност предела . . . . .	12
3.0. Промена структуре предела . . . . .	14
4.0. Осетљивост планинских предела . . . . .	19
5.0. Нивои утицаја на планинске пределе . . . . .	22
II-3. Промена структуре предела под утицајем туристичко-рекреативних елемената . . . . .	25
1.0. Општа разматрања . . . . .	25
2.0. Фрагментација структуре предела . . . . .	25
3.0. Квантитативни и квалитативни ефекти фрагментације . . . . .	27
II-4. Деградација предела под утицајем туристичко-рекреативних елемената . . . . .	33
1.0. Општа разматрања . . . . .	33
2.0. Утицај изградње туристичко-рекреативних елемената . . . . .	34
2.1. Деградација вегетационог покривача . . . . .	35
2.2. Деградација структурних агрегата земљишта . . . . .	37
2.3. Дестабилизација хидролошког режима земљишта . . . . .	40
3.0. Последице коришћења туристичко-рекреативних елемената . . . . .	42
<b>III. МЕТОД РАДА</b> . . . . .	<b>[ 49 ]</b>
III-1. Анализа структуре предела . . . . .	49
1.0. Параметри композиције и конфигурације структуре предела . . . . .	49
2.0. Метрика просторне компактности и величине . . . . .	52
2.1. Број предеоних елемената (PN) и просторна компактност предеоних елемената (PD) . . . . .	52
2.2. Просечна површина предеоних елемената (AREA_MN) и медијана површина предеоних елемената (AREA_MD) . . . . .	53
2.3. Стандардна девијација површине предеоних елемената (AREA_SD) и коэффициент варијације површине предеоних елемената (AREA_CV) . . . . .	55
3.0. Метрика диверзитета структуре предела . . . . .	57
3.1. Разноликост предеоних елемената (PR) . . . . .	58

3.2. Shannon индекс диверзитета (SHDI) и Shannon индекс равномерности (SHEI) . . . . .	59
4.0. Метрика форме . . . . .	60
4.1. Просечан индекс форме предеоних елемената (MSI) . . . . .	60
4.2. Просечна фрактална вредност предеоних елемената (MFD) . . . . .	61
4.3. Параметри форме пондерисани површином предеоног елемента – просечан индекс форме пондерисан површином предеоног елемента (AWMSI) и просечна фрактална вредност пондерисана површином предеоног елемента (AWFD) . . . . .	63
5.0. Метрика ивица . . . . .	64
5.1. Укупна дужина ивица предеоних елемената (TE) . . . . .	65
5.2. Просторна компактност ивица предеоних елемената (ED) . . . . .	65
5.3. Просечна дужина ивица предеоних елемената (MPE) . . . . .	66
III-1. Анализа деградације предела . . . . .	67
1.0. Модели за квантификацију деградације предела . . . . .	67
2.0. Метод потенцијала ерозије (метод професора Гавриловића) . . . . .	68
2.1. Коефицијент отпора земљишта на ерозију ( $Y$ ) . . . . .	70
2.2. Коефицијент уређења слива ( $X \cdot a$ ) . . . . .	70
2.3. Коефицијент видљивих и јасно изражених ерозионих процеса ( $\varphi$ ) . . . . .	70
2.4. Средњи нагиб терена на сливу ( $I_{sr}$ ) . . . . .	71
3.0. Укупна ерозиона продукција према Методу потенцијала ерозије . . . . .	71
4.0. Средња годишња запремина наноса према Методу потенцијала ерозије ( $G_{god}$ ) . . . . .	71
4.1. Коефицијент ретенције ерозионог материјала ( $R_n$ ) . . . . .	72
4.2. Средња годишња запремина укупних количина вученог и суспендованог наноса . . . . .	72
5.0. Модификација процеса отицаја . . . . .	73
5.1. Синтетички јединични троугаони хидрограм . . . . .	73
5.2. Рачунска киша . . . . .	75
5.3. Број криве отицаја CN (runoff curve number) . . . . .	75
5.4. Ефективне падавине ( $P_e$ ) . . . . .	76
5.5. Меродавна велика вода ( $Q_{max(\%)}$ ) . . . . .	76
<b>IV. МАТЕРИЈАЛ ИСТРАЖИВАЊА . . . . . [ 77 ]</b>	
III-1. Материјалне основе за примену методолошких приступа . . . . .	77
1.0. Општа разматрања . . . . .	77
2.0. Организациони нивои усвојених методолошких поступака . . . . .	78
3.0. Размера примене усвојених методолошких приступа . . . . .	80
3.1. Домен истраживаних подручја . . . . .	81
3.2. Резолуција истраживаних подручја . . . . .	84
IV-2. Карактеристике истраживаних подручја . . . . .	87
1.0. Јавно скијалиште „Стара планина“ на Старој планини . . . . .	87
1.1. Опште карактеристике истраживаног подручја на Старој планини . . . . .	87
1.2. Климатске карактеристике истраживаног подручја на Старој планини . . . . .	90
1.3. Геолошке карактеристике истраживаног подручја на Старој планини . . . . .	91
1.4. Педолошке карактеристике истраживаног подручја на Старој планини . . . . .	95
1.5. Вегетација истраживаног подручја на Старој планини . . . . .	99

1.6. Структура површина истраживаног подручја на Старој планини . . . . .	101
2.0. Јавно скијалиште „Горник“ на Златибору . . . . .	106
2.1. Опште карактеристике истраживаног подручја на Златибору . . . . .	106
2.2. Климатске карактеристике истраживаног подручја на Златибору . . . . .	108
2.3. Геолошке карактеристике истраживаног подручја на Златибору . . . . .	108
2.4. Педолошке карактеристике истраживаног подручја на Златибору . . . . .	111
2.5. Вегетација истраживаног подручја на Златибору . . . . .	113
2.6. Структура површина истраживаног подручја на Златибору . . . . .	114

## V. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА . . . . . [ 118 ]

V-1. Резултати анализе промена структуре предела истраживаних подручја на Старој планини и Златибору . . . . .	118
1.0. Промена метрике просторне компактности и величине . . . . .	118
1.1. Број предеоних елемената (PN) и просторна компактност предеоних елемената (PD) . . . . .	118
1.2. Просечна површина предеоних елемената (AREA_MN) и медијана површина предеоних елемената (AREA_MD) . . . . .	121
1.3. Стандардна девијација површине предеоних елемената (AREA_SD) и коэффициент варијације површине предеоних елемената (AREA_CV) . . . . .	123
2.0. Промена метрике диверзитета структуре предела . . . . .	127
2.1. Разноликост предеоних елемената (PR) . . . . .	127
2.2. Shannon индекс диверзитета (SHDI) и Shannon индекс равномерности (SHEI) . . . . .	127
3.0. Промена метрике форме предеоних елемената . . . . .	129
3.1. Просечан индекс форме предеоних елемената (MSI) . . . . .	129
3.2. Просечна фрактална вредност предеоних елемената (MFD) . . . . .	130
3.3. Параметри форме пондерисани површином предеоног елемента – просечан индекс форме пондерисан површином предеоног елемента (AWMSI) и просечна фрактална вредност пондерисана површином предеоног елемента (AWFD) . . . . .	131
4.0. Промена метрике ивица предеоних елемената . . . . .	133
4.1. Укупна дужина ивица предеоних елемената (TE) . . . . .	133
4.2. Просторна компактност ивица предеоних елемената (ED) . . . . .	135
4.3. Просечна дужина ивица предеоних елемената (MPE) . . . . .	137
V-2. Резултати истраживања деградације предела истраживаних подручја на Старој планини и Златибору . . . . .	139
1.0. Резултати истраживања према Методу потенцијала ерозије . . . . .	139
1.1. Коэффициент отпора земљишта на ерозију ( $Y$ ) . . . . .	139
1.2. Коэффициент уређења слива ( $X \cdot a$ ) . . . . .	141
1.3. Коэффициент видљивих и јасно изражених ерозионих процеса ( $\varphi$ ) . . . . .	142
1.4. Средњи нагиб терена на сливу ( $I_{sr}$ ) . . . . .	144
1.5. Дефинисање коэффицијента ерозије ( $Z$ ) . . . . .	145
2.0. Резултати истраживања промена укупне ерозие продукције према Методу потенцијала ерозије . . . . .	160
2.1. Температурни коэффициент подручја ( $T$ ) . . . . .	160
2.2. Средња годишња количина падавина ( $H_{sr}$ ) . . . . .	162

2.3. Промена коефицијента ерозије ( $Z$ ) . . . . .	163
2.4. Промена укупне годишње продукције ерозионог материјала ( $W_{god}$ ) . . . . .	165
2.5. Коефицијент ретенције ерозионог материјала ( $R_{II}$ ) . . . . .	167
2.6. Промена средње годишње проноса наноса ( $G_{god}$ ) . . . . .	168
4.0. Модификација процеса отицаја . . . . .	172
4.1. Синтетички јединични троугаони хидрограм . . . . .	172
4.2. Рачунска киша . . . . .	173
4.3. Број криве отицаја $CN$ (runoff curve number) . . . . .	175
4.4. Ефективне падавине ( $P_e$ ) . . . . .	176
4.5. Промена меродавне велике воде ( $Q_{max(\%)}$ ) . . . . .	177
<b>VI. ДИСКУСИЈА . . . . .</b>	<b>[ 179 ]</b>
1.0. Општа разматрања . . . . .	179
2.0. Анализа промене структуре предела . . . . .	180
3.0. Анализа деградације предела . . . . .	189
4.0. Компаративна анализа промене структуре и деградације предела . . . . .	194
5.0. Значај и могућност примене резултата истраживања . . . . .	205
<b>VII. ЗАКЉУЧАК . . . . .</b>	<b>[ 209 ]</b>
<b>VIII. ЛИТЕРАТУРА . . . . .</b>	<b>[ 214 ]</b>
<b>ПРИЛОГ А . . . . .</b>	<b>[ 244 ]</b>
<b>ПРИЛОГ Б . . . . .</b>	<b>[ 265 ]</b>
Биографија . . . . .	278
Изјава о ауторству . . . . .	279
Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада . . . . .	280
Изјава о коришћењу . . . . .	281

## I. УВОД

*Кажемо да нешто знамо онда када  
сматрамо да смо спознали његов узрок  
Аристотел*

### I-1. Предмет рада

Од постанка, човек представља фактор модификације свог непосредног и посредног животног окружења. Почев од XIX века, на таласу техничких и технолошких достигнућа, размера антропогеног утицаја се експоненцијално повећава. Од стране шире научне заједнице, овај период је неформално означен као *антропоцен*, чиме се иронично алудира на називе геолошких епоха током којих је Планета несумњиво пролазила кроз значајне структурне и функционалне промене какве се дешавају и данас (Steffen et al., 2011). Са повећањем популације од преко 300% током *великог убрзања* апетити „гладне цивилизације” за простором и ресурсима расту на рачун природних предела (Levin, 2000).

Планински предели се одликују богатством ресурса који могу да обезбеде бројне материјалне, естетске, духовне, научне и рекреационе потребе (Gordon et al., 2002; Lindenmayer, Fischer, 2006). Захваљујући обиљу природних ресурса планински региони широм света бивају изложени притисцима различитих привредних активности, чије су последице предмет научног истраживања. Највећи број истраживања је усмерен на испитивање ефеката антропогених активности којима се директно експлоатишу природни ресурси: рударство, пољопривреда и шумарство (Riebsame et al., 1996). Међутим, донедавно се свесно или несвесно превиђало да уношење туристичких и рекреативних елемената такође може имати негативне утицаје на стабилност предела. Број научних референци које се баве овом проблематиком је значајно повећан, почевши од 2000. године.

Туризам као активност појединца или групе људи, под чим се некад подразумевало путовање и привремени боравак ван сталног места насељености, значајно је променио своју форму током XX века (Eagles et al., 2002; Marinović-Uzelac, 2011). Захваљујући бројним техничко-технолошким достигнућима,

транспорт људи у удаљене области је постао бржи и финансијски доступнији различитим слојевима друштва. Ови предуслови су омогућили комерцијализацију и омасовљење ове привредне гране, што је наметнуло одређене стандарде везане за квантитет и квалитет услуга. У трци за профитом, развој туристичко-рекреативних функција претендује на просторе атрактивне са различитих аспеката. Да би се осигурало богатство понуде, зоне интензивног начина коришћења у туристичко-рекреативне сврхе се често преклапају са зонама заштите природе, што је слојевит еколошки, просторни, планерски и законски конфликт (Hrnciarova, 1995; Pickering et al., 2003; Wemple et al., 2007; Ђорђевић, Дабовић, 2007; Ristić et al., 2009; Milijić et al., 2009).

Квантификација утицаја туристичко-рекреативних елемената на планинске пределе није лак задатак. Генерално, последњих деценија аутори су покушавали да анализирају појединачне аспекте утицаја нових намена површина. Међу научним истраживањима и расправама бројчано се наравно издвајају истраживања која за тему имају опипљив и мерљив медијум, односно, промене у конзистенцији земљишта и вегетационог покривача (Walter, 2001). Сем неколико изузетака (Ries, 1996; Geneletti, 2008), сагледавање шире слике постојећих и могућих утицаја на промену структуре планинских предела, као последицу туристичко-рекреативних активности на њихову стабилност, је изостало. Разумевање и квантификовање промена структуре предела, односно, предеоног обрасца, је експлицитан начин за анализу процеса који се одвијају у пределу (Forman, Godron, 1986; Turner et al., 2001). Када се говори о процесима, важно је напоменути да се под овим термином подразумева динамика енергије, материје и енергије у физичком простору. Један од елемената кретања материје је и природни процес *геолошке ерозије*. Под овим се подразумева природни процес губитка земљишта под утицајем воде, ветра и леда, као геоморфолошких агенаса, који покрећу стенски материјал припремљен елувијалним процесом (Morgan, 2005). Наравно, у стабилним, природним, еколошким система, након овог следе природни процеси обнове и формирања педолошких слојева.

Економски ефекти зимских туристичко-рекреативних активности представљају значајан привредни сегмент у оним земљама које имају овакве потенцијале (Rixen et al., 2003; Argenti, Ferrari, 2009; Lorite et al., 2010). Упркос расту



популарности скијашког туризма шездесетих, седамдесетих и осамдесетих година XX века, последња деценија тога века је показивала стагнацију у броју посетилаца, да би прва деценија XXI века почела да показује благи негативан тренд (NSAA, 2004; Vanat, 2011). Смањење броја посетилаца и интересовања за скијашки туризам објашњава се, не само падом економске моћи на глобалном нивоу, већ и утицајем климатских промена на нагло повећање цена услуга у скијашким центрима (Rivera et al., 2006). Ипак, упркос глобалним економским и климатским трендовима, „скијашка индустрија” и даље представља важан извор прихода за локалне и регионалне економске системе (Elsasser, Messerli, 2001; Vanat, 2011).

Изградња нових и проширење постојећих туристичко-рекреативних садржаја у планинским регијама представља атрактивну привредну делатност у транзиционим друштвима Балкана (Србија, Црна Гора, Македонија, Бугарска, Албанија, Босна и Херцеговина). Било да се ради о новим (Стара планина у Србији) или постојећим (Копаоник и Златибор у Србији), уређење и коришћење скијалишта представљају окидач за развој читавог низа деградационих процеса (Ристић et al., 2009). Промена структуре предела, односно, намене површина појединих површина, експлицитном фрагментацијом климатогених шума, те обимни земљани радови, монтажа ски-лифтова и пратеће инфраструктуре, бука и загађење воде, угрожавају осетљива станишта животињских и биљних врста (Fattorini, 2001). Промена структуре предела утиче на увећање ерозионе продукције која далеко превазилази вредности геолошке ерозије. Стабилне структуре предела планинских регија продукују око  $0,45 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  ерозионог материјала, док се под минималним антропогеним утицајем ова вредност повећати 28-45 пута (Mazan et al., 1997), а према неким ауторима и до  $450 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Morgan, 2005). Деградиране површине ски-центра постају извор велике количине ерозионог материјала, који лако доспева до хидрографске мреже и приликом бујичних надолазака воде воде транспортује се на низводне деонице.

## **1.0. Подручје истраживања**

1.1. Предмет дисертације је деградација предела под утицајем промене намене површина планинских регија за потребе развоја туризма и рекреације. Примарна

материјализација промена је манифестована у уношењу туристичко-рекреативних елемената, односно, промени структуре предела, која је предмет непосредне анализе овог истраживања. Промену структуре предела, услед уноса туристичко-рекреативних елемената, прати деградација предела у контексту поремећених природних процеса (повећање ерозионе продукције, модификација максималног протицаја).

1.2. Промена структуре предела и деградације предела, за потребе овог рада, су анализирани на подручју планинских масива Старе планине и Златибора. Истраживана подручја представљају систем подсливова, који су под утицајем елемената у функцији туризма и рекреације, у оквиру Јавних скијалишта „Стара планина” и „Торник”.

Иако на подручју Републике Србије постоје и друга Јавна и комунална скијалишта, ова два локалитета су издвојена из следећих разлога: (1) одговарајућа површина распрострања скијашке инфраструктуре, као и пратећих садржаја; (2) релативно „млада“ скијалишта, где се могло утврдити почетно стање (пре изградње), у коме нема ефеката туристичко-рекреативних функција и (3) адекватна расположивост документационих основа (аерофото скице, ортофото снимци, топографске, геолошке и педолошке карте).

## **2.0. Циљ рада**

Истраживање промене структуре предела и њених основних негативних ефеката, у контексту деградације предела, има за циљ да се детерминишу основни показатељи проблема који се јављају током изградње и коришћења туристичко-рекреативних садржаја у осетљивим планинским пределима. Успостављање јасне и мерљиве везе између промене структуре предела, и пратећих негативних ефеката на модификацију природних процеса (деградација предела), има велики утицај на процесе израде планских и пројектних решења. Поред овога, резултати могу бити коришћени као модел за праћење промена предеоног обрасца (структуре предела) у смислу деградације предела условљене увођењем нових намена површина. У основи, прецизно разумевање промена, насталих у структури предела под егзогеним утицајем, и њихових ефеката у различитим

просторним и информационим размерама омогућава холистички приступ у управљању пределима, што је основа за одрживо коришћење простора.

### **3.0. Полазне хипотезе**

3.1. Осетљиви планински предели су под сталним притиском природних и антропогених негативних утицаја. Појединачно, али и кумулативно, финални резултат поменутих утицаја је *sensu lato* фрагментација структуре предела која изазива читав низ негативних ефеката на квалитет животне средине, односно, стабилност предела. Експлицитне последице промењене структуре предела у планинским регијама огледају се у променама природних процеса, које се огледају у модификацији микроклиматских услова и хидролошког режима, губитку природних хабитата, постојаности и квалитета земљишта и појавом различитих категорија ерозије.

3.2. У природним системима влада јака веза између геоморфолошких процеса, стабилности предела и разноврсности хабитата (Gordon et al., 2002). На основу овог постулата, полазна хипотеза овог рада је да је разумевање механизма промене стабилности предела под антропогеним утицајем, фундаменталан део холистичког планирања и управљања овим природним ресурсом. Позивајући се на предеоно-еколошки принцип да је структура предела оквир који дефинише процесе (Forman, Godron, 1986), претпоставља се да је разумевање механизма трансформација и његових последица, неопходан услов за утврђивање обима и врста „одрживих“ активности, које омогућују напредак друштва без угрожавања стабилности природних система.

### **I-2. Општи метод рада**

Методолошки приступ који је примењен у овом раду је мултидисциплинаран. Коришћени су резултати истраживања различитих научних области, који су током рада систематизовани према задацима и циљевима дисертације. Како тема, у ширем контексту, припада области природних наука, предмет дисертације је изучавање носилаца различитих форми кретања енергије, материје и организама као и специфичних карактеристика и међусобних веза просторних ентитета, који имају катализаторски или инхибиторски ефекат на различите појаве у пределу.

Сходно томе, овакав идејни приступ је трасирао научну методу дисертације. С обзиром на просторну умреженост процеса у пределу, током рада ће бити примењен *генетички приступ*. На овај начин ће заправо бити утврђене везе између елемената и ефекти њихове међусобне условљености која се временски развијала као и поремећаји настали прекидом њихових функционалних веза (Kedrov, 1969).

У првом, делу рада (I. Увод) дефинисан је предмет и циљ истраживања и изнете полазне хипотезе. Специфичност тематике, као и њена недовољна обрађеност у савременој научној и стручној литератури са српског говорног подручја, захтевали су теоријски увид у најкоришћеније појмове и ставове који одражавају суштину ове дисертације (II. Теоријске основе). Ово се пре свега односи на опште појмове о пределу, његовој структури и стабилности, осетљивости планинских предела, фрагментацији структуре предела и њених последица, услед уноса туристичко-рекреативних елемената. Поред овога, обрађена је научна и стручна литература из домена деградације земљишног простора у туристичко-рекреативним центрима планинских регија света. Генерално, поглавље теоријских основа се базира на *компаративној методи*, тј. упоредној анализи, где су изложени ставови и методологије аутора који теоријски и практично покривају ово поље рада.

У поглављу које се односи на основни методолошки поступак дисертације (III. Метод рада), дат је логички оквир примене као и особености одабраних метода за анализу структуре предела и метода за анализу деградације предела, односно промена ерозионе продукције и максималног протицаја.

У поглављима која се тичу истраживања предметних локалитета, коришћена је *историјско-хронолошка метода* како би се стекао јасан увид у стање структуре предела у различитим временским периодима (IV. Материјал истраживања). Такође, коришћена је *дескриптивна метода* помоћу које су дате основне природне карактеристике истраживаних подручја. За потребе калибрације одређених улазних параметара коришћеног математичког модела (V. Резултати истраживања), коришћена је *метода снимања тренутног стања*. За остале

анализе овог поглавља (V. Резултати истраживања) коришћене су следеће статистичке методе:

- FRAGSTATS<sup>®</sup>-ова просторна статистика метрике предеоних елемената,
- сублимација излазних параметара метрике предела, добијених применом FRAGSTATS<sup>®</sup>-а, даљом обрадом помоћу STATGRAPHIC<sup>®</sup>-а („статистика статистике”),
- анализа хистограма расподеле одређених параметара (ArcMap<sup>®</sup>),
- The Map Comparison Kit<sup>®</sup> – примена матрица конфузије у анализи својстава и просторности промена категоријских мапа (растера).

Основне просторне анализе су обављане у ArcMap<sup>®</sup>-у, софтверу компаније за програмирање геопросторних апликација, ESRI (верзија 10.0, објављена 29. јуна 2010. године). Утврђивање геоморфолошких особености је обављено применом модела ArcHydro<sup>®</sup> (Maidment, 2002), чију је екстензије за ArcMap<sup>®</sup> произвела компанија за управљање водним ресурсима (Aquaveo) а у сарадњи са ESRI-јем (верзија 2.0, објављена 12. октобра 2011. године). Параметри предеоне метрике су детерминисани применом модела PatchAnalyst<sup>®</sup> (Rempel et al., 2012) са екстензијом за ArcMap<sup>®</sup> софтверско окружење (верзија 5, објављена 2. априла 2012. године), чија је логика функционисања базирана на МекГаригаловом софтверу FRAGSTATS<sup>®</sup> (McGarigal et al., 2002; McGarigal et al., 2012; McGarigal, 2013). Примарни деривати истраживања су анализирани у оквиру статистичког софтвера STATGRAPHIC<sup>®</sup> Centurion XV (верзија 15.2.11.0, објављена 10. априла 2009. године) (StatPoint, 2006). Компарације промена у растерском облику су квантификоване применом софтвера The Map Comparison Kit<sup>®</sup> (верзија 3.2.3, објављена јануара 2009. године) (Visser, Nijs, 2006).

## II. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ

Анализа индуковане промене структуре предела и њених ефеката на градивне чиниоце предела има различите приступе. С обзиром на то, дато је објашњење основних појмова, механизма промена и систематизација утицаја туристичко-рекреативних елемената.

### II-1. Основни појмови

#### 1.0. Предео

Генеza еколошке мисли и различити приступи термину *предео* резултирали су појавом великог броја дефиниција предела. Основна проблем је садржан у непостојању сагласности око тога да ли се предео тумачи као централна структура (форма) или се анализирају процеси у пределу (функције). Дефиниције предела неминовно обухватају физички простор и његову разноликост. Forman и Godron (1986) предео дефинишу као хетерогену површину састављену од сегмената међусобно повезаних јединица, позиционираних у простору, у одговарајућем распореду који се може понављати на мањим или већим растојањима. Према Dunning et al. (1992), предео је „дифузни мозаик” састављен од мање или више различитих јединичних хабитата. Turner et al. (2001) предео објашњавају као област која је просторно хетерогена са најмање једним „заједничким интересом”<sup>1</sup>. Наведене дефиниције, као и све остале, деле заједничку перцепцију предела као *структурно богатог система* (Цвејић et al., 2008). Стога, уколико би требало одабрати једну реч која би окарактерисала предео, то би вероватно била *хетерогеност*. Хетерогеност, што треба разликовати од хаотичности (дифузности), је условљена структуром предела, као и процесима и начинима на које делују појединачни сегменти на различитим размерама (Wu, 2013a). Предеони образац (структура предела) и процеси у пределу, су уско повезани и њихов однос је у функцији размере (Forman, Godron, 1986; O'Neil et al., 1997; Levin, 2000; Turner et al., 2001; Franklin, 2005).

---

<sup>1</sup> У најширем контексту, интерес је стабилност. У другачијем, интерес је очување елемената који синтетно формирају карактер и функционисање предела (Turner et al., 2001).

## **2.0. Деградација предела**

2.1. Пренаглашене антропогене активности су на различитим просторним и функционалним нивоима биосфере промениле квалитет њених конститутивних елемената. Са потребом описа и квантификације промена предела, развијени су различити приступи који резултирају некомпатибилном терминологијом. Иницијална забуна је настала недовољно дефинисаном и стихијском употребом у иностраној научној и стручној литератури, енглеских термина *land degradation*, *soil degradation* и *soil erosion* (Brabant, 2010). Упркос покушајима (Кадовић, 1999), у домаћој научној и стручној јавности до сада не постоји јасан консензус по питању избора терминологије која би представљала опште прихваћен превод поменутих термина.

2.2. Како овај рад, између осталог, има за циљ да објасни и квантификује спрегу промене структуре предела и развоја деградационих процеса на различитим размерама (*sensu stricto* – *sensu lato*), требало је одабрати адекватан термин, што је дилема с којом су се суочавали и други истраживачи (Naveh, 1982; Kertesz, 2009; Rowntree et al., 2012). У том смислу, предложена је употреба синтагме *деградација предела* која подразумева процес при коме долази до поремећаја зависних веза између градивних биофизичких компоненти предела, што директно утиче на његову стабилност.

## **3.0. Туристичко-рекреативне функције планинских предела**

Хронолошки посматрано, туристичко-рекреативне функције планинских регија су препознатљиве од краја XVIII века (освајање планинских врхова). Почетком XX века отпочео је развој у смеру скијашког туризма. Примарно, скијалишта су настајала у близини мањих градова и села алпске регије. Касније, под императивом профита и масовности, скијалишта се формирају као агломерације са доминантно туристичко-рекреативним функцијама у пределима већих надморских висина, који су по правилу без инфраструктуре и ретко насељени (Marinović-Uzelac, 2001). За потребе овог рада, туристичко-рекреативне функције планинских предела ће бити посматране искључиво са аспекта промена структуре и процеса у пределу, које су последица уређења и коришћења јавних скијалишта. Према Закону о јавним скијалиштима (Сл. гласник РС, 46/2006),

јавно скијалиште је уређена јавна површина која подразумева специјализоване намене. Намене су материјализоване у форми физичких елемената ски-стаза, ски-полигона, ски-путева, ски-лифтова, жичара, инфраструктурне мреже и објеката, сервисних објеката, сервисних путева, сопствених енергетских објеката, приступних путева и паркинга (Сл. гласник РС, 46/2006). Елементи скијалишта ће бити предмет анализе структуре и деградације предела у контексту пре и након уноса нових предеоних елемената.

## **II-2. Структура предела: стабилност, промена, осетљивост**

### **1.0. Структура предела**

1.1. Анализе структуре и промена предела су током последње две деценије постале врло атрактивно поље истраживања (Gustafson, 1998; Li, Wu, 2007). Као крајњи циљ оваквих просторних анализа, јасно се препознаје дефинисање везе између структуре предела (предеоног образаца) са процесима који владају у пределу (Wu, Hobbs, 2002). Анализа структуре предела је инструмент планирања и управљања пределом, који омогућава:

- мониторинг, вредновање и предвиђање промена у датом пределу,
- компарацију структуре предела (предеоних образаца) различитих предела,
- боље разумевање процеса који су подређени промени обрасца, чиме се отвара простор за боље разумевање функција предела (Turner et al., 2001; Tongway, Ludwig, 2009; Uemaa et al., 2009).

1.2. Анализа структуре и њених промена подразумева различите методе. Методе могу бити класификоване на различите начине (на основу различитих критеријума), сходно циљевима, типовима података (подлога) и математичких особености саме методе (Li, Reynolds, 1995; Gustafson, 1998; Li, Wu, 2004). Заједничко у свим методама је употреба просторних података различитих типова који обухватају истраживани простор. Подаци могу бити нумеричке вредности или у форми тематских мапа. Подаци у форми нумеричких вредности се односе на систем тачака у простору које носе одређене „атрибуте“ (квантитативне и/или квалитативне показатеље). Овај тип просторних података је предмет геостатистичких анализа (семивариограми, аутокорељације) и употреба ових података за крајњи циљ има праћење одређене функције екосистема (Dale et al.,



2002; Li, Wu, 2004). Употреба тематских мапа, као информационе подлоге и базе података представља, далеко коришћенију методу карактеризације структуре предела (McGarigal, 2002). Тематске мапе приказују варијабле које су позициониране у простору и могу бити квантификоване (Turner, Chapin, 2005). Њихова анализа је предмет *метрике предела* (McGarigal, Marks, 1995; Leitaо et al., 2006; McGarigal, 2013). Иако су тематске мапе процедурално формиране „снимањем” просторних јединица (нпр. Corina Land Cover је генерисана у односу на доминантну намену дефинисане јединице простора, односно, растера), овај приступ игнорише њихову „просторност” (Gustafson, 1998).

1.3. Структура предела, његова хетерогеност и комплексност, су представљени концептом композиције и конфигурације предела (Dunning et al., 1992; McGarigal, McComb, 1995; Farina, 2000; Turner et al., 2001; Wu, 2009).

1.3.1. **Композиција предела** представља опис квалитета и квантитета елементарних просторних јединица, односно, „парчади” (према енгл. *patch*) као предеоних елемената, који чине структуру предела (предеони образац, мозаик предела). О обележјима композиције говори се као о предеоним карактеристикама као што су пропорција, разноликост, уједначеност, доминација и диверзитет предеоних елемената (Васиљевић, 2012). Композиција није експлицитни атрибут предеоног обрасца већ индикатор еколошке „запремине” хабитата (Farina, 2000; Lovett et al., 2005). Хетерогеност композиције се повећава уколико бројност различитих предеоних елемената расте и уколико се они појављују у више различитих односа.

1.3.2. **Конфигурација предела** је опис просторне позиционираности и облика елемената (парчади као предеоних елемената / јединица) који чине структуру предела. Сходно томе, конфигурација предела се бави просторном геометријом предеоних елемената (Васиљевић, 2012). За разлику од композиције, конфигурацију је теже квантитативно изразити. Промена у конфигурацији предела се односи на просторни образац предеоних елемената, који се посматра независно од промена у композицији предела. Хетерогеност конфигурације се повећава са просторном разуђеношћу предеоних елемената и са густином дужина њихових ивица по јединици површине. Како конфигурација

квантификује баријере у простору, овај параметар је пресудан за анализу кретања токова (вектора) енергије, материје и организама (Fahrig, Nuttle, 2005).

## 2.0. Стабилност предела

2.1. Стабилност структуре предела и карактеристике њених функција су, како теоријско тако и практично, поље рада великог броја истраживача (Odum, 1969; Messerly, 19983; Forman, Godron, 1986; Naveh, Lieberman, 1993; Ingegnoli, 2002; Scheffer, 2009 и др.). Од наведених аутора се могу издвојити Forman и Godron (1986), који сматрају да је дефиниција стабилности оправдана једино у генерализованом контексту, јер су предели и њихови екосистеми просторно веома комплексне формације са сложеним односима између компоненти. Такође, важно је истаћи и то да стабилност еколошких система никада није апсолутна и да она функционише у оквирима *метастабилности*. Концепт метастабилности није компромис између стабилности и нестабилности; под овим се подразумева природна осцилација система око *екоцентра*<sup>2</sup> (или подсистема око већег епицентра). Значај метастабилности у еколошким системима (нпр. пределу) је заснован на њиховом капацитету да се одрже (принцип самоодрживости) у оквиру постојећег збира егзогених фактора. Тренд промене фактора може водити ка достизању другачије еколошке форме која ће такође достићи своју стабилност. Већа или мања метастабилност је у функцији дистанце од максималне стабилности. Еколошки системи са ниском метастабилношћу имају низак степен отпорности и високу резилијентност<sup>3</sup> према утицајима. Насупрот овоме, еколошки системи са високом метастабилношћу имају висок степен отпорности и ниску резилијентност према утицајима.<sup>4</sup> С овим у вези стоји то што је за почетну фазу развоја еколошке мисли била карактеристична употреба

---

<sup>2</sup> Термин је еквивалентан термину *steady attractor* који подразумева стабилан ентитет, у сталној зависној вези са својим „сателитима” са пресудним утицајем на форму њихове еколошке „орбите“.

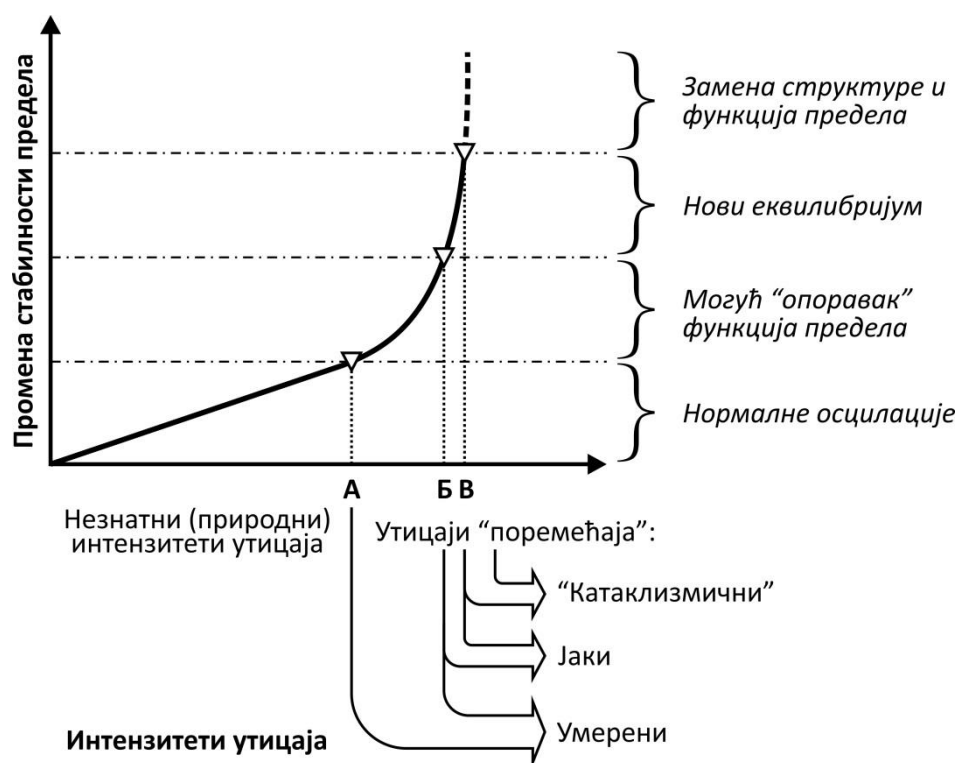
<sup>3</sup> Резилијентност је способност система да се стално мења и прилагођава, а ипак остане у својим критичним (стабилним) оквирима; да се носи с променом и истовремено настави да се развија, задржавајући свој суштински интегритет, структуру и функцију (Holling, 1973).

<sup>4</sup> Често се као пример узимају предеони елементи ливадских екосистема и њихова већа резилијентност од елемената шумске вегетације.

термина *еквибријум* (као опис степена стабилности предела), да би се са развојем научног приступа (кад се предео почео посматрати као систем који осцилира око централног ентитета), у модерној екологији предела, осетила потреба за новим атрибутом: *метастабилан* или *динамичан* еквибријум.

2.2. Посматрајући нивое утицаја на предео, односно, његову стабилност, Forman и Godron (1986) издвајају три нивоа (Слика 1.2.1.).

2.2.1. Мање промене утичу на промене одређених карактеристика предела, али се могу тумачити као флукуације периферних око централног система и у оваквим околностима предео остаје у стању своје метастабилности.<sup>5</sup>



Слика 1.2.1. Нивои утицаја на предео (модификовано према: Forman, Godron, 1986)

2.2.2. Када ниво утицаја достигне претпостављену тачку „А” може се констатовати да је реакција на утицај превазишла нормалне осцилације и да је стабилност поремећена. Овакав предео више није у стању еквибријума; он је

<sup>5</sup> На пример, мањак падавина може утицати на пресушивање водотокова у мањим сливним подручјима, што изазива одређене промене. Међутим, при првој појави обилнијих кишних епизода екосистем (водоток) се враћа у своје првобитно стање.

постао нестабилан. Прецизну локацију тачке „А” није једноставно дефинисати и она је у функцији интензитета, времена изложености утицају, као и индивидуалних карактеристика сваког предела. Утврђивање ове преломне тачке у функционисању и особености утицаја је од великог значаја јер упућује на даљи сценарио у генези предела. Умерени поремећаји („Б“), у највећем броју случајева, резултирају опоравком структуре и функције предела.<sup>6</sup> Колико год да је времена потребно, предео ће се у одређеном тренутку вратити у стање свог првобитног еквилибријума. У зависности од особености утицаја, предео може да достигне и другачије стање метастабилности, али и ово потпада под умерене утицаје.

2.2.3. У случајевима јаким, драстичних и катаклизмичних утицаја долази до „замене” предела. Утицаји чији интензитет превазилази тачку „В” делују на нестајање оригиналне структуре предела и његовог функционисања. На место дотадашњег предела долази нова структура која тек треба да развије, пре свега, своје унутрашње функционалне везе, као и са околним просторним ентитетима, и на тај начин уђе у спор и дуг процес формирања нове метастабилности. Какав утицај је у стању да покрене овако снажне, вишеслојне, агресивне промене, тј. да у исто време има способност да уништи постојеће и створи нове пределе? Метафорично, а иронично, у конотацији ове докторске тезе, Forman и Godron (1986) овакав утицај зову једноставно – *булдожер*. Дијапазон утицаја које остварују антропогене активности у физичком простору далеко превазилазе резилијентност („еластичност”) предела, приликом чега долази до драстичних промена у структури а самим тим и функцијама (процесима) предела (McIntyre, Hobbs, 1999).

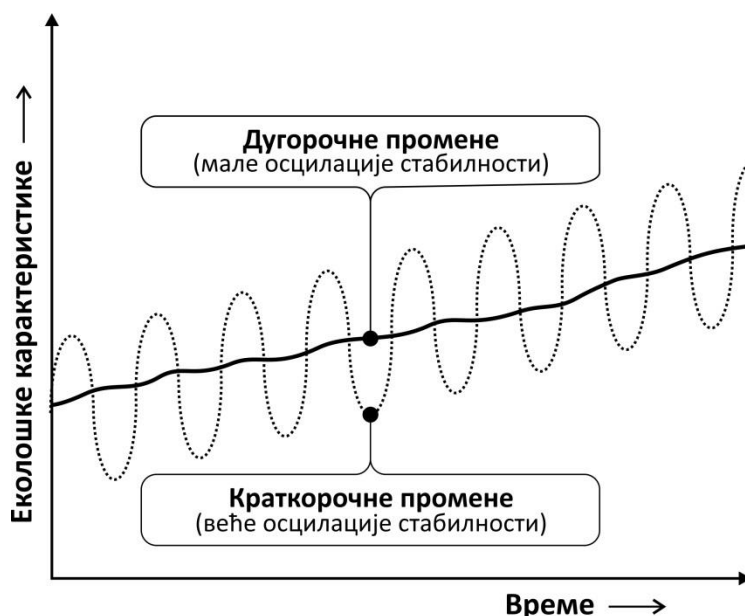
### **3.0. Промена структуре предела**

3.1. Посматрано у ширем временском контексту, актуелна структура предела је последица синергетског дејства дуготрајних климатских флукуација и осталих

---

<sup>6</sup> На пример, вишегодишњи сукцесивни сушни периоди могу значајно да промене хидролошке карактеристике предела јер имају утицај на стабилност појединих предеоних елемената. Међутим, када се поново успостави стабилан (уобичајен) хидролошки режим, предео се враћа у стање стабилности.

природних фактора, који обликују „коначне” карактеристике предела (Odum, Barrett, 2004). Такође, могуће су одређене модификације структуре предела и унутар краћих временских интервала. Не узимајући у обзир природне акциденте и антропогене утицаје, саме пределе прате дугорочне тенденције промена. На основу изнетог се може закључити да су предели стабилне просторне формације уколико су испуњени следећи услови (Слика 1.2.2.):



Слика 1.2.2. Стабилност предела при осцилацијама различитог трајања (модификовано према: Forman, Godron, 1986; Forman, 1995)

- да се дугорочне флукуације предеоних параметара могу представити хоризонталном линијом тренда са малим нагибом, као и да,
- амплитуда и степен промена краткорочних осцилација не одступају значајно од хоризонталне линије тренда дугорочне варијабилности (Forman, Godron, 1986; Forman, 1995).

3.2. Параметри композиције и конфигурације предела представљају основни индикатор промене структуре предела која осцилује у еколошком еквилибријуму, било да је промена настала природним процесима, било антропогеним утицајима (Haire, McGarigal, 2009). Теоретски посматрано, промена параметара конфигурације је могућа без утицаја на промену елемената композиције структуре предела. Слично овоме, промене у типовима предеоних елемената, које су се одиграле унутар постојећих форми, не утичу на

конфигурацију предела. Међутим, у реалним системима, упркос изнетим чињеницама, елементи композиције и конфигурације структуре предела нису независне варијабле: промена у односу различитих типова предеоних елемената (композиција) није могућа без измене форме елемената (конфигурација) (Fahrig, Nuttle, 2005).

3.3. Генерално, промена структуре предела се одиграва по неограниченом броју образаца сходно различитим предеоним размерама. Према Формановом моделу (Forman, 1995), промене у структури предела се класификују на следећи начин (Слика 1.2.3.):

- ***Перфорација*** (енг. **perforation**)

Представља иницијалну фазу промене структуре предела која се огледа у формирању „рупа” у хомогеним елементима.

- ***Рашчлањивање*** (енг. **dissection**)

Логично се наставља на претходну фазу преко повезивања перфорација. Рашчлањивање изазивају новоформирани линеарни системи (путеви, трасе електричних водова, гасоводи).

- ***Фрагментација, распарчавање*** (енг. **fragmentation**)

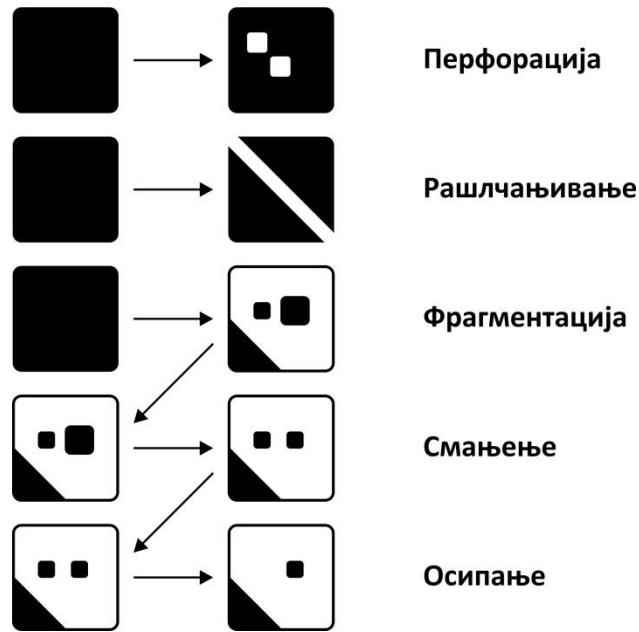
Фрагментација је експлицитни манифест збирног дејства перфорације и рашчлањивања. Резултира формирањем нових елемената и редукује конективност између аутохтоних система.

- ***Смањење, скупљање*** (енг. **shrinkage**)

Смањење (скупљање) елемената у пределу се манифестује просторно и функционално. Смањење просторне обухватности површине или знатно смањивање функција у оквиру предеоног елемента је производ фрагментације.

- ***Осипање*** (енг. **attrition**)

Осипање или смањење броја елемената подразумева потпуно (физичко) уклањање одређеног броја предеоних елемената.



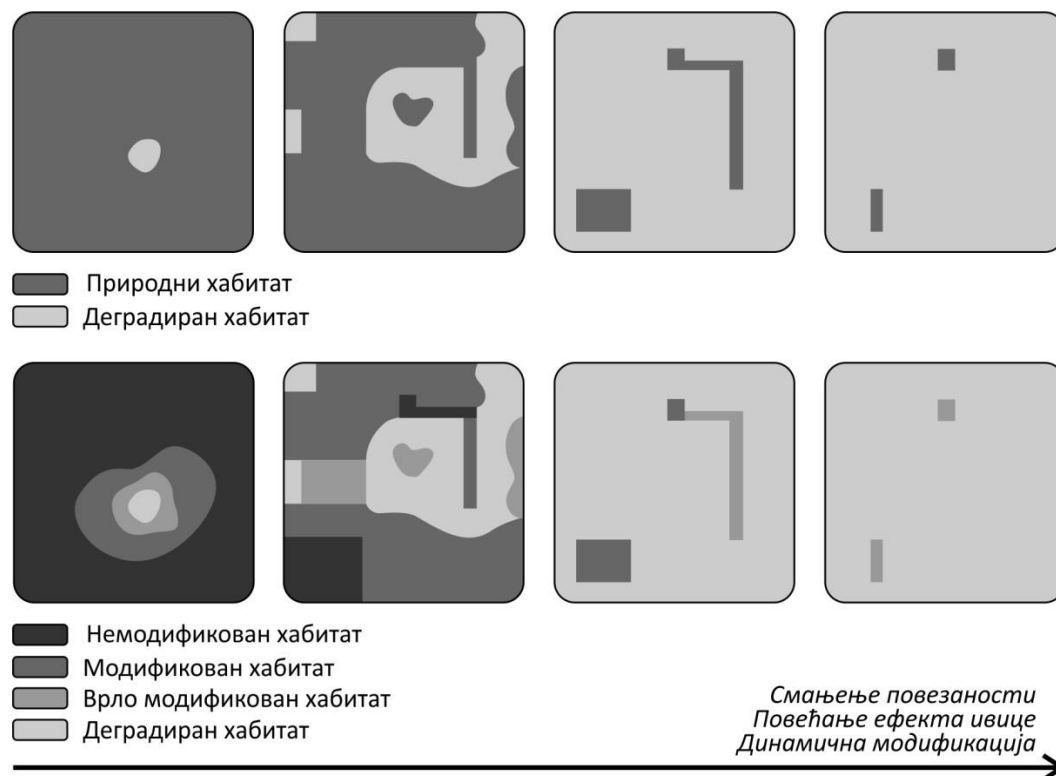
Слика 1.2.3. Модели промена структуре предела (модификовано према: Forman, 1995)

3.4. Ослањајући се на Форманов модел класификације типова промена у структури предела, McIntyre и Hobbs (1999) су степен промене класификовали према континуитету изложености предела антропогеном утицају (Слика 1.2.4.). Према њиховој класификацији, предео под антропогеним утицајем може имати четири стања:

- *девичанско* (енг. intact),
- *разнолико* (енг. variegated),
- *фрагментисано* (енг. fragmented),
- *деградирано* (енг. relictual).

3.4.1. McIntyre и Hobbs (1999) наглашавају да ће се количина *девичанских* хабитата (предеоних елемената) смањивати, самим тим и њихова деградираност повећати, онолико колико се модификује предео. За разлику од *девичанских* (природне осцилације око централне осе стабилности) и *разноликних* (природне осцилације око маргина метастабилности) стања предела, фрагментисана и деградирана стања резултирају деградацијом предела. За потребе овог рада, ова два стања (нарочито „девичанско“) ће бити представљена термином *аутохтоно*. Под аутохтоним предеоним елементима (или пределом) се подразумева хомогена (или просторна) јединица, чија егзистенција и развој нису условљена антропогеним утицајем, или је утицај такав да не ремети природне процесе у

одређеном временском периоду. У посебним случајевима, аутохтоно се може односити на предне елементе који су формирани у контексту конзервације и унапређења стабилности предела.



Слика 1.2.4. Модел промена структуре предела према континуитету изложености антропогеном утицају (модификовано према: McIntyre, Hobbs, 1999)

3.4.2. *Фрагментисан* предео настаје „сукобом” аутохтоне матрице предела са унетим антропогеним елементима који претендују да развију атрибуте матрице,<sup>7</sup> чиме постају функционално доминантан просторни ентитет. Аутохтони предеони елементи остају у фрагментима, смањене површине и са међусобно нарушеним везама. Фрагментисана матрица предела не поседује адекватне структурне и функционалне карактеристике чиме је изазван комплекс секундарних ефеката (Turner et al., 2001; Lindenmayer, Fischer, 2006).

3.4.3. *Деградиране* фазе стања предела се јављају у областима где су унети урбани, пољопривредни и индустријски системи, након чега је преостало мање од 10% аутохтоних система (предела или предеоних елемената) (McIntyre, Hobbs,

<sup>7</sup> Критеријуми према којима одређени тип предеоног елемента добија атрибуте „матрице“ су површина, повезаност и пресудан утицај на динамику процеса у пределу (Forman, Godron, 1986).



1999). Под притиском економског интереса, све инвазивније антропогене намене површина уништавају природне хабитате, њихову форму и функцију, на крупним размерама и структуру, те и хетерогеност шире „слике” предела на малим размерама. Преостали фрагменти су под великим притиском „новоформиране” матрице; одговарајућим управљањем чак и изузетно мали фрагменти могу дуго опстајати, али су њихове еколошке функције потпуно атрофиране.

#### **4.0. Осетљивост планинских предела**

4.1. Људска тежња за „освајањем“ простора се примарно манифестује у промени начина коришћења површина. Промена намена површина иницијално подразумева модификацију форме и функције постојећих и унос нових предеоних елемената. Уколико се степен утицаја односи на просторно и функционално доминантан предеони елемент, који носи атрибут матрице предела, говори се о промени структуре предела (Forman, Godron, 1986; Wu, Hobbs, 2002). У највећем броју случајева, карактеристике матрице предела пресудно условљавају стабилност екосистема, тј. квалификују га као предео мање или више осетљив на сукцесивне, постепене промене структуре. У зависности од степена утицаја, промена структуре се одиграва на различитим размерама (Turner et al., 2001; Kachmar et al., 2005). У планинским пределима модификација структуре је процес комплексне „игре” природних и антропогених фактора; динамика промена предела је сложена и тешко предвидива (Gordon et al., 2002).

4.2. Планински предели су значајан извор природних ресурса и специфичан животни простор који је носилац израженог биодиверзитета. Економски раст друштвено-политичких система се у великој мери ослања на рудна богатства, продукте шума и приходе од туризма, који су уско везани управо за планинске пределе (UNEP, 2007).

4.3. Планински предели се одликују топографском хетерогеношћу и израженом сменом микроклиматских карактеристика. Поред динамичне смене различитих услова средине, сама површина планинског масива пресудно утиче на микроклиматске прилике (Stefanović, 1986). Абиотички фактори формирају

еколошки сложен простор, који се може одликовати бројним негативним утицајима. Стабилност предела, између осталог, зависи од својстава солума (физиолошки активан слој земљишта) и његове отпорности на факторе деградације, пре свега, ерозију земљишта (Muthoo, 2002). Земљишта планинских предела се одликују плитким фертилним слојем који је резултат смањеног обима и динамике биохемијских процеса, услед ниских температура (Ruth-Balaganskaya, Myllynen-Malinen, 2000). Поред ниских температура, изражени нагиби падина и њихове варијабилне експозиције су основни геоморфолошки фактори који утичу на површинско распадање литолошких формација, процесе формирања земљишта, успостављање различитих типова флоре и фауне (Panizza, 1996). Из ових разлога, чест је случај просторне блискости контрастних екотонова (нпр. голе падине и стабилне шумске састојине) (Forman, Godron, 1986). Чести бујични акциденти, велика продукција ерозионог материјала, мањи или већи покрети земљишта и промена структуре хидрографске мреже утичу на специфичну геоморфолошку динамику и њен диверзитет (Beniston et al., 1996). Комбинација свих наведених фактора, са збирним дејством осталих, као што су јака инсолација, покрети сувих и влажних ваздушних маса, формирају „еколошки супстрат” у коме егзистирају бројни хабитати са различитим квалитативним и квантитативним својствима (Hatch, 1999; Muthoo, 2002).

4.4. Овакав спој абиотичких и биотичких особености, који функционално егзистира по принципима „теорије острва”, формира на предеоним размерама структурно богате просторе (Forman, Godron, 1986; Gordon et al., 2002; Muthoo, 2002; Beniston, 2003). Њихова комплексност се огледа у мозаичном распореду микро и макро хабитата, који су у оваквој варијабилној просторној организацији, са наглашено егзогеним условима, животни оквир ретких врста флоре и фауне, које на већим размерама значајно обогаћују биодиверзитет (Turner, 1989). Диверзитет геоморфолошких форми, преклопљен са биодиверзитетом, резултира специфичним „екодиверзитетом” планинских предела (Ahnert, 1994; Muthoo, 2002). Диверзитет предеоних форми је условио настанак и развој различитих људских заједница које су формирале аутентичне привредне и културне обрасце, што је, опет, имало повратни ефекат на њихово животно окружење. Еволуција изолованих људских заједница планинских регија се одвијала кроз адаптацију на

специфичан рељеф, земљишне и водне ресурсе, вегетацију и микроклиматске особености (Naveh, 1993).

4.5. Хетерогеност планинских екосистема је изражена у хоризонталној и вертикалној равни (August, 1983; Hobbs, 2009).

4.5.1. Хоризонтална (предеона) хетерогеност зависи од предеоног обрасца и размере, односно, од просторног распореда предеоних елемената, као и њихове међусобне зависности. Овакви предели („системи екосистема”) се одликују богатством блиско распоређених предеоних елемената различитих по димензијама и облику, са биоморфним ивицама предеоних елемената, велике конективности и са препознатљивом матрицом предела (Forman, Godron, 1986; Dramstad et al., 1996).

4.5.2. Под вертикалном (структурном) комплексношћу се сматра градијент и варијабилност вертикалних „еко-сфера”; геосфере, педосфере и биосфере. У планинским условима, то су површински слојеви геосфере, релативно сиромашна педосфера и биосфера, односно вегетација. У вертикалном смислу, комплексна интеракција абиотичких и биотичких фактора поставља у наглашено зависну функцију елементе „еко-сфере”, који заједно показују велику осетљивост (Lindenmayer, Fischer, 2006).

4.6. У процесу еволуције простора, динамика физичке структуре предела је утицала на динамику биолошке структуре, где у сложеним организационим нивоима елементи предела, индивидуално и збирно, у матрици егзистирају у стању метастабилности (Fahey et al. 1999; Turner et al., 2001). С обзиром на то да екосистем „троши велику енергију” на борбу са динамиком абиотичких фактора, планински предели се налазе у стању ниске метастабилности (Forman, Godron, 1986; Muthoo, 2002). Односно, динамички еквилибријум планинских екосистема има интензивне осцилације у оквирима маргина метастабилности. Планинским пределима се у литератури често додељује атрибут „складишта” биодиверзитета и угрожених врста (UNEP, 1992; Haslett, 1997), тако да су ове области често носиоци значајних вредности и заштићене као *паркови природе* или *национални паркови* (Gordon et al. 2002; Pickering, 2003; Geneletti, 2008). Управо оваква „предност” планинских предела представља и честу конфликтну зону између

активности мотивисаних економским развојем („бетоњерске“) и оних које се воде принципима очувања природних вредности („заштитарске“) (Beniston, 1997; Ђорђевић, Дабовић, 2007).

## **5.0. Нивои утицаја на планинске пределе**

5.1. Поред природних утицаја, планински пределе показују значајну осетљивост према индиректном и директном антропогеном утицају. Под индиректним утицајима овде се пре свега мисли на ефекте глобалних климатских промена. Као што је речено, егзистенција планинских предела је условљена бројним абиотичким факторима. Метастабилност планинских предела је производ дугог периода адаптације на варијабилност „формирајућих“ фактора.

5.1.1. Промене климатских карактеристика нарочито су изражене у последњих неколико деценија (повећање просечне годишње температуре ваздуха, пораст концентрације угљендиоксида у атмосфери, растућа депозиција азота у педосфери и хидросфери), што утиче и на модификацију климатских особености планинских предела. Смањење учесталости и количине снежних падавина драстично мења хидролошки статус планинских сливова. Уочава се фреквентнија појава бујичних поплава и повећање ерозионе продукције. Интензивни ерозиони и акумулациони геоморфолошки процеси негативно делују на физичку „конструкцију“ предела, што утиче на промену структуре и функције предеоних елемената. Пределе представљају осетљиве еколошке ентитете који егзистирају у опсегу екстремних амплитуда природних варијабли, што резултира ширим степеном нестабилности у функционалном и просторном смислу (Beniston et al., 1996; Kirschbaum et al., 1996; Pauli et al., 1996; Beniston, 1997; Grace et al., 2002; Beniston, 2003; Holtmeier, Broll, 2005).

5.1.2. За разлику од индиректног, директни (антропогени) утицај на планинске пределе има далеко динамичније и видљивије ефекте. Промена структуре предела у планинским условима се манифестује у хоризонталној (ортогоналној) и вертикалној равни. Говорећи о променама хабитата, Franklin и Van Pelt (2004) као и Lindenmayer и Fischer (2006), наглашавају да се хоризонтална структура тиче предеоних размера, док је вертикална комплексност атрибут локалних размера.

5.1.2.1. С обзиром на то да се унети елементи сматрају предеоним елементима, њихова форма и функција мењају дотадашње констелације у композицији и конфигурацији планинских предела, чиме директно утичу на њихове функције (Turner et al. 2001). Иако је концепт *функција предела* дуго заступљен у науци, не постоји јасан консензус о његовој дефиницији (Sepp, 2012). Daily (1997) истиче да су функције предела *стања* и *процеси* преко којих природни екосистеми опстају у стању метастабилности. Овакве релације одржавају биодиверзитет, као и продукцију екосистемских добара (биомаса) а обезбеђују и, људима значајне, естетске и духовне функције (МЕА, 2005; Groot, Hein, 2007). Поремећај функција је примарно везан за промену хоризонталне структуре предела. Промена структуре у корист антропогеног интереса у највећем броју случајева резултира појавом и развојем деградационих процеса на различитим нивоима: губитак аутохтоне вегетације, нестанак станишта и истребљење биљних и животињских врста, појава инвазивних врста, физичка и хемијска контаминација земљишта и вода (Vogaert et al., 2005).

5.1.2.2. Током дугог временског периода, између вертикалних структура екосистема (геосфера, педосфера, хидросфера и биосфера/вегетација) развијен је систем међусобне условљености који помаже одржању структурног и функционалног еквилибријума. Промена структуре предела изазива, пре свега, физичку нестабилност између конститутивних екосфера, што у највећем броју случајева води ка деградацији предела. Експлицитни и имплицитни ефекти се огледају у промени стабилности земљишних супстрата и непосредном контакту са геолошком подлогом, као и модификацијом хидролошког режима на различитим размерама, што доводи до појаве процеса ерозије и повећане продукције ерозионог материјала као и формирања акумулационих облика (Turner et al., 1994; Bakker et al., 2008).

5.2. Један од најзначајнијих директних утицаја у планинским пределима јесте уношење туристичко-рекреативних елемената (UNEP, 2007). Зимски туризам пружа значајну економску добит локалним и регионалним друштвеним заједницама. Сходно томе, развој туристичко-рекреативних функција у планинским регијама је „приоритетна” активност држава које поседују адекватне климатске и геоморфолошке потенцијале (Rixen et al., 2003; Argenti, Ferrari, 2009;

Lorite et al., 2010). Међутим, локације предвиђене за формирање туристичко-рекреативних садржаја се често преклапају са зонама заштите природних вредности (Hrnciarova, 1995; Ристић et al., 2009). Процес изградње, као и каснијег коришћења, подразумева бројне активности (ски-стазе, коридори жичара, путна инфраструктура, смештајни и складишни објекти, системи електро и водо снабдевања, водоакумулације за производњу вештачког снега), које доводе до оштећења структуре предела и негативних ефеката, без могућности рестаурације првобитног стања (Ruth-Balaganskaya, Myllynen-Malinen, 2000; Geneletti, 2004). Развојем туристичко-рекреативних садржаја повећава се концентрација људи на одређеном простору, који очекују задовољење потреба на одређеном нивоу квалитета, што захтева нове инфраструктурне радове, чиме се утицаји ски-центра додатно појачавају (Riebsame et al., 1996; Wemple et al., 2007). Иако је у последњој деценији уочена повећана еколошка свест, материјализована кроз систем стандарда за правилно управљање природним ресурсима планинских предела (нарочито ISO14001), суштински, основни негативни ефекти уноса туристичко-рекреативних елемената нису смањени и не могу се битно раздвојити од било које друге индустрије (Walter, 2001).

5.3. У зависности од теме истраживања, аутори имају различите приступе, и сходно томе различите класификације утицаја туристичко-рекреативних садржаја на планинске пределе. Структура овог поглавља као и истраживања изнетих у овом раду, конципирана је према класификацији утицаја туристичко-рекреативних елемената коју даје Tsuyuzaki (1994). Према поменутом аутору, основни утицаји туристичко-рекреативних елемената на планинске пределе се могу анализирати са два основна аспекта:

- промена структуре предела – фрагментација,
- деградација предела – ерозија земљишта.

## **II-3. Промена структуре предела под утицајем туристичко-рекреативних елемената**

### **1.0. Општа разматрања**

Промена начина коришћења простора, тј. унос предеоних елемената који подразумевају туристичко-рекреативне функције, мења постојећу структуру предела. Уопштено посматрано, у природи не постоји неузурпиран простор, који се одликује „празнином” и „неиспуњеношћу”.<sup>8</sup> Сходно томе, промена намене и увођење нових елемената, заузима физички простор аутохтоних система. Антропогени предеони елементи представљају „страно тело” у ткиву природних предела, приликом чега постојећи системи под притиском „агресивнијих” губе свој еколошки оквир, а самим тим своју форму и функцију (Turner, 1989; Leitao et al., 2006).

### **2.0. Фрагментација структуре предела**

2.1. Последњих деценија термин *фрагментација* је често у употреби у струкама које се на различите начине и на различитим размерама баве проблемима насталим у животној средини. Панхристична употреба је имплицирала често условно (наменско) значење термина, што је довело до изостанка прецизне систематизације размере утицаја фрагментације и њених ефеката (Bunnell, 1999).

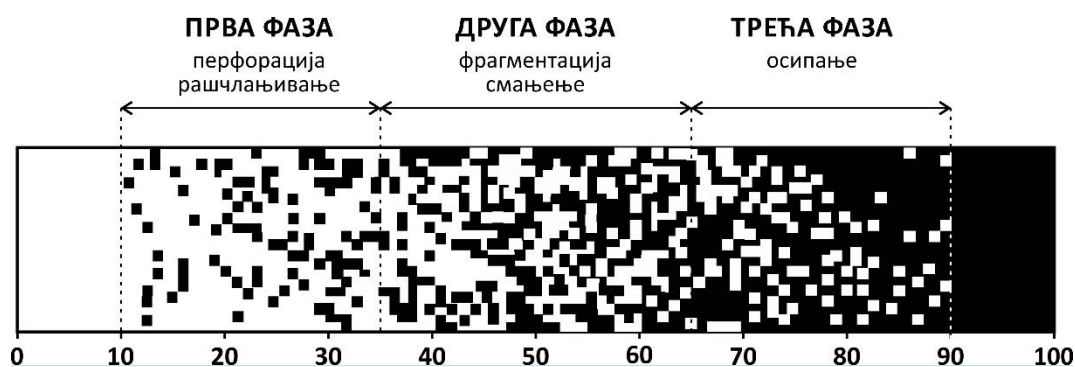
2.2. За потребе овог рада термин *фрагментација* ће бити дефинисан у односу на Воова разматрања промена у простору на предеоним размерама. Под фрагментацијом предела се подразумева антропогено формирање баријера (прекида) у аутохтоним и хомогеним вегетацијским структурама, што резултира стварањем просторно мањих елемената (Wu, 2009). Ово је процес који није својствен ограниченој територији или одређеној култури: фрагментација је нуспроизвод економског развоја који је дефинисан као главна претња биодиверзитету и егзистенцији екосистема на глобалном нивоу (Leitao et al., 2006).

---

<sup>8</sup> „[...] promena je iz nečeg u nešto [...]“ или често парафразирано као латинска редакција *Horror vacui* (Aristotel, Fizika IV: 8;30).

2.3. На подручју Европе и Америке, антропогено индукована фрагментација шуме у низијским и брдским регијама има дугу историју. Сматра се да је до краја XVIII века овај утицај био претежно везан за ниже просторе, који поседују већу погодност за становање и бављење пољопривредом (Radić et al., 2012a). Након овог периода, антропогено индукована фрагментација шума почиње да осваја и планинске пределе (Reed et al., 1996; Tinker et al., 1997). Фрагментација структуре планинских предела је, углавном, последица сече шума и изградње путне инфраструктуре, у процесу развоја туристичко-рекреативних садржаја (Laiolo, Rolando, 2005).

2.4. Током процеса модификације структуре предела, под притиском развоја туристичко-рекреативних функција, могу се идентификовати три фазе (Слика 1.3.1.). *Перфорација* и *рашчлањивање* доминирају у првој фази. Иницијални процес „освајања” почиње изградњом путне инфраструктуре и мреже електричних и водоводних система који врше дисекцију предеоних елемената (Geneletti, 2004). Унос нелинеарних елемената (сервисни и смештајни објекти, микроаккумуляције и сл.) представља перфорацију матрице предела. У другој фази доминира *фрагментација* и *смањење* матрице предела. Изградња ски-стаза и коридора жичара, уз додатно умрежавање путева различитих категорија, формира изоловане предеоне елементе који убрзо квантитативно доминирају простором. Финална фаза, *осипање*, представља наставак фрагментације и губитак форме и функције аутохтоне (природне) структуре предела, након чега се формира нова, вештачки индукована матрица предела, искључиво у функцији антропогених активности (Andren, 1994; Leitao et al., 2006; Lindenmayer, Fischer, 2006).



Слика 1.3.1. Фазе фрагментације структуре предела (модификовано према: Andren, 1994; McIntyre, Hobbs, 1999)



2.5. У зависности од геоморфолошког потенцијала планинских масива (надморска висина, дужина и облик падина и сл.), разликују се иницијални процеси формирања ски-центра. У зонама са већом надморском висином, изградња скијашке инфраструктуре је изнад горње границе шуме, односно, у зони алпијске вегетације (нпр. Аустрија, Швајцарска, Француска, Италија). У планинским регијама које немају висински потенцијал (југоисточна Европа, Јапан, пацифички северозапад САД) изградња скијашке инфраструктуре се обавља у подручјима шумске вегетације. У оваквом еколошком миљеу се обавља чиста сеча на пројектованим трасама, са додатном употребом тешке механизације за уклањање остатака подземног дела вегетације (кореновог система). На тај начин врши се груба и експлицитна фрагментација матрице предела (у већини случајева шуме). Велика просторна обухватност ски-центра, потврђује фрагментацију као процес предеоних размера, у коме се шумске целине прогресивно деле на мање, геометризоване и изоловане предеоне елементе, односно, шумске фрагменте (McGarigal, Marks, 1995). Према литературним наводима, фрагментација шуме има далеко веће последице од фрагментације ливадских формација (Tsuyuzaki, 1994; Titus, Tsuyuzaki, 1998; Titus, Tsuyuzaki, 1999; Doležal, Šrutek, 2002; Tsuyuzaki, 2002; Pickering et al., 2003; Tsuyuzaki, 2005). Међутим, иако је општи став да су негативни ефекти фрагментације израженији у зонама шумске вегетације (Wrbka et al., 1999), постоје показатељи да уношење нових елемената у пашњачке и ливадске екосистеме доводи до трајних оштећења (Bayfield, 1980; Haimayer, 1989; A. Watson према Davidson, Grieve, 2004).

### **3.0. Квантитативни и квалитативни ефекти фрагментације**

3.1. Природни предели поседују значајан степен хетерогености и комплексности, које се манифестују у хоризонталној и вертикалној равни. Поред просторне конотације, различитост утицаја у хоризонталној и вертикалној равни се тиче и проблематике размере. Утицаји туристичко-рекреативних елемената у хоризонталној равни се односе на промене хетерогености на предеоним размерама. Сходно томе, анализа утицаја у хоризонталној равни се односи на стабилност предела на великим размерама. У вертикалној равни, утицаји на

комплексност су евидентни на мањим размерама. Промене стабилности у вертикалној равни утичу на структурну стабилност јединичних елемената (делују на „локалу”, као локални атрибут) (Franklin, van Pelt, 2004; Lindenmayer, Fischer, 2006).

3.2. У хоризонталној равни, фрагментација предела узрокована уносом туристичко-рекреативних елемената мења предео директним утицајем на предеони образац променом параметара композиције и конфигурације (Wrbka et al., 1999; Rutledge, 2003; Walter, 2001; Kachmar et al., 2005; Wipf et al., 2005; Rolando et al., 2007; Wemple et al., 2007; Burt, Rice, 2009; Ristić et al., 2009; Caprio et al., 2011; Roux-Fouillet et al., 2011; Radić et al., 2012b). Сложена повезаност абиотичких и биотичких компоненти планинских предела указује на то да се најрепрезентативнија слика поремећаја на предеоним размерама, изазвана уносом туристичко-рекреативних елемената, добија анализом промене структуре предела, односно, композиције и конфигурације (Rutledge, 2003).

3.2.1. Промена композиције се манифестује уносом једнообразних елемената, који утичу на велики број аутохтоних елемената, пре свега, кроз деструкцију њихове примарне структуре. Нестанак површински доминантних елемената утиче на губитак капацитета хабитата, чиме врсте ентеријера губе свој животни оквир. Диверзитет предела је често повећан, али је у реципрочном односу са биодиверзитетом (McGarigal, Marks, 1995). Параметри композиције одражавају основне карактеристике фрагментације.

3.2.2. Конфигурација предела условљава конективност елемената, сходно чему њена промена редукује ток енергије, материје и организама (Forman, Godron, 1986). Линеарност антропогених предеоних елемената, односно њихове геометризоване ивице, поједностављује (банализује) облик, просторни распоред и дисперзивност аутохтоних предеоних елемената (Bell, 1999). Специфичност линеарне форме туристичко-рекреативних елемената, утиче на велики број аутохтоних предеоних елемената, чиме је конфигурација структуре предела битно промењена (Radić et al., 2012b).

3.3. У вертикалној равни, фрагментација структуре предела под утицајем туристичко-рекреативних елемената утиче на прекид зависних веза између

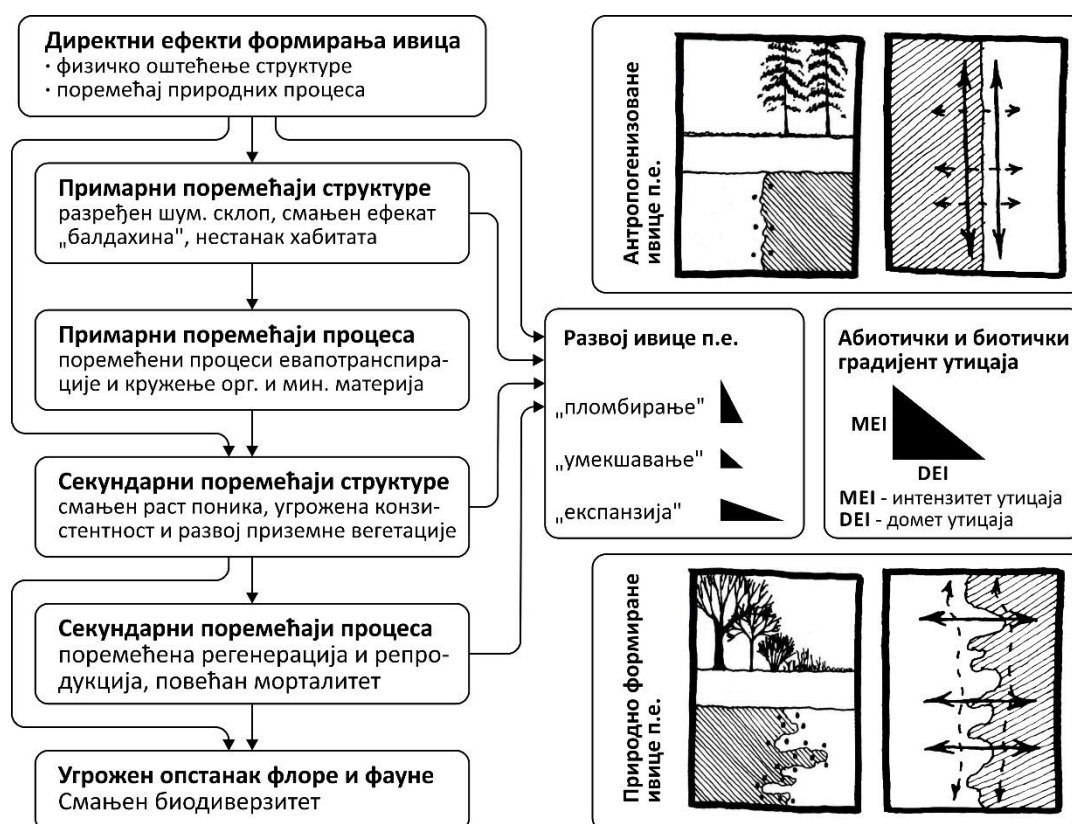
конститутивних екосфера. Са аспекта хабитата, њихова стабилност је у функционалној вези са конективношћу површинских слојева геосфере, земљишног супстрата и вегетационог покривача. Уносом структурно и функционално различитих елемената туристичко-рекреативних намена, мењају се везе унутар еколошког комплекса, тако да се не може говорити о утицајима само на једну екосферу. Нестабилност хабитата имплицира поремећаје у абиотичким и биотичким комплексима који су примарно локалног карактера, али се временом постепено преносе на веће размере (Hokit et al., 1999). Трансформација физичке форме хабитата доводи до промене његових функцијама, чиме је интегритет еколошког система нарушен. Временски секундарне појаве, као интензивирање ивични ефекат, промене микроклиматских особености и хидролошког режима, повећан површински отицај и ерозија земљишта и др., представљају следеће фазе промене и деградације хабитата и предела (Forman, Godron, 1986; Collinge, 1996; Wemple et al., 2007).

3.4. Рашчлањивање и фрагментација директно изазивају продужење ивица предеоних елемената. Ивица предеоног елемента, у ширем смислу, може бити посматрана као измењена маргинална зона која поседује микроклиматска и еколошка стања, контрастна према ентеријеру хабитата (Lindenmayer, Fischer, 2006; McGarigal, 2013). Историјски гледано, у екологији влада мишљење да фрагментација хабитата позитивно утиче на биодиверзитет преко формализације ивичног ефекта, што је у складу са еколошким постулатом да богатство врста и њихова концентрација расте у граничним зонама хабитата (А. Leopold према Laiolo, Rolando, 2005; Odum, Barrett, 2004; Н. Odum према Rolando et al., 2007). Међутим, нека истраживања указују на радикалне промене животних заједница на маргинама хабитата, које негативно утичу на перспективу биодиверзитета (Matlack, Litvaitis, 1999; Fahrig, 2003).

3.5. Ивични ефекат је неопходно посматрати у функцији размере и карактера утицаја који условљавају анатомију саме ивице. Ивице се према постанку и генези могу поделити на природне и антропогено индуковане. Природно настале ивице (меке, умекшане ивице) имају широку зону у којој се остварује ивични ефекат и, вертикално посматрајући, велики градијент различитих заједница.

Управо због ове скале различитих заједница, природне ивице се у литератури називају *екотонима* (Gosz, 1993).

3.6. Антропогено индуковане ивице (оштре ивице), због јасних граница намена, мењају природне екотонове чиме постају „монотоне“ и у вертикалној и у хоризонталној димензији (Kachmar et al., 2005). За разлику од оваквих, природно настале ивице иза себе имају дуг процес формирања (Слика 1.3.2.). Природне ивице формирају „умекшане“ додирне зоне предеоних елемената које, захваљујући свом природном еквилибријуму, представљају атрибут „носилаца“ биодиверзитета. Формирање ивица, као резултат експанзије скијашког спорта, се не може посматрати изоловано од губитка хабитата (Radić et al., 2012b). Поремећаји у просторној структури шуме, у планинским регијама, појачавају контрасте између топографије, хидрологије и земљишног супстрата, што за крајње ефекте има смањење животног простора за врсте ентеријера, а побољшање услова за предаторе и паразите који обитавају на маргинама шумских предеоних елемената (Haila, 1999).



Слика 1.3.2. Структурна и функционална „анатомија“ природних и антропогених ивица (модификовано према: Dramstad et al., 1996; Harper et al., 2005)

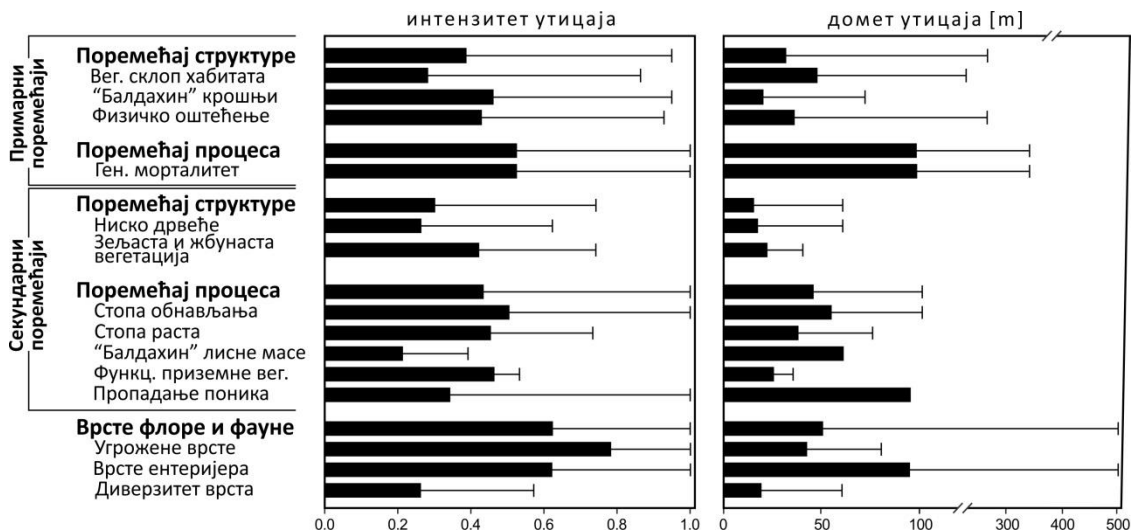
3.7. Ефекат ивица се односи на низ абиотичких и биотичких фактора који владају на маргинама предеоних елемената и на додирним зонама различитих хабитата.

3.7.1. Harper et al. (2005) у шумским екосистемима изједначавају ефекте фрагментације и ефекте ивице, и као такве их категоризују на примарне и секундарне (Слика 1.3.3.). У групу примарних (директних) ефеката, који су и временски блиско постављене сукцесивне фазе, убрајају:

- физичко уништавање шумске, жбунасте и приземне вегетације;
- структурни поремећаји шумске стеље и површинских слојева земљишта;
- промењена хидролошка својства и измењен циклус хранљивих материја.

3.7.2. Секундарни (индиректни) ефекти настају као реакција на примарне, услед поремећеног баланса абиотичких и биотичких услова локалитета. Као најизраженији, наводе се поремећаји у регенерацији, репродукцији и морталитету различитих вегетационих структура. Према истој групи аутора (Harper et al., 2005), дефинисана су два параметра који одређују природу и очекиване вредности ефекта ивице:

- *Интензитет ефекта ивице* – вредност одређеног параметра на ивици у односу на референтну, оптималну вредност (а);
- *Домет ефекта ивице* – вредност која указује на ком одстојању од ивице се региструје ефекат на одређени параметар (б).



Слика 1.3.3. Интензитет и домет ивичног ефекта (модификовано према: Harper et al., 2005)

3.7.3. Други начин класификације ефекта ивице је према типу микроклиматске модификације (Kapos, 1989; Saunders et al., 1991; Fahey, Wardle, 1998; Fahey et al., 1999; Matlack, Litvaitis, 1999; Doležal, Štrutek, 2002; Pickering et al., 2003).

- Енергетска равнотежа фрагментисаног предела се разликује од оног где је покривеност вегетацијом била потпуна, нарочито тамо где је постојао густ шумски склоп. Уклањање природне вегетације, изградњом елемената ски-центра, мења топлотни флуks повећавајући количину сунчеве радијације на површини „незаштићеног” земљишта током дана, као и одавање топлоте са површине током ноћи. Генерално посматрано, током дана температура земљишта је виша, односно, током ноћи нижа од уобичајеног температурног режима природног стања. Ово доводи до увећања температурне амплитуде површине земљишта и горњих слојева супстрата, као и до учесталије појаве мраза. Појава „топлијих” елемената у пределу резултира бржим топљењем снега, што ремети физиолошки циклус и ницање поника, као и дистрибуцију влажности у земљишту, а повећава потенцијал за развој ерозионих процеса и модификације површинског отицаја и инфилтрације.
- Фрагментација шуме мења образац вектора кретања у пределу. Вертикални профил ваздушних струјања се обликује према форми и типу предеоних елемената, односно, према степену рапавости њихове текстуре. Нагли прекиди у конфигурацији предела (ивице предеоних елемената) мењају доње делове вертикалног профила ветра, док горњи задржавају важеће карактеристике за одређени предеони елемент. Неусаглашеност горњих и доњих делова вертикалних профила ветра резултира стварањем турбулентних кретања. Повећана кинетичка енергија ветра физички оштећује вегетацију на ивицама, или целе предеоне елементе шуме уколико су мањих димензија, и формира непогодно окружење за раст младих биљака. Поред овога, евидентан је утицај на смањење влаге у земљишту услед повећане евапорације, што доводи до поремећаја водно-ваздушних карактеристика земљишта.
- Фрагментација резултира модификацијом локалног водног режима мењајући различите компоненте процеса отицаја. Уклањање природне

вегетације мења односе интерцепције и евапорације, утиче на инфилтрационо-ретенциона својства земљишта, и доводи у питање опстанак осталих елемената флоре и фауне. Устаљене, природне путање површинског и подземног отицаја такође могу бити значајно измењене. Повећање количине и интензитета површинског отицаја је чест пратећи ефекат фрагментације, који води ка порасту ерозионе продукције, и фреквентнијој појави бујичних поплавних таласа.

## **II-4. Деградација предела под утицајем туристичко-рекреативних елемената**

### **1.0. Општа разматрања**

1.1. У постојећој научној и стручној литератури, већина референци се односи на различите форме деградације пољопривредних површина, углавном равничарских предела (Grismer et al., 2008). Доминантан број референци везаних за деградацију простора планинских предела се односи на ефекте деловања природних и антропогено иницираних ерозионих процеса. Најинтензивнија модификација природних услова планинских терена, у периоду од 1970. године до данас, узрокована је уређењем предела за потребе скијашке инфраструктуре (Ruth-Balaganskaya, Myllynen-Malinen, 2000; Pickering et al., 2003): приступни путеви, ски-стазе, ски-путеви, коридори ски-лифтова и остали линијски коридори (водоснабдевање, канализација, електроснабдевање).

1.2. Развој деградационих процеса на површинама, које су под утицајем ски-центра, хронолошки се може поделити, у односу на фазе успостављања (изградње) и функционисања (коришћења) ски-стаза (Ries, 1996):

- формирање линијских елемената ски-центра;
- изградња ски-стаза;
- скијашке активности.

1.3. У литератури је честа подела утицаја везана за одређене фазе формирања и коришћења скијалишта (Geneletti, 2008; Evette et al., 2011; Ristić et al. 2012; Kangas et al., 2012):

- утицаји током изградње (директно),
- утицаји за време функционисања (индиректно).

## 2.0. Утицај изградње туристичко-рекреативних елемената

2.0.1. Иницијални процес формирања туристичко-рекреативних елемената ски-центра, разликује се у зависности од висинских али и геоморфолошких карактеристика терена. На планинским масивима, који поседују значајне елевационе потенцијале, ски-стазе се формирају у појасевима изнад зона шумске вегетације.<sup>9</sup> Највећи број истраживања која анализирају екологију и утицаје ски-центра се бави управо овим областима (Bayfield, 1996; Urbanska, 1997; Urbanska et al., 1998; Fatorini, 2001; Rixen et al., 2003; Gros et al., 2004; Wipf et al., 2005; Barni et al., 2007; Delgado et al., 2007). У зонама изнад границе шумске вегетације доминирају алпијске ливаде са спорадично распоређеним елементима жбунастих вегетационих заједница (Stefanović, 1986; Томић, 2004). Са аспекта погодности за градњу, мањег инвестиционог улагања, као и укупних ефеката изградње и функционисања ски-стаза, површине без дрвенасте вегетације су погодније од оних које се налазе испод границе распрострањавања шумске вегетације (Titus, Tsuyuzaki, 1998; 1999; 2002). Због тога су велики скијашки системи и најисплативији у регијама изнад границе шумске вегетације, што није чест случај (Tsuyuzaki, 2005). Изградња и функционисање ски-центра нужно доводи до, мање или веће, дестабилизације предела на различитим организационим нивоима и размерама, што није само последица деструкције аутохтоне шумске вегетације већ и поремећаја хидролошког циклуса, локалних геоморфолошких и микроклиматских услова (Barni et al., 2007).

2.0.2. У зони шумске вегетације, ски-стазе могу бити формиране на два начина (Burt, Ries, 2009):

- У првом случају врши се просецање трасе ски-стазе кроз просторни систем дрвенасте вегетације. Посечена стабла се уклањају с површине терена, али се не изводе земљани радови у смислу обликовања терена, чиме се не делује на солум;

---

<sup>9</sup> Већина скијалишта у САД и Јапану је формирана у тзв. континенталним регијама, односно у зонама шумске вегетације, док су у Европи махом бирани локације са алпијским и субалпијским ливадама које доминирају областима изнад горње шумске границе (Titus, Tsuyuzaki, 1998; 1999; 2002).



- У другом случају, после сече стабала, употребом тешке механизације, се обликују нове, локалне топографске форме. Уклањају се дебла, здробљене стене различитих димензије и исправљају неравнине терена у циљу добијања жељених форми ски-стазе.

2.0.3. У првом случају се врши експлицитна фрагментација предела у хоризонталном плану, која доминантно утиче на параметре структуре предела. Други случај, односно употреба механизације, поред хоризонталног утицаја остварује утицаје и у вертикалном плану. То за последицу има развој процеса ерозије и/или акумулације ерозионог материјала на предеоним размерама, што додатно утиче на стабилност хабитата, а самим тим и на деградацију биодиверзитета (SAEFL, 1997; Radić et al., 2012b; Ristić et al., 2012).

## **2.1. Деградација вегетационог покривача**

2.1.1. Машинско обликовање терена нарушава и/или уклања преостале форме вегетације, као и слојеве земљишта различите структуре – чиме су ефекти фрагментације мултипликовани на мањим и локалнијим размерама (Kangas et al., 2012). Равнање терена је примарни узрок појаве ерозије и каснијег отежаног процеса природне ревегетације (Aerts, Kobus, 1992; Ries, 1996).

2.1.2. У планинским условима, где су абиотички фактори наглашени, што имплицира постојање плитких земљишних профила са великим учешћем скелета, вегетациони покривач има улогу везивног ткива и директно условљава стабилност супстрата (Bayfield, 1980; Tsuyuzaki, 1995; Ruth-Balaganskaya, Myllynen- Malinen, 2000; Grismer, Hogan, 2005b; Morgan, 2005; Burt, 2012). Улога вегетације и њеног кореновог система у механичкој заштити и стабилизацији земљишта на теренима са израженим нагибом је вишеструка.<sup>10</sup> Разгранат коренов систем формира тродимензионалну мрежу у земљишном профилу и обезбеђује кохезију, везујући честице земљишта у зони распрострањања кореновог система (Gyssels et al., 2005). Надземне компоненте вегетације повећавају рапавост површине, чиме „хватају” нанос и делују као баријера против кинетичке енергије ветра (Bayfield, 1980; Gray, Sotir, 1996). Без вегетације

---

<sup>10</sup> Naylor et al. (2002) ефекте вегетације на земљишта високопланинских регија класификују на две основне категорије: биозаштита и биоконструкција.

површински слојеви земљишта су изложени кинетичкој енергији кишних капи, што је основни предуслов за развој делувијалног и пролувијалног процеса (Bochet et al., 1998; Kangas et al., 2012; Никић, Павловић, 2012). Подземни делови вегетације прожимају ткиво земљишног супстрата анкеришући га, чиме повећавају општу стабилност тла (Gyssels, Poesen, 2003; Pohl et al., 2009). Вегетација пресудно утиче на есенцијалне карактеристике земљишта на нагибима, а тиме и на стабилност земљишних агрегата, и то кроз следеће елементе: инфилтрациони капацитет, компактност земљишта изван зоне директног деловања кореновог система, текстуру, садржај органских и минералних компоненти, као и кроз отпорност према гравитационим покретима (Isselin-Nondedeu, Bedecarrats, 2007; Reubens et al., 2007). Поред свега, повећање површинске рапавости и утицај на инфилтрациони капацитет одржава макропоре земљишта у функцији и пресудно утиче на редукцију волумена и брзине површинског отицаја (Pohl et al., 2009). Приземна зељаста вегетација има термичко-изолациони ефекат, тако да њено уклањање изазива веће температурне осцилације, тј. продор мраза у дубље слојеве током зимских месеци и прекомерно загревање током лета (Fahey, Wardle, 1998).

2.1.3. Martin et al. (2010) сматрају да је поред обиља и виталности вегетационог покривача важна и његова разноврсност. Наиме, морфолошке и физиолошке особености различитих врста делују на земљишне агрегате, у различитим правцима и на различитим дубинама. Сходно томе, аутори успостављају корелацију између Шенон индекса диверзитета биљних заједница и развоја деградационих процеса земљишта (Magurran, 1988; Pignatti, 1993).

2.1.4. Међу првим истраживањима, која се тичу утицаја антропогено коришћених коридора на планинске биљне заједнице, издваја се Хартлејева анализа ливадско-пашњачких екосистема туристичко-рекреативне регије националног парка Глацијер (енг. Glacier) (Монтана, САД) (Hartley, 1979). Анализом различитих биљних врста, утврђена је знатно мања количина угљених хидрата у ткиву кореновог система биљака, у близини фреквентно коришћених ски-стаза. Ова аномалија је присутна код биљака на удаљености од 10m (од ски-стазе), након чега је приметан пад утицаја, односно, количина хранљивих материја гравитира ка нормалним вредностима. Као последица недостатка

хранљивих материја, измењене су морфолошке карактеристике, као и репродуктивни потенцијал биљака (Hartley, 1979).

2.1.5. Упоредивањем добијених резултата са вредностима контролних површина (које нису под утицајем ски-стаза), Gros et al. (2004) и Burri et al. (2009) су дошли до закључка да густина кореновог система има кључну улогу у стабилности и величини земљишних агрегата, што се приписује повољном дејству физичке силе раста, егзудатима кореновог система и транспортом воде из земљишта кроз ткиво вегетације.

2.1.6. Оштећење вегетационог покривача резултира повећањем голих (огољених) површина (Price, 1985). Седамдесет процената покривености земљишта вегетацијом се сматра крајњом границом која има инхибиторски ефекат за развој ерозионих процеса (Graiss et al., 2008; Argenti, Ferrari, 2009; Krautzer et al., 2001). Међутим, већина скијалишта после изградње има више од 50% површина без било какве форме зељасте вегетације (Tsuyuzaki, 1994). Управо ова вредност (мање од 50%), представља границу од које вегетација више није у могућности да оствари заштитни ефекат (Quinton et al., 1997; Puigdefabregas, 2005).

## **2.2. Деградација структурних агрегата земљишта**

2.2.1. Уклањање различитих форми вегетације за потребе конструкције ски-стаза изазива до сада најинтензивнију деградацију земљишта у планинским областима (Ristić et al., 2009; Ristić et al., 2012). Специфичност овог оштећења, у односу на сва друга по форми слична оштећења (шумске просеке различитих функција: противпожарне, санитарне, за извлачење трупаца, ослобађање простора за далеководне итд.), садржана је у континуираном притиску антропогених активности које се настављају и после формалног завршетка грађевинских радова на изградњи скијалишта. Интензивно одржавање скијашке инфраструктуре подразумева сталност утицаја на простор, чиме су ефекти деградације интензивирани а процеси природног обнављања отежани (Watson, 1979; Tsuyuzaki, 1995; Tsuyuzaki, 2005; Amo et al., 2007; Arlettaz et al., 2007; Lagriffoul et al., 2010).

2.2.2. Обликовање терена употребом тешке механизације нарушава водно-ваздушне карактеристике земљишта. У планинским условима, конзистентност и

морфолошка развијеност хумусног слоја су врло значајни с аспекта задржавања и проводљивости падавинске воде, као и за одржавање адекватне температуре земљишта (Trimble, Lull, 1956; Covington, 1981). Услед ниских температура земљишта, у високопланинским условима, биолошки процеси су успорени, што имплицира појаву терестричног сировог (mohr) хумуса, у различитим фазама распадања. Уклањањем овог слоја, приликом изградње, нарушавају се повољне хидролошке карактеристике земљишта, што имплицира промену инфилтрационог капацитета, тј. повећање површинског отицаја као примарног окидача формирања браздасте и јаружасте ерозије (Aerts, Kobus, 1992). Поред овога, хумус има заштитну улогу површинских слојева од кинетичке енергије кишних капи, тако да је његовим уклањањем смањена физичка отпорност земљишта (Mosimann, 1985; Aerts, Kobus, 1992). Оваквим ефектом амортизације, хумусни слојеви потенцијално штите земљиште од каснијих егзогених „притисака”, као што су дејство скија и возила за табање снега („ратрак”) (Aerts, Kobus, 1992). Према теренским истраживањима, делови ски-стаза без хумусног слоја на мањим нагибима су мање отпорни према развијању мреже бразда и јаруга, него они на већим нагибима, са минималном количином хумусног слоја (Wood, 1987; Aerts, Kobus, 1992). Хумусни хоризонт остварује јаку везу са вегетационим покривачем, тако да свака активност која негативно делује на постојање и квалитет хумуса, условљава дужи и отежан процес природне ревегетације (Ries et al., 1996; Hedl et al., 2012).

2.2.3. Поред хумусног слоја, тешка механизација оштећује површинске слојеве земљишта мењајући им структурне карактеристике. На утицај оваквог интензитета, комплекс површинског слоја земљишта, хумуса (стеље) и вегетације се враћа на почетак процеса формирања и биолошке сукцесије, након чега је потребно, према неким ауторима, преко 80 година за повратак у пуну функционалност (Ruth-Balaganskaya, Myllynen-Malinen, 2000). Према Roux-Fouillet et al. (2011), земљишта на ски-стазама, које су формиране употребом тешке механизације, за дужи временски период (најмање осам година) нису у могућности да поврате првобитне карактеристике, док у неким случајевима

показују лошије карактеристике него непосредно по завршетку радова.<sup>11</sup> Промена структуре се манифестује смањењем волумена пора у земљишту, чиме се нарушавају природне везе између земљишних агрегата (Aerts, Kobus, 1992). Квалитетна веза између земљишних агрегата пресудно утиче на инфилтрациони капацитет, хидрауличку проводљивост, ретенцију влаге, размену гасова, разлагање органске материје и отпорност према ерозионим процесима (Delgado et al., 2007). Структура земљишта је показатељ садржаја и величине пора, које су један од носиоца фертилности земљишта и његове еколошке функције (Barni et al., 2007). Редукована запремина микро и макро пора смањује аерацију земљишта, формирајући супстрат са умањеном количином расположиве воде и кисеоника, чиме су оксидо-редукциони процеси успорени или чак заустављени. Исушивање и компакција земљишта ски-стаза су препознати као основни покретачи смањења микробиолошке популације и, последично, њихове редуковане активности у процесу декомпозиције органске материје (Gros et al., 2004; Delgado et al., 2007). Анализом узорака земљишта са ски-стаза, добијених помоћу електронског микроскопа, Delgado et al. (2007) су утврдили смањење волумена пора за 33% и величине пора за 48%. Поред овога, збијеност земљишта, која у неким случајима може повећати специфичну тежину до 50%, је одговорна за повећан површински отицај (Kattelman, 1985; Roux-Fouillet et al., 2011).

2.2.4. Промене физичке структуре се негативно одражавају на фиксацију укупног азота (на стазама су знатно ниже вредности него на околним контролним профилима), повећање рН вредности, као и на повећан однос угљеника и азота – што су резултати смањене биолошке активности (Roux-Fouillet et al., 2011). Синергично са умањеном количином влаге у земљишту, поменуте промене узрокују дугорочне промене микробиолошке активности (Fahey, Wardle, 1998; Guleryuz et al., 2010). Након завршетка грађевинских радова остаје

---

<sup>11</sup> Bell и Bliss (1973) имају далеко песимистичније виђење овог проблема. На основу изузетно спорог процеса опоравка површина које су у функцији скијашког туризма (на основу истраживања у националном парку Олимпик, Вашингтон, САД), аутори тврде да је у високопланинским алпским регијама потребно од неколико стотина до хиљаду година за пуно функционално, природно обнављање уништене вегетације.

минерализован супстрат са занемарљивом количином органске материје и редукованим водно-ваздушним капацитетом (Krautzer et al., 2006; Burt, Rice, 2009).

2.2.5. Gros et al. (2004) (Алпи, Француска) и Delgado et al. (2007) (Сијера Невада, Шпанија) су, на основу дугогодишњих континуираних анализа земљишта, установили велике разлике у физичкој структури и микробактеријској активности пре и после изградње ски-стаза. Аутори као примарно оштећење издвајају нарушавање вертикалног интегритета ризосфере и земљишта, изван зоне распрострањања кореновог система. Као резултат мешања ова два слоја, што узрокује веће учешће минералних фракција крупније гранулације (услед механичког разбијања стена и стенских фрагмената), промењене су структурне карактеристике земљишта – највише порозност и стабилност земљишних агрегата. Како порозност директно условљава количину влаге, земљишта ски-стаза попримају физичке карактеристике сувих земљишта (Smart, Fleming, 1985; Titus, Tsuyuzaki, 1999; Doležal, Šrutek, 2002). Поред смањене влаге, порозна земљишта су осетљивија на продор мраза у дубље слојеве земљишта (Nyberg et al., 2001).

### **2.3. Дестабилизација хидролошког режима земљишта**

2.3.1. Промењена структура земљишта, односно његова компакција (сабијање), се негативно одражава на степен инфилтрације и ретенцију атмосферских вода (Roux-Fouillet et al., 2011), што битно смањује расположивост воде у вегетационом периоду (Hedl et al., 2012). Уклањање вегетације, заједно са сабијањем земљишта, утиче на повећање запремине површинског отицаја (Ристић, Мацан, 2002; Jones, Post, 2004; David et al., 2009). Према истраживањима (Troendle, King, 1985), уклањање вегетације и сабијање земљишта на 50% површине слива доводи до повећања вредности максималног протицаја за 23%. Aerts и Kobus (1992) су експериментално дошли до закључка да је инфилтрација воде из атмосфере пет до десет пута мања на ски-стазама него на околним неоштећеним (у природном стању) површинама. Према Ristić et al. (2011), вредности максималног протицаја за стогодишње воде, на сливовима на

којима су изграђени елементи скијашке „индустрије“ (ски-стазе, жичаре, приступни путеви), су повећане за скоро 50%.

2.3.2. Деградиране зоне под утицајем повећане кинетичке енергије површинског отицаја постају извор ерозионог материјала. Међутим, у литератури се може наћи мали број радова који за основну тему имају хемијски и биолошки квалитет воде у водним телима на чијим сливовима су позиционирана скијалишта. Транспортоване честице земљишног материјала везују за себе нутријенте са значајним садржајем азота и фосфора, тако да повећана количина вученог и суспендованог наноса доводи до деградације квалитета воде у хидрографској мрежи и код крајњег реципијента (Ries, 1996; David et al., 2009; Burt, 2012; Kangas et al., 2012). Анализом акватичних екосистема који су у непосредном контакту са туристичко-рекреативним елементима у близини града Санта Фе (Нови Мексико, САД), регистровано је повећање концентрације тешких метала, заслањивање мочварних земљишта, као и губитак биомасе (Moore et al., 1978). На основу мерења хидролошких параметара планинских сливова на североистоку САД, Wemple et al. (2007) су уочили утицај ски-центра на квалитет воде у хидрографској мрежи, који се манифестује повећањем количине суспендованог наноса и концентрације хлорида, што је последица употребе хемијских средстава за одржавање инфраструктурне путне мреже (за отапање леда у зимским условима). Анализирајући квалитет воде у језеру, које је реципијент токова са локалних планинских сливова, где су позиционирани ски-центри (Lake Tahoe, Sierra Nevada, USA), већи број аутора је процесе еутрофикације довео у везу са деградацијом аутохтоног земљишта услед изградње скијалишта (Grismer, Hogan, 2004, 2005a, 2005b; Grismer, Ellis, 2006; Grismer et al., 2008).

2.3.3. Површински отицај испира fine фракције распаднутог материјала које су носиоци органских материја (хумуса), односно плодности земљишта (Aerts, Kobus, 1992; Martin et al., 2010; Roux-Fouillet et al., 2011). У условима повећане количине атмосферског талога, какви владају у планинским регијама,<sup>12</sup> почетне

---

<sup>12</sup> Највећа запремина атмосферског талога у планинским регијама потиче од отопљеног снега; током вегетационог периода, биљке користе свега 10% падавинске воде (Brown et al., 1978).

фазе транспорта наноса (делувијални процес) се сматрају основним вектором губитка семеног материјала и касније инхибиције процеса природне ревегетације (Urbanska, 1997; Urbanska, Fattorini 1998; Isselin-Nondedeu et al., 2006). Површинско течење воде је нарочито изражено у пролеће због великих количина отопљеног снега, који представља више од 50% укупног отицаја (Wemple et al., 2007). Hornbeck et al. (1993) истичу да фрагментација шуме, у областима где се формирају ски-центри, утиче на повећање отицаја за 30%, због немогућности да се падавине инфилтрирају у тло.

2.3.4. Површински отицај отежава процес ревегетације, задржавање семена и утиче на каснију структуру биљних заједница (Cerde, Garcia-Fayos, 1997). Према експерименталним налазима, у скијалиштима на северним деловима Алпа у Француској, утврђено је да губитак семеног материјала (у зависности од врсте), под утицајем површинског отицаја, износи од 50 до 100% на површинама које су третиране тешком механизацијом (Isselin-Nondedeu et al., 2006).

2.3.5. Према Грабхеровим експерименталним налазима, добијеним помоћу симулатора кише, интензитет површинског отицаја се знатно смањује са повећањем волумена кореновог система зељасте вегетације (Grabherr, 1985). Према истом истраживању, утврђен је 10 пута већи губитак земљишта на деградираним површинама, од природног (геолошког) губитка на околним, недирнутим површинама (Grabherr, 1985). Инфилтрација на сабијеном земљишту ски-стаза и ски-путева, износи око 1mm/h, док у недирнутом земљишту околних састојина може бити већа од 260mm/h (Luce, Cundy, 1994; Luce, Cundy, 1999; Martin, Moody, 2001). Редукована инфилтрација резултира интензивираним површинским отицајем, чиме се повећава брзина кретања воде са ски-стаза и ски-путева (Wemple et al. 1996).

### **3.0. Последице коришћења туристичко-рекреативних елемената**

3.1. Врло брзо по завршетку грађевинских радова јављају се иницијалне форме деградације предела (Tsuyuzaki, 1994; Ristić et al., 2009). Машинско обликовање терена, уклањање површинске вегетације, редукција и оштећење површинског слоја земљишта, формирају “ожиљке” који постају иницијалне форме за даљи развој мреже бразда и јаруга, као и изворишне локације за продукцију ерозионог



материјала (Bayfield, 1980; Bayfield et al., 1984; Tsuyuzaki, 1990; Ries, 1996; Fattorini, 2001; Krautzer et al., 2006; Radić et al., 2012b; Ristić et al., 2012; Guleryuz et al., 2010).

3.2. Ламинарно спирање земљишта је извор знатне количине наноса, што је документовано бројим истраживањима. На основу хронолошке анализе деградационих процеса у скијалиштима Форарлберга (нем. Vorarlberg) (Аустрија), Aerts и Kobus (1992) сматрају да је појава ерозионих форми бразда иницијална и примарна форма деградације земљишта и продукције ерозионог материјала. Према скоријим истраживањима (Grismer, Hogan, 2004, 2005a, 2005b, Grismer, Ellis, 2006; Grismer et al., 2008), коришћење ски-стаза и ски-путева има за последицу продукцију великих количина ерозионог материјала. На подручју скијалишта у сливу језера Тахо (Сијера Невада, САД), на плитким мешовитим вулканским и гранитним земљиштима, забележена је десет пута већа продукција наноса од сливова у природном стању. Према дугогодишњим истраживањима у јапанским скијалиштима, Tsuyuzaki (1994) констатује да је развој мреже бразда и јаруга врло брз. Апроксимацијом губитка земљишта на целокупну површину, аутор истиче губитак од 4.6 центиметара за период од петнаест година. Комплексном статистичком анализом (енг. canonical correspondence analysis) развоја широке скале деградационих процеса, на подручју скијалишта Ли Кањон (енг. Lee Canyon) (Невада, САД), Titus и Landau (2003) су утврдили да трансформација бразда и јаруга представља деградациони процес који знатно утиче на различите неповољне форме трансформације животне средине.

3.3. Комбинација ефеката изградње ски-стаза и каснијег коришћења, често резултира појавом солифлукција у планинским регијама (Aerts, Kobus, 1992; Isselin-Nondedeu, Bedecarrats, 2007; Freppaz et al., 2010; Ristić et al., 2011; Ristić et al., 2012). Солифлукција представља процес кретања одмрзнутог, водом засићеног, површинског слоја земљишта, преко дубљег, замрзнутог слоја који има улогу клизне равни. Управо је овај тип континуиране модификације морфологије терена, који у неким случајевима редукује висину солума за 5-7cm годишње, препознат као један од основних инхибитора природне ревегетације (Ries, 1996).

3.4. Коришћење ски-стаза захтева њихово редовно одржавање у смислу кондиционарања снега. Према литературним наводима, ефекти рада машина за кондиционарање снега (табачи), су слични ефектима насталим од непосредног контакта скија (скијаша) са површинама под снегом (Watson, 1979; Ries, 1996; Rixen et al., 2003; Rixen et al., 2004; Sanecki et al., 2006; Delgado et al., 2007; Argenti, Ferrari, 2009; Ristić et al., 2009; Freppaz et al., 2010; Negro et al., 2010; Roux-Fouillet et al., 2011; Ristić et al., 2012).

3.4.1. Табачи снега су конструисани да се крећу по површини снежног покривача, па сходно томе имају широке додирне површине. Упркос технолошком напретку, који је резултирао повољном расподелом притиска по површини терена, табачи снега могу имати веома неповољан ефекат на вегетацију и земљиште ски-стаза (Bayfield, 1984). Табачи имају двоструко негативан утицај: оштећење земљишта и травне вегетације, као и компакција површинског слоја земљишта (Fahey, Wardle, 1998). Најугроженији су делови ски-стаза где долази до промене нагиба из веома стрмог у блажи, као и на местима где табач снега мења правац кретања. Уколико се табачи користе на снегу висине мање од 20cm, метални делови гусеница оштећују или чупају травни бусен из подлоге, и разарају површински слој земљишта (Ristić et al., 2012).

3.4.2. Према Кателману (Kattelman, 1985), припрема снега на ски-стазама представља директан механички утицај на запреминску расподелу кристала леда у оквиру снежних зрна (пахуља). Овим се прекидају слабе везе између кристала и формира нова структура са јачим везама. На тај начин се добија снежни покривач другачије слојевитости од природног снега, са већом густином и чврстином. Највећа компактност снега се остварује иницијалним пролазом табача, након чега се слој снега сабија за више од 75% (Keddy et al., 1979).

3.4.3. Под поремећајима природне слојевитости снежног покривача подразумева се промена његове топлотне проводљивости и хидролошких карактеристика (Fahey, Wardle, 1998).

3.4.3.1. Топлотна проводљивост сабијеног снега се повећава пропорционално промени његове густине (Kattelman, 1985). Температурна проводљивост

збијеног снега је 2.5 пута већа од природних снежних наноса, чија је запремина била већа за 58% (Pesant, 1987). Густина снега након третирања табачима је 1.7 пута већа, чиме је топлотни флуks повећан за најмање 5 пута у односу на снег на контролним (недирнутим) површинама (Pesant, 1987). Сабијени снег има слабија изолациона својства, тако да су виши слојеви земљишта осетљивији на температурне промене.

3.4.3.2. С обзиром на то да су зрна компримованог снега позиционирана на мањем одстојању, порозност снежног покривача је смањена. Промене у запремини пора испуњених ваздухом, између кристала леда резултирају смањеним ретенционим капацитетом снега. Директан ефекат смањене ретенције снежног покривача се манифестује у смањеној способности да задржи површински отицај и продужи процес топљења снега у пролеће (Neuman, Merriam, 1972). Неки аутори су недвосмислено утврдили знатно касније топљење снега на ски-стазама, али, када ту топљење отпочне, оно је знатно брже од топљења природно сабијеног снега, због чега је онемогућена постепена дренажа кроз земљишни профил, што доводи до повећања количине површинског отицаја (Kattelman, 1985; Ives, 1974). Neuman и Merriam (1972) су на основу теренских истраживања дошли до закључка да је ретенциони капацитет кондиционираног снега редукован за 70% при површини и 40% у дубљим слојевима.

3.4.4. Када је реч о сферама утицаја компакције снежног покривача, у литератури се подвлачи разлика између утицаја на земљиште и утицаја на вегетацију (Fahey, Wardle, 1998).

3.4.4.1. Сабијањем снега врши се истискивање изолационог слоја ваздуха који смањује губитак топлоте из земљишта у атмосферу. Смањени температурни контрасти површинских слојева земљишта и атмосфере су посебно уочљиви приликом продора мраза у солум, чиме је одмрзавање читавог локалитета одложено (Wanek, 1971).<sup>13</sup> Према, Бајдерину (Baiderin, 1983), температура

---

<sup>13</sup> На пример, (А) хоризонт земљишта испод сабијеног снега се смрзава отприлике месец дана раније и одмрзава два до три месеца касније на пролеће. Поред овога, површински слојеви земљишта се услед директног контакта са сунчевом енергијом брже одмрзавају, приликом чега дубљи слојеви земљишта остају замрзнути. Одмрзнути слојеви су засићени водом која нема

земљишта на ски-стазама је 5–7 пута нижа, а мраз пенетрира 7–11 пута дубље него на контролним површинама са истим микроклиматским карактеристикама. Према истом аутору, на основу мерења на површинама у комуналном ски-центру у близини Казана (Република Татарстан, Русија), установљено је да дубина продора мраза код природних земљишта износи 15cm, док на земљиштима ски-стаза достиже 104cm; на површинама које се и лети користе као рекреативне ливаде дубина замрзавања достиже 165cm (Baiderin, 1980; Baiderin, 1983).

Основни хидролошки ефекат дубоког замрзавања земљишног профила на ски-стазама се огледа у додатном времену потребном за отопљавање у односу на природна земљишта. Замрзнуто земљиште садржи велику количину воде, која у таквом стању не обавља своје еколошке функције (Fahey, Wardle, 1998). Према налазима (Pesant, 1987), количина влаге у замрзнутом земљишту достиже високу тачку сатурације, која је 2–3 пута већа од оне у природном земљишту.

Промене температурног режима земљишта имају катализаторски ефекат на деградацију супстрата, који је током изградње ски-центра претрпео поремећај физичке структуре и губитак органске материје. Према Ванеку (Wanek, 1971), замрзнута земљишта се одликују потпуном редукијом бактеријских активности и 2–10% смањењем заједница земљишних гљива. Истраживања у аустријским ски-центрима су потврдила нестанак и до 70% земљишне фауне на површинама где су употребљавани табачи снега (Meuer, 1993). Касније отопљавање снежног покривача повлачи са собом и закаснелу бактеријску активност, чиме су природни процеси декомпозиције органске материје доведени у питање (Neuman, Merriam, 1972).

Опширном анализом литературе, Fahey и Wardle (1998) закључују да је основни поремећај у квалитету земљишта ски-стаза заправо микроклиматске природе. Односно, значајна редукија изолационог ефекта сабијеног снега условљава већу осетљивост фрагилних планинских земљишта на температурне екстреме.

3.4.4.2. На површинама које су третиране табачима снега долази до знатно каснијег отопљавања него на недирнутим површинама. Сукцесивно понављање

---

могућност пенетрације у дубље профиле, тако да је уочена појава површинских клижења (Fahey, Wardle, 1998).

овог процеса доводи до поремећаја у квантитативним параметрима локалитета, који се препознају као (а) дужина вегетационог периода, (б) дистрибуција земљишне влаге и (в) појава процеса ерозије земљишта узрокована ветром, водом и ледом (Hamilton, 1981 према Fahey, Wardle, 1998; Price, 1985). Ниже температуре површинског слоја земљишта на ски-стазама, резултирају успореним растом и репродукцијом вегетационог покривача, што директно утиче на продукцију семена и виталност биљних индивидуа. Поред овога, вишегодишње зељасте биљке, које имају морфолошки развијен коренов систем, пропадају од пенетрирања кристала леда у осетљиво ткиво младих коренових жила (Wanek, 1974 према Fahey, Wardle, 1998).

Слој снега, се након неколико третмана табачем претвара у лед, чиме се прекида кретање ваздуха кроз површинске слојеве земљишта. Анализом експерименталних поља у скијалиштима северне Америке, утврђено је да формирање леденог слоја на површини терена отежава снабдевање солума кисеоником, чиме се угрожавају витални биохемијски процеси (Price, 1985). Истраживачи који су се бавили алпским скијалиштима, констатују да је управо недостатак кисеоника основни покретач инхибиције раста васкуларних биљака (Fahey, Wardle, 1998). Такође, залеђен снег пропушта мању количину светлости, што доводи до поремећаја процеса фотосинтезе, те успореног ницања и раста биљака.

На продужени период отопљавања снежног покривача, неке врсте реагују потпуним или делимичним одсуством клијавости семена, тако да се после одређеног времена „повлаче” пред отпорнијим таксонима, чиме се мења фитоценолошка слика ширих размера (Wanek, 1974; Bayfield, 1980). Дуже задржавање снежног покривача утиче на време цветања појединих биљних врста, као и на морфологију кореновог система. Baidetin (1980; 1983) је утврдио да биљке које имају рано пролећно цветање временом бивају потиснуте од стране врста са каснијим цветањем на површинама које се третирају табачима снега.

Дужа изложеност непосредном контакту са снежним покривачем, као и пад опште виталности, утичу касније на мању отпорност биљака на ниске планинске температуре, као и на смањену отпорност према болестима и механичким

утицајима (нпр. гажење) (Forbes, 1992; Wanek, 1974; Fahey, Wardle, 1998). Утврђена је већа предиспонираност на лом неких дрвенастих врста, као и отежано ницање на површинама које су третиране табачима снега (Rickard, Brown, 1974; Forbes, 1992; Fahey, Wardle, 1998). Дугогодишњим анализама Bayfield (1980) је установио да су на подручју Европе високе алпијске травнате заједнице најотпорније према компакцији снежног покривача, док су биолошке форме влажних ливада, на прелазима ка влажнијим стаништима, најосетљивије.

\* \* \*

Преглед теоријских и практичних истраживања деградације предела под утицајем туристичко-рекреативних елемената, издваја два аналитичка приступа. Први сагледава фрагментацију структуре предела као сегмента поремећаја хоризонталне стабилности, док други анализира последични поремећај функција, односно, процеса који редукују вертикалну стабилност предела. Ова два аспекта деградације предела представљају водећи мотив овог рада – специфичност неопходних услова за квантификовање деградационих форми условљава избор (наизглед) различитих методолошких приступа.

### III. МЕТОД РАДА

На основу теоријских разматрања и циљева, издвојени су методолошки приступи којима се квантификују два аспекта уношења туристичко-рекреативних елемената у аутохтону структуру планинских предела – промена структуре предела и њоме условљена деградација предела. Методолошки приступ анализи промене структуре предела је приказан у потпоглављу III-1. Деградација предела је резултат трансформације природних процеса (функција), који су методолошки обрађени кроз промену укупне ерозионе продукције и модификацију процеса отицаја у потпоглављу III-2.

#### III-1. Анализа структуре предела

##### 1.0. Параметри композиције и конфигурације структуре предела

1.1. Предеона метрика квантификује структуру предела у оквиру дефинисаних просторних граница. Како је структура материјализован оквир који дефинише процесе који владају у пределу, применом метрике се осветљавају доминантни услови (контекст), као основни атрибути егзистенције предела: стање и трансформација. Под термином *метрика* се заправо подразумева скуп математичких алгоритама који квантификују конститутивне елементе структуре предела а самим тим и процесе које они условљавају (McGarigal et al., 2002). Предеона метрика анализира два фундаментална аспекта структуре предела: композицију и конфигурацију.

1.2. *Предеона композиција* се односи на варијабилност и заступљеност појединих предеоних елемената (или класа предеоних елемената), без узимања у обзир карактера њихове форме или просторне дистрибуције (Farina, 2000; Leitaо et al., 2006; Васиљевић, 2012; McGarigal, 2013). Иако композиција нема експлицитно просторну конотацију, неки њени параметри се могу у пренесеном значењу тумачити као просторно зависни (Gustafson, 1998). С обзиром на то да анализа композиције захтева учешће свих класа предеоних елемената, њена примена је могућа једино на предеоном нивоу (односно системско-структурном).

1.3. *Предеону конфигурацију* је теже квантификовати јер се односи на просторне карактеристике предеоних елемената: форму, дистрибуцију, позицију и оријентацију (Farina, 2000; Leitao et al., 2006; Васиљевић, 2012; McGarigal, 2013). За разлику од композиције, метрика конфигурације се може применити на одређен предеони елемент или на одређену класу предеоних елемената, приликом чега се добијени резултати односе само на тај организациони ниво. Употреба метрике конфигурације објашњава врсту и интензитет односа који влада између предеоног елемента и његовог окружења (McGarigal, 2013). На предеоном нивоу, метрика конфигурације представља статистички обрађен податак који се тиче одређеног параметра (нпр. средња вредност, модус, варијанса, стандардна девијација и сл.).

1.4. Параметри предеоне композиције и конфигурације указују на процесе у пределу на различитим организационим нивоима. Поред тога, готово сваки од параметара индивидуално истиче специфичан процес у пределу, али и интерактивно у симбиози са другим параметрима. Из овог разлога McGarigal et al. (2002) наглашавају важност јасног разумевања циља истраживања, односно, компоненте предеоне структуре која је индикатор промене, како би се применио адекватан скуп математичких алгоритама. Како је циљ овог рада, између осталог, квантификација промене структуре предела, односно анализа фрагментације предела, биће употребљена метрика која се односи на стања у пределу пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената.

1.5. Промена параметара структуре предела је анализирана према модификованој систематизацији коју дају Rempel et al. (2012) (Табела 3.1.1.). Називи појединих параметара су преведени на српски језик (уз назив на енглеском), с тим што се у каснијем тексту наводе на основу њиховог акронима изведеног из енглеског језика. Разлог задржавања скраћених енглеских назива, поред устаљености алгебарског израза, је њихова припадност делу методологије FRAGSTATS® (McGarigal et al., 2012) који је основна теоријска матрица овог поглавља.



**Табела 3.1.1.** Анализирани параметри структуре предела

<b>Композиција</b>	<b>Метрика просторне компактности и величине</b>	Број предеоних елемената (енг. Patch Number → PN)
		Просторна компактност предеоних елемената (енг. Patch density → PD)
		Просечна површина предеоних елемената (енг. Mean Patch Size → AREA_MN)
		Медијана површина предеоних елемената (енг. Median Patch Size → AREA_MD)
		Стандардна девијација површине предеоних елемената (енг. Patch Size Standard Deviation → AREA_SD)
		Коефицијент варијације површине предеоних елемената (енг. Patch Size Coefficient of Variance → AREA_CV)
		<b>Метрика диверзитета</b>
Shannon индекс диверзитета (енг. Shannon's Diversity Index → SHDI)		
Shannon индекс равномерности (енг. Shannon's Evenness Index → SHEI)		
<b>Конфигурација</b>	<b>Метрика форме</b>	Просечан индекс форме предеоних елемената (енг. Mean Shape Index → MSI)
		Просечна фрактална вредност предеоних елемената (енг. Mean Patch Fractal Dimension → MFD)
		Просечан индекс форме пондерисан површином предеоног елемента (енг. Area-Weighted Mean Shape Index → AWMSI)

	Просечна фрактална вредност пондерисана површином предеоног елемента (енг. Area-Weighted Mean Patch Fractal Dimension → AWFDD)
<b>Метрика ивица</b>	Укупна дужина ивица предеоних елемената (енг. Total Edge → TE)
	Просторна компактност ивица предеоних елемената (енг. Edge Density → ED)
	Просечна дужина ивица предеоних елемената (енг. Mean Patch Edge → MPE)

## 2.0. Метрика просторне компактности и величине

### 2.1. Број предеоних елемената (PN) и просторна компактност предеоних елемената (PD)

2.1.1. Број предеоних елемената (PN) је мера укупног броја предеоних елемената истраживаног подручја. Ова вредност се може односити на бројност елемената у класи (3.1.1.) или на бројност на предеоном нивоу (3.1.2.). Према Leitao et al., (2006), PN је мера конфигурације предела док га McGarigal (2013) објашњава као основни сегмент композиције предела. С обзиром на постигнут консензус да је PN у строгој зависности од површине истраживаног подручја и чињенице да су експериментална подручја релативно мале површине, за потребе овог рада под PN ће се подразумевати аспект композиције предела и у том контексту ће бити тумачен.

$$[No] \quad PN = \sum_{i=1}^n n_i \quad (3.1.1.)$$

$n_i$  – предеони елемент  $i$

$$[No] \quad PN = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m n_{ij} \quad (3.1.2.)$$

$n_{ij}$  – предеони елемент  $i$ , класе  $j$

2.1.2. Најближи дериват PN параметра је просторна компактност предеоних елемената (PD). Овај параметар анулира зависност од просторне димензије предела јер вредност PN дели са површином истраживаног подручја на који се односи PN, на нивоу класе (3.1.3.) и на нивоу предела (3.1.4.).

$$[No/ha] \quad PD = \frac{PN}{A} \quad (3.1.3.)$$

*PN* – број предеоних елемената *i*  
*A* – површина истраживаног предела

$$[No/ha] \quad PD = \frac{PN_{ij}}{A} \quad (3.1.4.)$$

*PN* – број предеоних елемената *i*, класе *j*  
*i*=1...*m* – предеони елементи  
*j*=1...*n* – класе предеоних елемената  
*A* – површина истраживаног предела

2.1.3. Ослањајући се на теорију екосистема (Odum, Barrett, 1959) и биогеографску теорију острва (McArthur, Wilson, 1967), Forman и Godron (1986) закључују: постојање једног великог предеоног елемента обезбеђује већи квантитет и квалитет процеса у пределу од више мањих предеоних елемената. Franklin и Forman (1987) у практичним анализама потврђују претходну констатацију експлицитно повезујући PN и PD параметре са фрагментацијом структуре предела. Параметри PN и PD су посебно значајни на нивоу класе где представљају есенцијалан индикатор степена фрагментације матрице предела (McGarigal, Marks, 1995; Leitao et al., 2006).

## **2.2. Просечна површина предеоних елемената (AREA\_MN) и медијана површина предеоних елемената (AREA\_MD)**

2.2.1. Просечна површина предеоног елемента (AREA\_MN) представља аритметичку средину површина предеоних елемената одређене класе предела или целокупног истраживаног подручја. Овај параметар је у функцији броја предеоних елемената и укупне површине истраживаног подручја. Иако је дериват укупног броја предеоних елемената, AREA\_MN не осликава квантитет предеоних елемената. McGarigal и Marks (1995), сматрају да је AREA\_MN параметар метрике који самостално анализиран даје највредније информације о структури истраживаног предела. Како су предеони елементи основни градивни

елемент структуре предела, анализа њихове величине, односно, утицаја, дефинише природу и ефекте промена.

2.2.2. За потребе овог рада,  $AREA\_MN$  је изражен на нивоу класе (3.1.5.) и на нивоу предела (3.1.6.). На нивоу класе,  $AREA\_MN$  представља просечну величину (површину) предеоних елемената у оквиру одређене класе. На нивоу предела, његова вредност је ослобођена класификације и изражена је као средња вредност величина свих предеоних елемената.

$$[ha] \quad AREA\_MN = \frac{\sum_{j=1}^n a_i}{PN} \quad (3.1.5.)$$

$a_i$  – површина предеоног елемената  $i$

$i=1 \dots n$  – предеони елементи

$PN$  – број предеоних елемената

$$[ha] \quad AREA\_MN = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}}{PN_{ij}} \quad (3.1.6.)$$

$a_{ij}$  – површина предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$i=1 \dots n$  – предеони елементи

$j=1 \dots m$  – класе предеоних елемената

$PN_{ij}$  – број предеоних елемената  $i$ , класе  $j$

2.2.3. Вредност  $AREA\_MN$  је најбоље интерпретирати у комбинацији са укупном површином истраживаног подручја као и  $PD$  и  $AREA\_CV$ . На предеоном нивоу  $AREA\_MN$  и  $PD$  су у функцији броја предеоних елемената и укупне површине истраживаног подручја. За разлику од анализе на нивоу класе, неки аутори сматрају да је симултана анализа  $AREA\_MN$  и  $PD$  на предеоном нивоу неоснована, јер заправо осликавају исту карактеристику (McGarigal, Marks, 1995; McGarigal, 2013).

2.2.4. Leita et al., (2006) на основу примера из праксе констатују да је контраст између два предела најсврсисходније тумачити помоћу промена вредности  $AREA\_MN$  које се тичу аутохтоних елемената, односно на нивоу класе. Велики предеони елементи, који су природног порекла, поседују већу варијабилност хабитата од малих елемената, што имплицира израженији биодиверзитет врста (Dramstad et al., 1996). Поред овога, велики природни предеони елементи, захваљујући повољним хидролошким својствима (инфилтрационо-ретенциони капацитет земљишта, ефекат интерцепције), имају могућност да „задрже“

значајне количине падавинске воде, чиме превентивно штите простор од формирања брзог површинског отицаја и појаве деструктивних ерозионих процеса. Овакав еколошки супстрат одговара „врстама ентеријера“, која имају повећане захтеве према хабитатима слабо изражене динамичности (Leitao et al., 2006). На основу изнетог, овај параметар је у директној вези са степеном деградације планинских предела услед уноса туристичко-рекреативних елемената. Потенцијали предеоних елемената, у смислу контроле површинског отицаја, динамике кретања хранљивих материја и животног оквира за поједине врсте флоре и фауне (са антропогеног аспекта и као простора за рекреацију), су значајно редуковани са смањењем вредности AREA\_MN параметра.

2.2.5. Поред AREA\_MN, неки аутори сматрају да медијана површина предеоних елемената (AREA\_MD) такође даје значајне податке за анализу промене структуре предела (Hassett, 2008). AREA\_MD се описује као вредност члана који је позициониран у средини низа са укупним бројем предеоних елемената. Дистрибуција вредности површина предеоних елемената је у највећем броју случајева „померена удесно“, тако да је вредност AREA\_MD често мања од AREA\_MN. Параметар AREA\_MD се заправо може тумачити као вредност ослобођена утицаја екстремно великих предеоних елемената. С обзиром на то да је параметар AREA\_MD веома осетљив на постојање површински доминантних предеоних елемената, у овом раду ће бити коришћен изоловано као екстремни индикатор фрагментације матрице предела.

### **2.3. Стандардна девијација површине предеоних елемената (AREA\_SD) и коефицијент варијације површине предеоних елемената (AREA\_CV)**

2.3.1. Примена статистичких показатеља другог реда у еколошким анализама често даје сврсисходније резултате од показатеља првог реда. Статистика другог реда, као што је стандардна девијација површине предеоних елемената (AREA\_SD) и коефицијент варијације површине предеоних елемената (AREA\_CV), илуструје варијабилност површина предеоних елемената, што је кључни аспект хетерогености предела коју није могуће у потпуности сагледати употребом параметара AREA\_MN и AREA\_MD. Leitao et al. (2006) истичу да је квантификавање степена варијабилности важан аспект анализе хетерогености с

обзиром на то да параметри AREA\_MN и AREA\_MD „камуфлирају“ неједнакост дистрибуције предеоних елемената различитих површина, као и појаву екстремно великих предеоних елемената.

2.3.2. AREA\_SD представља меру апсолутне дисперзије површина предеоних елемената одређене класе (3.1.7.), или целокупног предела (3.1.8.). Овај параметар је у функцији AREA\_MN и степена различитости површина између предеоних елемената. AREA\_SD заправо дефинише степен просечног одступања површина предеоних елемената од AREA\_MN, па га је зато тешко тумачити изоловано од вредности AREA\_MN (McGarigal, 2013). Због овако изражене зависности ова два параметра, за анализу структуре предела се често користи AREA\_CV. AREA\_CV представља релативну дисперзију површина предеоних елемената у односу на AREA\_MN, на нивоу класе (3.1.9.) и на нивоу предела (3.1.10.). На основу тога, није потребно експлицитно користити AREA\_MN за интерпретацију параметра AREA\_CV. Међутим, вредности овог параметра имају највише смисла у комбинацији са PN и PD. McGarigal (2013) констатује да су AREA\_SD и AREA\_CV ипак само статистичке варијабле које „очекују“ равномерну дистрибуцију површина предеоних елемената око AREA\_MN, док у реалним условима владају неограничене комбинације хетерогености (Wu, 2013a).

$$[ha] \quad AREA_{SD} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left[ a_i - \left( \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{PN} \right) \right]^2}{PN}} \quad (3.1.7.)$$

$a_i$  – површина предеоног елемента  $i$

$i=1 \dots n$  – предеони елементи

$PN$  – број предеоних елемената

$$[ha] \quad AREA_{SD} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left[ a_{ij} - \left( \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}}{PN_{ij}} \right) \right]^2}{PN_{ij}}} \quad (3.1.8.)$$

$a_{ij}$  – површина предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$i=1 \dots n$  – предеони елементи

$j=1 \dots m$  – класе предеоних елемената

$PN_{ij}$  – број предеоних елемената  $i$ , класе  $j$

$$[\%] \quad AREA_{CV} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left[ a_i - \left( \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{PN} \right) \right]^2}{\frac{\sum_{j=1}^n a_i}{PN}}} \quad (3.1.9.)$$

$a_i$  – површина предеоног елемента  $i$

$i=1 \dots n$  – предеони елементи

$PN$  – број предеоних елемената

$$[\%] \quad AREA_{CV} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left[ a_{ij} - \left( \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}}{PN_{ij}} \right) \right]^2}{\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}}{PN_{ij}}}}} \quad (3.1.10.)$$

$a_{ij}$  – површина предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$i=1 \dots n$  – предеони елементи

$j=1 \dots m$  – класе предеоних елемената

$PN_{ij}$  – број предеоних елемената  $i$ , класе  $j$

### 3.0. Метрика диверзитета структуре предела

3.0.1. Диверзитет је, сам по себи, широк концепт који представља антропогенизовану перцепцију тешко мерљиве природне варијабилности. Последњих деценија (Hubbell, 2001), у ери повећане еколошке свести, изведене су бројне математичке релације које комбинују параметре квалитативне и квантитативне комплексности конститутивних елемената екосистема (Noss, 1990; Colwell, 2009). Према важећим научним ставовима, диверзитет је мера разноврсности (енг. richness) и равномерности (енг. evenness) различитих ентитета у оквиру већег система. Диверзитет може измерен у зависности од тога да ли је нагласак на разноврсности или равномерности.

3.0.2. Мерење и интерпретација диверзитета су већ дужи временски период интерес популационе екологије. Читав концепт диверзитета је заправо започео кроз разматрања о диверзитету на нивоу врста у одређеној заједници (биодиверзитет). Говорећи о диверзитету врста, Peet (1974) истиче два аспекта мерљивости: *разноликост*, тј. *разнообразност* (енг. richness), која представља број различитих врста у систему, и *равномерност* (енг. evenness), која представља степен учесталости (фреквенцију) различитих врста у систему.

Међутим, диверзитет може бити предмет анализе на различитим организационим нивоима. Диверзитет структуре предела представља меру просторне распрострањености и постојаности „интегритета“ екосистема (Forman, Godron, 1986). На основу овога, за потребе овог рада, диверзитет ће бити третиран као параметар који детерминише различитост предеоних елемената, односно њихове припадајуће класе, квантитативне и квалитативне заступљености као и просторне дистрибуције (Romme, 1982). Метрика диверзитета се примењује искључиво на предеоном нивоу (McGarigal, Marks, 1995).

3.0.3. Whittaker (1972) диверзитет класификује на следећи начин:

- *алфа* ( $\alpha$ ) – диверзитет који се односи на локални ниво, односно, на површине малих димензија (у предметном случају, у питању су иницијални подсливови најмање површине);
- *бета* ( $\beta$ ) – указује на диверзитет између два додирна система; обухвата веће површине од алфа диверзитета (у предметном случају се под овим подразумевају односи најмањих додирних подсливова);
- *гама* ( $\gamma$ ) – концептуално врло сличан алфа диверзитету али мери диверзитет на већим површинама које су састављене од већег броја мањих површина; алфа и бета диверзитет утичу на коначну вредност гама диверзитета (односи се на подсливова са највећом површином).

### 3.1. Разноликост предеоних елемената (PR)

3.1.1. Разноликост предеоних елемената (PR) представља број различитих класа предеоних елемената. Параметар изражава квантитативну бројност класа без утицаја њихове процентуалне заступљености у оквиру истраживаног подручја (3.1.11.). PR је иницијална дијагноза предеоног диверзитета. Израженост овог параметра има велики значај за биодиверзитет, као и за процесе у пределу (кретање енергије, материје и организама). Такође, велики број организама је упућен на једну класу предеоног елемента, тако да овај параметар често показује корелацију са диверзитетом врста, што је једна од предикција биогеографске теорије острва (McArthur, Wilson, 1967 према Heegaard et al., 2007).

$$[No] \qquad PR = m \qquad (3.1.11.)$$

$m$  – број типова предеоних елемената (класа) у оквиру истраживаног подручја



### 3.2. Shannon индекс диверзитета (SHDI) и Shannon индекс равномерности (SHEI)

3.2.1. Један од најкоришћенијих индекса је Shannon индекс диверзитета (SHDI) (3.1.12.). Овај индекс је примарно генерисан у склопу информационе теорије (дисциплина примењене математике) за потребе квантификације информација (Shannon, 1948). Говорећи о диверзитету информација, Shannon је употребио фразу *ентропија* (преузета из термодинамике), која представља тежњу система да пређе у стање веће неуређености, односно представља меру неуређености система (Shannon, 1948). Иако предеони еколози формално одбијају идеју да је структура предела резултат хаотичности (Wu, 2013а), поменути принцип се смислено ослонио на предеони концепт хетерогености.

3.2.2. Према McGarigal, Marks (1995), вредност SHDI представља количину „информација“ по предеоном елементу. Иако је *информација* апстрактни математички концепт који је тешко дефинисати, може се схватити као потенцијална запремина јединице система у структури предела. Генерално посматрано, SHDI је у функцији размере јер се на већим просторима може очекивати већи број предеоних класа, тако да неки аутори сматрају да упоређивање овог параметра код предела варијабилне површине може бити проблематично (Dušek, Popelková, 2012). Поред овога, вредност SHDI нема свој јасан домен и мора се увек посматрати изоловано (McGarigal, 2013). Из ових разлога, праћење промене параметра SHDI за потребе овог рада је вршено искључиво на истим подсливовима пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената.

$$[1] \quad SHDI = - \sum_{i=j}^m (P_j \cdot \log P_j) \quad (3.1.12.)$$

$P_j$  – процентуална заступљеност класе  $j$  предеоног елемента у оквиру истраживаног предела

$j=1 \dots m$  – класе предеоних елемената

3.2.3. Shannon индекс равномерности (SHEI) квантификује другачији аспект предеоне хетерогености. SHEI је мера просторне расподеле међу класама предеоних елемената (3.1.13.). За разлику од SHDI, који нема дефинисан опсег вредности, вредности SHEI се крећу између 0 и 1. С обзиром на то да је

именилац формуле максималан број класа предеоних елемената, SHEI параметар је ослобођен утицаја разноликости предеоних елемената.

$$[1] \quad SHEI = \frac{-\sum_{j=1}^m (P_j \cdot \log P_j)}{\ln m} \quad (3.1.13.)$$

$P_i$  – процентуална заступљеност класе  $i$  предеоног елемента у оквиру истраживаног предела

$j=1\dots m$  – класе предеоних елемената

#### 4.0. Метрика форме

4.0.1. Поред величине предеоних елемената, њихова форма заузима посебно место у систему везе *предеони образац ↔ процеси у пределу*. Бројне студије експлицитно доказују везу између форме предеоних елемената и кретања врста (Buechner, 1989), стабилности шумских фитоценоза (Hardt, Forman, 1989) и хидролошких услова у сливу (Wu, 2013b). Основни ефекат форме предеоних елемената се огледа у природи додирних површина, односно, у ивичном ефекту.

4.0.2. Форма је комплексан параметар морфологије предеоних елемената који се квантификује применом сложених процедура. Најједноставнији начин приказа форме одређеног предеоног елемента јесте преко односа обима и површине (енг. perimeter-area ratio). Основни проблем метрике овог типа је њена директна условљеност површином предеоног елемента. У покушају да отклони ову зависност, за потребе квантификације ивичног ефекта антропогено измењених хабитата, Patton (1975) предлаже другачији начин за изражавање форме, који је до данас у употреби. Касније назван индекс форме (енг. shape index – SHAPE), представља меру комплексности одређеног елемента у односу на минималну комплексност елемента исте површине. SHAPE и његови математички деривати, захваљујући независности од површине, представљају параметре који се често користе у компарацији структура предела.

#### 4.1. Просечан индекс форме предеоних елемената (MSI)

4.1.1. Основна SHAPE метрика је на нивоу предеоног елемента, док за остале организационе нивое (класе и предели) она представља одређену статистичку анализу SHAPE параметра заступљених предеоних елемената. На нивоу

предеоног елемента SHAPE је однос између обима предметног предеоног елемента и обима круга исте површине (3.1.14.). На нивоу класе, SHAPE се изражава као просечна вредност свих елемената исте класе (MSI) (3.1.15.). На предеоном нивоу, SHAPE се изражава као просечна вредност свих предеоних елемената истраживаног подручја (MSI) (3.1.16.).

$$[/] \quad SHAPE = \frac{p}{\min p} \quad (3.1.14.)$$

$p$  – дужина ивице предеоног елемента

$\min p$  – минимална дужина ивице предеоног елемента исте површине (круга)

$$[/] \quad MSI = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{p_i}{\min p_i}}{PN} \quad (3.1.15.)$$

$p_i$  – дужина ивице предеоног елемента  $i$

$\min p_i$  – минимална дужина ивице предеоног елемента исте површине (круга)

$i=1 \dots n$  – предеони елементи

$PN$  – број предеоних елемената

$$[/] \quad MSI = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{p_{ij}}{\min p_{ij}}}{PN} \quad (3.1.16.)$$

$p_{ij}$  – обим предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$\min p_{ij}$  – минимална дужина ивице предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$i=1 \dots n$  – предеони елементи

$j=1 \dots m$  – класе предеоних елемената

$PN_{ij}$  – број предеоних елемената  $i$ , класе  $j$

## 4.2. Просечна фрактална вредност предеоних елемената (MFD)

4.2.1. Поред индекса форме, у предеоној екологији комплексност форме се често изражава преко фракталне димензије предеоног елемента. Димензије елементарне (Еуклидове), геометрије нису увек у могућности да у потпуности одсликају комплексну форму структуре предела. Манделбровов концепт фракталне геометрије, у којој су фракталне димензије веће од тополошких, је врло брзо нашао примену у анализи природних система различитих размера (Mandelbrot, 1983). Према првим дефиницијама, фрактал је геометријски лик који се може рашчланити на мање делове, тако да је сваки од њих (приближно) умањена копија целине (Mandelbrot, 1983; Barnsley, 1988). Предложен метод за квантификацију „степенa фракталности“ је преко односа обима и површине у

ортогоналној пројекцији. Степен комплексности предеоног елемента је изражен преко његове фракталне димензије ( $F$ ) и обима ( $O$ ), који је у исто време и вредност предеоног елемента исте површине ( $P$ ). Према овој релацији  $O \approx \sqrt{PF}$ , односно  $\ln O \approx \frac{1}{2} \cdot F \cdot \ln P$ . У елементарној геометрији основних фигура (круга, квадрата...) вредности обима су  $O \approx \sqrt{P}$  – јер је  $F = 1$ . Како форма дводимензионалне фигуре, односно у овом случају предеоног елемента, постаје комплекснија, фрактална вредност тежи вредности 2. У ортогоналној пројекцији, фрактална димензија, дакле, увек представља вредност између 1 и 2 (нпр. фрактална вредност Кохове криве износи 1.26, обале Велике Британије 1.24, обале Норвешке 1.52). Елементи са вредношћу која тежи 1, имају геометријски „рудиментисаније“ форме које теже димензијама Еуклидове геометрије, док вредности које гравитирају вредности 2 имају израженију фракталну димензију. На нивоу предеоног елемента, фрактална вредност (FRACT) се изражава формулом (3.1.17.). На нивоу класе, фрактална вредност представља просечну вредност FRACT свих предеоних елемената исте класе (MPFD) (3.1.18.). На предеоном нивоу, MPFD се изражава као просечна вредност свих предеоних елемената истраживаног подручја (3.1.19.). За потребе овог рада, мање фракталне вредности ће представљати последицу антропогених активности, с обзиром на то да су унети туристичко-рекреативни елементи изразито линијске форме.

$$[/] \quad FRACT = \frac{2 \cdot \ln p}{\ln a} \quad (3.1.17.)$$

$p$  – дужина ивице предеоног елемента

$a$  – површина предеоног елемента

$$[/] \quad MPFD = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{2 \cdot \ln p_i}{\ln a_i} \right)}{PN} \quad (3.1.18.)$$

$p_i$  – дужина ивице предеоног елемента

$a_i$  – површина предеоног елемента

$i=1 \dots n$  – предеони елементи

$PN$  – број предеоних елемената

$$[/] \quad MPFD = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left( \frac{2 \cdot \ln p_{ij}}{\ln a_{ij}} \right)}{PN_{ij}} \quad (3.1.19.)$$

$p_{ij}$  – дужина ивице предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$a_{ij}$  – површина предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$i=1\dots n$  – предеони елементи

$j=1\dots m$  – класе предеоних елемената

$PN_{ij}$  – број предеоних елемената  $i$ , класе  $j$

### **4.3. Параметри форме пондерисани површином предеоног елемента – просечан индекс форме пондерисан површином предеоног елемента (AWMSI) и просечна фрактална вредност пондерисана површином предеоног елемента (AWFD)**

4.3.1. Метрика која је базирана на просечним карактеристикама (аритметичка средина) израчунава централну тенденцију одговарајућег параметра у оквиру предела. Односно, сваки предеони елемент, без обзира на његову величину и заступљеност, има подједнак утицај на средњу вредност одређеног параметра (енг. *patch-centric approach*). Многи аутори сматрају да је оваква форма осредњавања неодговарајући метод за анализу структуре, јер ублажава степен хетерогености предела (McGarigal, McComb, 1995; Moser et al., 2002; McGarigal et al., 2002; Leitao et al., 2006; McGarigal, 2013). Сходно томе, у анализама структуре предела заступљена је примена метрике пондерисане површином предеоног елемента (енг. *area-weighted metric*). Применом оваквог модела, одређени параметар структуре предела је пондерисан вредношћу његове површине, чиме крајњи резултат добија нову вредност, која је условљена степеном доминације предеоног елемента у оквиру целокупног истраживаног предела (енг. *landscape-centric approach*). С обзиром на то да је циљ овог рада праћење и анализа промена на предеоном нивоу, примена овакве метрике је сврсисходна.

4.3.2. Просечан индекс форме пондерисан површином предеоног елемента (AWMSI) је користан параметар који одсликава метрику форме, у зависности од површине анализираних елемената (3.1.20.). Дакле, форма великих предеоних елемената је пондерисана површином, тако да је финална вредност AWMSI знатно израженија код већих предеоних елемената, у односу на вредност малих предеоних елемената. Основна сврха овакве метрике је да укаже на степен еколошке доминантности великих предеоних елемената (McGarigal, Marks,

1995). Према Leitao et al. (2006), параметар AWMSI је посебно значајан у пределима код којих је матрица предела лако уочљива.

$$[1] \quad AWMSI = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left[ \left( \frac{p_{ij}}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot a_{ij}}} \right) \cdot \left( \frac{a_{ij}}{A} \right) \right] \quad (3.1.20.)$$

$p_{ij}$  – дужина ивице предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$a_{ij}$  – површина предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$i=1 \dots n$  – предеони елементи

$j=1 \dots m$  – класе предеоних елемената

$A$  – укупна површина истраживаног подручја

4.3.3. Просечна фрактална вредност пондерисана површином предеоног елемента (AWFD) има исто тумачење и примену као и AWMSI (3.1.21.).

$$[1] \quad AWFD = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left[ \left( \frac{2 \cdot \ln p_{ij}}{\ln a_{ij}} \right) \cdot \left( \frac{a_{ij}}{A} \right) \right] \quad (3.1.21.)$$

$p_{ij}$  – дужина ивице предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$a_{ij}$  – површина предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$i=1 \dots m$  – предеони елементи

$j=1 \dots n$  – класе предеоних елемената

$A$  – укупна површина истраживаног подручја

## 5.0. Метрика ивица

5.0.1. Дужина ивице предеоног елемента је важан параметар који условљава различите еколошке феномене (Lindenmayer, Fischer, 2006; McGarigal, 2013). У истраживањима везаним за промену структуре предела услед фрагментације, посебно се наглашава промена дужина и карактеристика ивица, с обзиром на то да су бројна истраживања потврдила њихову експлицитну везу с примарним и секундарним променама у стабилности предела (Frankin, Forman, 1987; Hargis et al. 1998; Harper et al., 2005).

5.0.2. Параметар ивица је посебно значајан у анализама промењене структуре, након уноса линијских елемента у природне системе (Forman, Godron, 1981). Степен интеракције између два предеона елемента пропорционалан је њиховој додирној површини, односно ивици коју деле (Forman, Godron, 1986; Saunders et al. 1991). Сходно томе, примена овог параметра квантификује однос нових

елемената из домена туристичко-рекреативних функција са постојећом структуром предела.

### 5.1. Укупна дужина ивица предеоних елемената (TE)

5.1.1. Укупна дужина ивица предеоних елемената (TE) представља апсолутну меру обима предеоних елемената на нивоу класе или предела. Вредности параметара које се односе на ивице предеоних елемената су осетљиве на резолуцију (деталност) базе података. На основу овога, препоручено је да се параметар TE употребљава за пределе који поседују информације истог степена детаљности, односно, димензије пиксела (Hargis et al., 1998). Поред тога, компарација две вредности овог параметра има смисла само за пределе исте површине, с обзиром на то да вредност TE расте са повећањем површине.

5.1.2. Вредност TE на нивоу класе представља укупну дужину ивица одређене класе предела (3.1.22.), а на нивоу предела је једнака укупној дужини свих ивица у пределу (3.1.23.).

$$[km] \quad TE = \sum_{i=1}^n p_i \quad (3.1.22.)$$

$p_i$  – дужина ивице предеоног елемента

$i=1 \dots n$  – предеони елементи

$$[km] \quad TE = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij} \quad (3.1.23.)$$

$p_{ij}$  – дужина ивице предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$i=1 \dots m$  – предеони елементи

$j=1 \dots n$  – класе предеоних елемената

### 5.2. Просторна компактност ивица предеоних елемената (ED)

5.2.1. Просторна компактност ивица предеоних елемената (ED) генерализује вредности TE по јединици површине истраживаног предела (3.1.24., 3.1.25.) (McGarigal, Marks, 1995). Велики предеони елементи носе мање вредности ED од фрагментисаних и изолованих предеоних елемената, који су у највећем броју случајева последица антропогених активности (Hargis et al., 1998). Поред овога, природа антропогених промена је таква да су новонастали елементи позиционирани на малим растојањима, чиме се експлицитно повећава ED.

$$[m/ha] \quad ED = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{\sum_{i=1}^n a_i} \quad (3.1.24.)$$

$p_i$  – дужина ивице предеоног елемента

$a$  – површина предеоног елемента

$i=1 \dots n$  – предеони елементи

$$[m/ha] \quad ED = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}} \quad (3.1.25.)$$

$p_{ij}$  – дужина ивице предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$a_{ij}$  – површина предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$i=1 \dots m$  – предеони елементи

$j=1 \dots n$  – класе предеоних елемената

### 5.3. Просечна дужина ивица предеоних елемената (MPE)

Као и TE, MPE је параметар који се може применити искључиво на пределе за које су обезбеђене информације истог степена детаљности, односно, димензије пиксела (3.1.26.) (Hargis et al., 1998).

$$[m] \quad MPE = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij}}{PN} \quad (3.1.26.)$$

$p_{ij}$  – дужина ивице предеоног елемената  $i$ , класе  $j$

$i=1 \dots m$  – предеони елементи

$j=1 \dots n$  – класе предеоних елемената

$PN$  – број предеоних елемената



## **III-2. Анализа деградације предела**

Као што је напоменуто, деградација предела је процес при коме долази до поремећаја зависних веза између градивних биофизичких компоненти предела, што директно утиче на његову стабилност. За потребе овог рада, деградација предела ће представљати материјалне процесе који су директно условљени променом структуре предела, под утицајем туристичко-рекреативних елемената, кроз квантитативне промене укупне продукције ерозионог материјала и модификације процеса површинског отицаја.

### **1.0. Модели за квантификацију деградације предела**

1.1. Од седамдесетих година XX века до данас, развијени су бројни модели и релације који имају за задатак да опишу, процене и предвиде деградацију земљишног простора (Dendy, Bolton, 1976; Wischmeier, Smith, 1978; Knisel, 1980; Young et al., 1989; Arnold et al., 1998; Morgan et al., 1998; Morgan, 2001; Kirkby et al., 2008). Бројност и различитост модела произилази, пре свега, из разлика у приступу проблематици деградације, на основу чега су и сами модели подељени у три оквирне групе: топографски, концептуални и емпиријски модели (Vente de, Poesen, 2005). Комплексност деградационих процеса условљава да се сви модели фокусирају на одређени узрок, тип или локацију деградације, односно, инсистира се на анализи основних квалитативних и квантитативних својстава одређеног процеса деградације. Готово сви модели показују регионалну условљеност, тако да није могућа њихова универзална примена. Основна ограничења свих модела су условљена израженом хетерогеношћу предела и топографском комплексношћу, а у неуређеним друштвеним системима и недостатком расположивих или ваљаних база података (Jakeman et al., 1999; Wasson, 2002). Наиме, сваки модел јесте резултат истраживања на детерминисаним експерименталним површинама, са специфичним природним карактеристикама, што значи да је потребна калибрација (подешавање) модела за примену у условима који се разликују од оних из којих је модел изведен.

1.2. Модели за анализу деградације као улазне параметре користе релативно сличне тематске подлоге: геолошке и педолошке карте, параметре рељефа (нагиб, експозиција), климатске и хидролошке параметре (падавине,

температура, отицај), стање вегетационог покривача и начина коришћења површина (Kostadinov, 2008). Проблем који се јавља овом приликом јесте степен тачности процене утицаја наведених фактора на одређени сегмент или целокупан процес деградације. Поред тога, наведени фактори поседују широку скалу просторне варијабилности, као и недовољно изучен степен међусобне зависности (Sivapalan, 2003; Wagener et al., 2013).

1.3. Модели за анализу деградације поседују одређени степен неизвесности, који је последица недовољно прецизне квантификације степена утицаја појединих фактора. Неизвесност је у корелацији с просторном, информационом и менталном дистанцом од конкретног истраживаног локалитета. Renschler и Harbor (2002) констатују да је једини начин формирања прецизног модела ерозије земљишта његова калибрација помоћу измерених параметара деградације: у њиховом случају регистрованих количина еродираниог земљишта са експерименталних парцела. До сличног закључка су дошли Perrin et al. (2001), демонстрирајући примену комплексних, некалибрисаних и једноставних, калибрисаних хидролошких модела на великом броју сливова (429). De Vente и Poesen (2005) износе став да је употребом ГИС-а формиран виртуелан однос према деградацији, који пружа илузију брзог разумевања механизма и последица деградације. На основу изнетог, закључено је да правилна примена модела захтева калибрацију у складу с емпиријским (искуственим) и измереним вредностима. Наравно, овако измењен модел не добија атрибут *универзалног* већ *репрезентативног* за дате услове средине.

## **2.0. Метод потенцијала ерозије (метод професора Гавриловића)**

2.0.1. За потребе овога рада, анализа деградације предела је обављена применом *метода потенцијала ерозије*, колоквијално назване *метод професора Гавриловића* (Gavrilović, 1972). У оригиналној формулацији, Гавриловићев метод је аналитичко-квантитативна емпиријска метода за процену ерозионе продукције и проноса наноса у сливу. Иако је метода развијена шездесетих година XX века за територију СФРЈ, њен концепт, као и примењен логички алгоритам, су нашли широку примену у савременим научним истраживањима (Emmanouloudis, Filippidis, 1999; Globevnik et al., 2003; Emmanouloudis et al., 2003; Fanetti, Vezzoli,

2007; Zorn et al., 2007; Staut, Mikoš, 2008; Solaimani et al., 2009; Tazioli, 2009; Zorn, Komac, 2009; Zorn, 2009a; Zorn, 2009b; Mazza et al., 2011; Zorn, Komac, 2011; Deilami et al., 2012; Тошић, Драгићевић, 2012).

2.0.2. Гавриловићев метод је развијен на основу теренских истраживања на експерименталним површинама на сливовима Јужне, Западне и Велике Мораве, Ибра, Тимока и Вардара. Такође, одговарајућа лабораторијска истраживања су обављена у лабораторији за бујице и ерозију Одсека за ерозију и мелиорације Шумарског факултета Универзитета у Београду и у лабораторији Института за водопривреду „Јарослав Черни“ у Београду (Gavrilović, 1972). Као основни резултат ових истраживања генерисана је формула (3.2.1.) и таблице помоћу којих се утврђују, односно, исказују одређени фактори.

$$Z = Y \cdot X \cdot a \cdot (\varphi + \sqrt{I_{sr}}) \quad (3.2.1.)$$

$Z$  – коефицијент ерозије

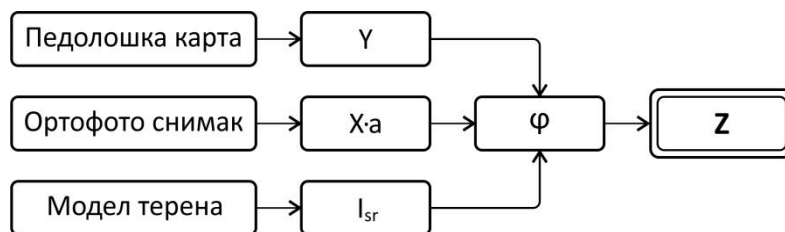
$Y$  – реципрочна вредност коефицијента отпора земљишта на ерозију

$X \cdot a$  – коефицијент уређења слива

$\varphi$  – бројни еквивалент видљивих и јасно изражених процеса ерозије

$I_{sr}$  – средњи нагиб на сливу

2.0.3. Сама логика Гавриловићевог приступа заснована је на формирању релативно хомогених просторних јединица на сливу, за које се одређује коефицијент ерозије. Сумарно, коефицијент ерозије слива представља пондерисану аритметичку средину издвојених јединица. Овакав приступ одговара логици ГИС-а, у којој је основна градивна јединица дводимензионалног простора пиксел, чему у Гавриловићевом приступу одговара примарни испитивани ентитет (Mitasova et al., 2013). На основу овог односа, Гавриловићев алгоритам се може применити на елементарну површину (пиксел), као и на скуп пиксела, односно, растер (Globevnik et al., 2003; Emmanouloudis et al., 2003; Mitasova et al., 2013). На тај начин, формира се одговарајућа база података, односно, карта у дигиталној форми која је носилац информација како на нивоу пиксела тако и на нивоу растера. Дакле, одређене „теме“ у растерском формату представљају чиниоце формуле за прорачун коефицијента ерозије  $Z$  (3.2.1.), који преко растерске алгебре експлицитно утичу на просторну расподелу  $Z$  (Слика 3.2.1.).



Слика 3.2.1. Алгоритам израчунавања коефицијента ерозије (модификовано према Тошић, Драгићевић, 2012)

### 2.1. Коефицијент отпора земљишта на ерозију ( $Y$ )

Коефицијент  $Y$  представља реципрочну вредност отпора површинског слоја земљишта на ерозију. Зависи од својстава геолошке подлоге и типова земљишта. Вредности  $Y$  се односе на отпорност земљишних твораина и стена на деловање „бомбардовања земљишта кишним капима“, као и на отпорност земљишта на одношење честица услед деловања површинског отицаја (Gavrilović, 1972; Kostadinov, 2008).<sup>14</sup>

### 2.2. Коефицијент уређења слива ( $X \cdot a$ )

Коефицијент уређења слива се односи на степен „заштићености“ земљишта од утицаја атмосферских чинилаца и ерозије. Вредност коефицијента  $X \cdot a$  изражава степен уређености у условима пре и после примене противерозионих мера, у контексту првобитне и измењене структуре површина (Gavrilović, 1972; Kostadinov, 2008). „ $X$ “ и „ $a$ “ су заправо два фактора, чији се производ креће од 0.01, за земљиште које је апсолутно заштићено од егзогених утицаја, до 1, за земљиште које је огољено и подложно деградацији.

### 2.3. Коефицијент видљивих и јасно изражених ерозионих процеса ( $\varphi$ )

Коефицијент  $\varphi$  представља нумерички израз видљивих и јасно изражених процеса ерозије у сливу (Gavrilović, 1972; Kostadinov, 2008).

<sup>14</sup> Поједини аутори користе искључиво геолошке карте за потребе детерминисања параметра  $Y$  (Solaimani et al., 2009). Аутор методе *Потенцијала ерозије*, Гавриловић, инсистирао је на детерминисању утицаја како педолошких тако и геолошких твораина на вредност коефицијента  $Y$ , што је и примењено у овом раду.

## 2.4. Средњи нагиб терена на сливу ( $I_{sr}$ )

Тополошке карактеристике слива у методу Гавриловића су заступљене у форми средњег нагиба терена ( $I_{sr}$ ). Према оригиналној методологији,  $I_{sr}$  је представљен пондерисаном аритметичком средином елементарних површина између две изохипсе (Gavrilović, 1972).

## 3.0. Укупна ерозиона продукција према Методу потенцијала ерозије

На основу вишегодишњих истраживања на сливовима Јужне, Западне и Велике Мораве, Ибра, Тимока и Вардара, и каснијом обрадом резултата мерења, Гавриловић је креирао образац за прорачунавање укупне продукције ерозионог материјала на сливу (3.2.2.). С обзиром на то да је продукција ерозионог материјала сразмерна интензитету ерозионих процеса на сливу, израз обухвата и коефицијент ерозије  $Z$ .

$$[m^3/god] \quad W_{god} = T \cdot H_{god} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot A \quad (3.2.2.)$$

$W_{god}$  – укупна продукција ерозионог материјала на сливу

$T$  – температурни коефицијент подручја

$H_{god}$  – средња годишња количина падавина [mm]

$\pi$  – Лудолфов број (Архимедова константа) – 3.14159

$Z$  – коефицијент ерозије

$A$  – површина сливног подручја [km<sup>2</sup>]

## 4.0. Средња годишња запремина наноса према Методи потенцијала ерозије

( $G_{god}$ )

Укупна продукција ерозионог материјала изражава „деструктивни“ потенцијал слива, у корелацији са репрезентативном вредношћу коефицијента ерозије  $Z$ . Међутим, морфолошка сложеност слива, посебно његових падина, представља лимитирајући фактор за транспорт произведеног ерозионог материјала, са хипсометријски виших на ниже делове слива. Поред тога, транспорт материјала се одвија у одређеном временском интервалу који је дужи уколико се на падинама јављају различите „препреке“ (вегетација, природне депресије). Из поменутих разлога, формиран је израз који изражава степен ретенције (задржавања) ерозионог материјала.

#### 4.1. Коэффициент ретенције ерозионог материјала ( $R_u$ )

Коэффициент ретенције представља израз за редукцију укупне годишње продукције ерозионог материјала, односно, дефинише количину материјала (наноса) која доспева до хидрографске мреже (од места настанка до референтног профила). Смањивање укупне количине ерозионог материјала, од вододелнице ка хидрографској мрежи, је природни процес условљен физичко-географским карактеристикама слива (3.2.3).

$$R_u = \frac{(O \cdot D)^{0.5}}{0.25 \cdot (L + 10)} \quad (3.2.3.)$$

$R_u$  – коэффициент ретенције наноса на сливном подручју

$O$  – обим слива [km]

$L$  – дужина слива по главном току [km]

$D$  – средња висинска разлика слива [km]

#### 4.2. Средња годишња запремина укупних количина вученог и суспендованог наноса

4.2.1. Вредност коефицијента ретенције ерозионог материјала  $R_u$  је  $<1$ , тако да се множењем његове вредности са укупном годишњом продукцијом ерозионог материјала добија редукована запремина, која се може очекивати на референтном профилу (3.2.4.).

$$[m^3/god] \quad G_{god} = T \cdot H_{god} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot A \cdot R_u \quad (3.2.4.)$$

$G_{god}$  – средња годишња запремина укупних количина вученог и суспендованог наноса

$T$  – температурни коефицијент подручја

$H_{god}$  – средња годишња количина падавина [mm]

$\pi$  – Лудолфов број (Архимедова константа) [3.14159]

$Z$  – коэффициент ерозије

$A$  – површина сливног подручја [km<sup>2</sup>]

$R_u$  – коэффициент ретенције наноса на сливном подручју

4.2.2. Средња годишња запремина наноса се може изразити и као специфична вредност (по километру квадратном истраживаног подручја) (3.2.5.).

$$[m^3/km^2/god] \quad G_{god/sp} = T \cdot H_{god} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot R_u \quad (3.2.5.)$$

$G_{god/sp}$  – специфична средња годишња запремина укупних количина вученог и суспендованог наноса

## 5.0. Модификација процеса отицаја

5.0.1. За потребе овог рада, анализа модификације процеса отицаја је обављена компарацијом максималних протицаја у условима пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената. Прорачун максималног протицаја ( $Q_{max}$ ) је обављен применом теорије синтетичког јединичног троугаоног хидрограма и SCS (Soil Conservation Service) методологије за раздвајање ефективних од укупних падавина (SCS, 1979; Chang, 2003), уз коришћење регионалних зависности за време кашњења (Ристић, 2003), унутардневну расподелу падавина (Јанковић, 1994) и хидролошку класификацију типова земљишта (Ђоровић, 1984). Прорачун је обављен за услове надпросечне влажности земљишта AMC III (енг. Antecedent Moisture Conditions III) и значајно редукованог инфилтрационо-ретенционог капацитета.

5.0.2. Прорачун великих вода на истраживаним подручјима обављен је применом комбинованог поступка који обухвата:

- SCS поступак за раздвајање ефективних падавина  $P_e$  (формирају директан отицај) од укупних (брutto падавина  $P_{br}$ );
- теорију синтетичког јединичног хидрограма за детерминисање вршне ординате јединичног отицаја  $q_{max}$ .

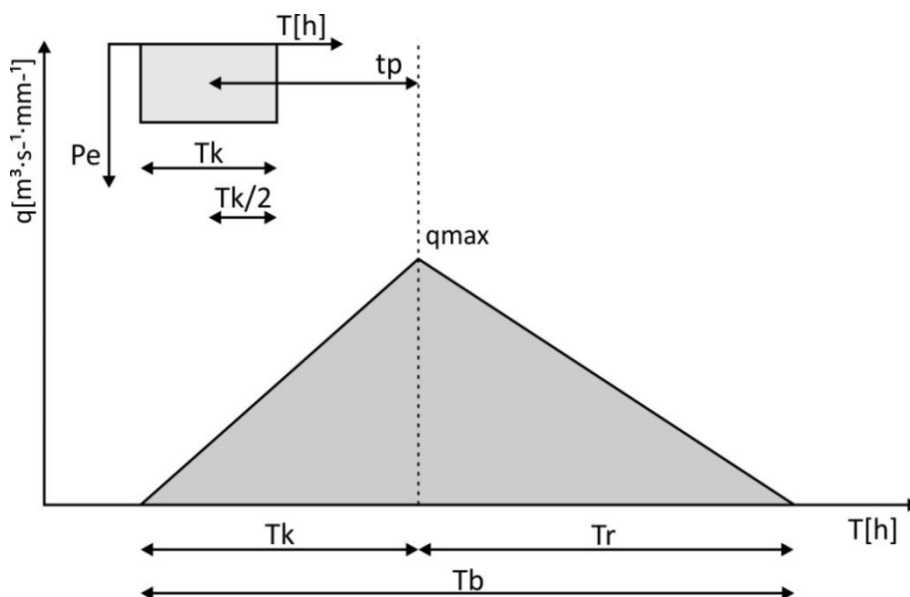
5.0.3. Применом комбинованог поступка, максималан протицај одређене вероватноће појаве  $Q_{max(\%)}$  добија се као:

$$[m^3 \cdot s^{-1}] \quad Q_{max(\%)} = q_{max} \cdot P_e(\%) \quad (3.2.6.)$$

5.0.4. Читав поступак прорачуна је спроведен коришћењем програма „SCS“ (аутор: Драган Малошевић, 1995.).

## 5.1. Синтетички јединични троугаони хидрограм

5.1.1. Синтетички јединични троугаони хидрограм је заснован на Нешовом моделу апроксимације отицаја са слива (Nash, 1959; Ристић, Малошевић, 2011). На слици 3.2.2. су приказани основни елементи синтетичког јединичног троугаоног хидрограма.



Слика 3.2.2. Синтетички јединични троугаони хидрограм

5.1.2. Време кашњења ( $t_p$ ) представља интервал од центра хијетограма ефективне кише до врха хидрограма поплавног таласа. Параметар  $t_p$  се израчунава помоћу релације која је резултат истраживања обављених на репрезентативним локацијама на подручју Србије, јужно од Саве и Дунава (3.2.7.) (Ристић, 2000).

$$[h] \quad t_p = 0.751 \cdot \frac{(L \cdot L_C)^{0.336}}{\sqrt{I_u}} \quad (3.2.7.)$$

$t_p$  – време од тежишта хијетограма ефективне кише до тренутка појаве вршне ординате синтетичког јединичног хидрограма (време кашњења)

$L$  – дужина слива по главном току (од тачке на вододелници до излазног профила)

$L_C$  – одстојање од излазног профила, мерено по главном току, до тачке у кориту која је најближа тежишту слива

$I_u$  – уравни пад главног тока

5.1.3. У односу на елементе синтетичког јединичног хидрограма, добија се време пораста ( $T_p$ ) (3.2.8.) и опадања гране хидрограма ( $T_r$ ) (3.2.9.).

$$[h] \quad T_p = \frac{T_K}{2} + t_p \quad (3.2.8.)$$

$T_k$  – трајање ефективне кише [h]

$T_p$  – време пораста хидрограма

$$[h] \quad T_r = k \cdot T_p \quad (3.2.9.)$$

$T_r$  – време опадања хидрограма

$k$  – коефицијент облика хидрограма



## 5.2. Рачунска киша

Максимални протицаји на мањим сливним површинама ( $A < 1000 \text{ km}^2$ ) су последица киша чије је трајање краће од 24h. Због тога је потребно максималну дневну кишу одређене вероватноће појаве  $H_{(24h,P)}$  свести на меродавну кишу  $H_{(T,P)}$ , односно, количину падавина која доводи до појаве максималног протицаја. То се постиже коришћењем модела који је изведен за територију Србије, а употребљив је и за североисточне, источне и југоисточне делове Црне Горе (3.2.10.) (Јанковић, 1994.):

$$[\text{mm}] \quad H_{(T,P)} = \frac{a \cdot T}{1440} \cdot \left( \frac{1440 \cdot A + 1}{A \cdot T + 1} \right)^B \cdot H_{(24h,P)} \quad (3.2.10.)$$

$H_{(T,P)}$  – меродавна киша трајања (T), вероватноће појаве (P)

$a \approx 1.0$  (константа)

$A = 0.3$  (константа)

$B = 0.81$

T – трајање кише [min]

$H_{(24h,P)}$  – максимална дневна киша одређене вероватноће појаве [mm]

## 5.3. Број криве отицаја CN (runoff curve number)

5.3.1. У зависности од хидролошке класе земљишта (A, B, C, D), која се одређује на основу минималног износа инфилтрације за један час (Табела 3.2.1.), начина коришћења земљишта и хидролошких услова (слаби, средњи, добри) на појединим површинама, се одређује одређена меродавна вредност броја криве отицаја CN (runoff curve number).

Табела 3.2.1. Хидролошке класе земљишта према SCS критеријуму (SCS, 1979)

Хидролошка класа	Минималан износ инфилтрације [mm·h <sup>-1</sup> ]
A	7.62 - 11.4
B	3.81 - 7.61
C	1.27 - 3.80
D	0.0 - 1.26

5.3.2. Заступљеност појединих површина  $a$  [km<sup>2</sup>] се множи са одговарајућим бројем криве отицаја C N, тако да је средња вредност  $CN_{sr}$  (репрезентативна за цео слив) добијена пондерисањем (3.2.11.).

$$[\text{mm}] \quad CN_{sr} = \frac{a_1 \cdot CN_1 + a_2 \cdot CN_2 + [\dots] + a_n \cdot CN_n}{\sum_{i=1}^n a} \quad (3.2.11.)$$

#### 5.4. Ефективне падавине ( $P_e$ )

Метод је заснован на поступку трансформације укупне (брото) кише ( $P_{br}$ ) у ефективну (нето) кишу ( $P_e$ ), односно, детерминисању дела падавина који формира директан отицај  $Q$ . Метод је развијен педесетих година XX века на одељењу за хидрологију службе Soil Conservation Service (SCS) у САД. Ефективна киша, за било које трајање, може се добити на основу једначина (3.2.12., 3.2.13.).

$$[\text{mm}] \quad d = 25.4 \cdot \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad 3.2.12.$$

$CN$  – број криве отицаја

$$[\text{mm}] \quad P_e = \frac{(P_{br} - 0.2 \cdot d)^2}{P + 0.8 \cdot d} \quad 3.2.13.$$

$d$  – дефицит влаге у земљишту (потенцијално могућа инфилтрација)

$P_{br}$  – укупна (брото) киша

#### 5.5. Меравна велика вода ( $Q_{\max(\%)}$ )

5.5.1. Описаним поступком прорачуна дефинише се максималан протицај за повратне периоде од  $T_r=200, 100,$  и  $50$  година (вероватноћа појаве  $p=0.5\%, 1\%,$  и  $2\%$ ), за надпросечне услове влажности тла. Надпросечни услови влажности се јављају у условима високе или потпуне сатурације земљишта водом, што значи да је инфилтрационо-ретенциони капацитет сведен на минимум. Такви услови се јављају уколико у периоду пре појаве екстремне кише земљиште прими већу количину падавина, или приликом истовременог отапања снега и појаве интензивних падавина.

5.5.2. Трансформација троугаоног синтетичког јединичног хидрограма у реалан криволинијски хидрограм изведена је на основу SCS бездимензионалног јединичног хидрограма, коришћењем програма „Талас“ (аутор Драган Малошевић, 1997).

## IV. МАТЕРИЈАЛ ИСТРАЖИВАЊА

### IV-1. Материјалне основе за примену усвојених методолошких приступа

#### 1.0. Општа разматрања

1.1. Просторни ентитети, као градивни елементи предела, успостављају однос међусобне зависности са егзистенцијално-функционалног аспекта (Steiner, 2008). Како се већина еколошких анализа заснива на уочавању овог феномена, након утврђивања сврсисходног организационог нивоа анализе (ћелија, предеони елемент, класе предеоних елемената, интегрални предео), неопходно је идентификовати просторни обухват анализе, као и информационе „границе“ анализе (резолуција растерске базе података). Компаративна анализа између различитих биофизичких елемената и процеса у пределу заснива се на следећим предусловима:

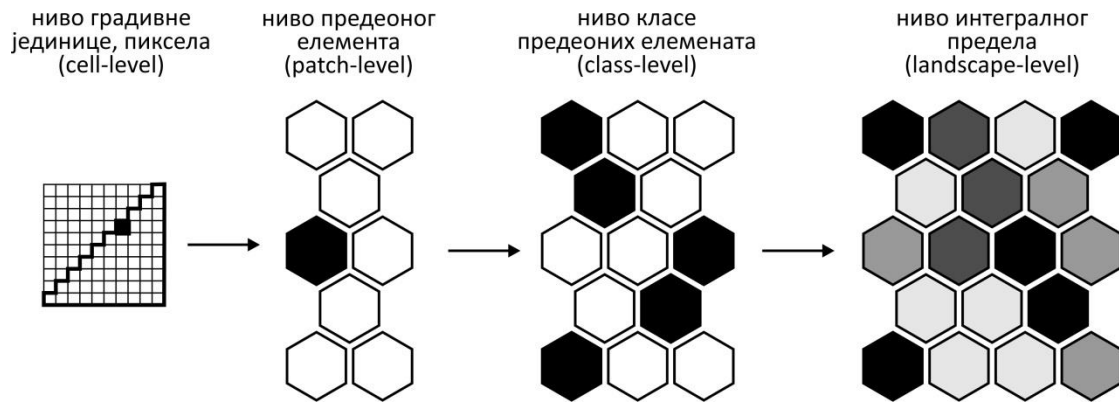
- оптимално одређеном организационом нивоу који је репрезентативан за истраживано подручје;
- дефинисаним еколошким границама истраживаног подручја и одговарајућем квалитету информација.

1.2. Последњих деценија препозната је централна улога *размере* као просторног и информационог „оквира“ који усмерава и обликује анализе структуре и процеса предела (Forman, Godron, 1986; O'Neil et al., 1997; Levin, 2000; Turner et al., 2001; Franklin, 2005). Према Левину (Levin, 1992), не постоји јединствена размера у којој еколошке проблеме треба анализирати, јер природни системи поседују карактеристике које знатно варирају на просторним, временским и организационим нивоима. На основу наведеног, посебан проблем приликом рада на овој тези је био избор просторног обухвата и нивоа детаљности који ће задовољити полазну хипотезу о утицају туристичко-рекреативних елемената на предео, на различитим размерама и организационим нивоима.

## 2.0. Организациони нивои усвојених методолошких поступака

2.1. Према Leitao et al. (2006) и McGarigal (2013), предео и његови елементи могу бити анализирани на четири организациона нивоа, у зависности од циља истраживања (Слика 4.1.1.):

- нивоу основне градивне јединице простора, односно, ћелије пиксела (енг. cell-level);
- нивоу предеоног елемента, односно, парчади (енг. patch-level);
- нивоу класа предела, односно, хомогеног типа предеоних елемената (енг. class-level);
- нивоу интегралног, односно, целокупног, целовитог предела (енг. landscape-level).



Слика 4.1.1. Организациони нивои анализе структуре предела

2.1.1. Ниво *пиксела* је примењив за растерске (грид) податке, где је ниво детаљности у корелацији с резолуцијом, односно, размером базе података. Овај вид анализе је примењив за мале површине на којима се прати „понашање“ одређеног биотичког или абиотичког комплекса. Сходно томе, није погодан за шире просторне обухвате, тако да се не користи за анализе у предеоној екологији.

2.1.2. Други ниво организације је на основу *предеоног елемента*, као најмање, релативно хомогене просторне јединице која се разликује од свог окружења (Forman, Godron, 1986). У векторској бази података, предеони елемент је полигон који представља најмању издвојену хомогену просторну јединицу. За потребе овог рада, просторно најмања хомогена јединица која је векторизована (издвојена) има величину од 100m<sup>2</sup> (Mugisha, Huising, 2002). У растерској бази

података, најмањи предеони елемент је представљен пикселом. За потребе овог рада, димензија пиксела растерске базе података је 20x20m (400m<sup>2</sup>) (избор димензије пиксела је објашњен у овом поглављу, под насловом 3.2. Резолуција истраживаних подручја). С обзиром на то да векторска база омогућава издвајање мањих предеоних елемената од растерске, њена изражена осетљивост утиче на другачију промену параметара метрике предела. Параметри композиције и конфигурације, на нивоу предеоног елемента, се користе за еколошке анализе у којима је основна тема истраживања одређени хабитат (или биотоп), што представља често коришћену метрику у конзервационој биологији. За потребе овог рада, метрика на нивоу предеоног елемента није експлицитно коришћена. Одређене просторне карактеристике предеоних елемената су предмет статистичке обраде унутар виших организационих нивоа.

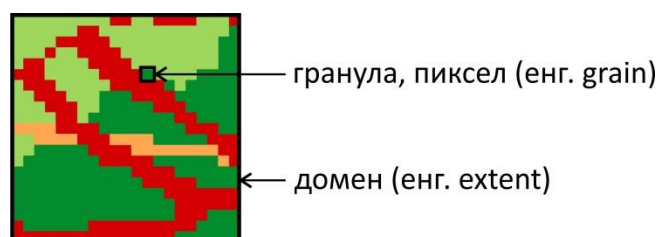
2.1.3. Група предеоних елемената истог порекла (намена површина) представља организациони ниво *класе*. У векторској бази података, класа предеоних елемената је група полигона који су типолошки хомогено дефинисани, односно, поседују заједнички именитељ у форми одређеног атрибута (иста намена површина, на пример шума или ливада). У растерској бази података, класа је одређена бројчаном ознаком пиксела (на пример, 1 означава шуме, 2 ливаде, итд.). Метрика класа предеоних елемената представља дериват статистичке анализе метрике одређених типова предеоних елемената. Промена просторних карактеристика одређених класа предеоних елемената, представља основни индикатор фрагментације предела. Претходна тврдња се посебно односи на класу предеоних елемената који представљају матрицу предела, јер се њене промене односе на квантитативна и квалитативна својства процеса у пределу. За потребе овог рада, издвојене су *шуме, ливаде, голети и путеви*, као класе предеоних елемената, за стање пре уноса туристичко-рекреативних елемената. За стање након уноса нових елемената, класе предеоних елемената су *шуме, ливаде, природне голети, путеви, ски-стазе, антропогене голети и водене површине* (Ristić et al., 2012).

2.1.4. Сумарна анализа свих предеоних елемената, без обзира на њихову типолошку припадност, припада метрици *интегралног предела*. У векторској бази података, предео представља потпуни „збир“ елементарних полигона, без

обзира на разноликост њихових типолошких атрибута. У растерској бази података, ниво интегралног предела је представљен целовитим растером, који обухвата све пикселе, без обзира на бројчану ознаку пиксела. Метрика на предеоном нивоу квантификује карактеристике интегралне структуре предела. Општи параметри композиције и конфигурације структуре предела се могу квантификовати управо на овом организационом нивоу. Већина параметара метрике на нивоу интегралног предела се може сматрати показатељем хетерогености структуре предела. Као и код класа, метрика на предеоном нивоу представља дериват статистичке анализе метрике свих предеоних елемената.

### 3.0. Размера примене усвојених методолошких приступа

3.0.1. Термин *размера* у предеоно-еколошким анализама се не односи на картографску, конвенционалну, размеру која представља однос величина у природи и на карти. Еколошки концепт под термином „размера“ препознаје синтезу два елемента: *домена* (енг. extent) и *грануле* (енг. grain) (Слика 4.2.2.) (Forman, Godron, 1986; Turner et al., 2001):



Слика 4.1.2. Однос гранула и домена растерске базе података

- **Домен** подразумева укупну површину која је обухваћена одређеним истраживањем. Са статистичког аспекта, домен представља обухват у оквиру кога се обављају одређена истраживања (McGarigal, 2013).
- **Гранула** је основна градивна јединица предела која је предмет анализе: у растерској бази података то је пиксел, а у векторском формату то је најмањи полигон. Гранула заправо представља најмању јединицу коју је могуће издвојити и анализирати (McGarigal, 2013).

### 3.1. Домен истраживаних подручја

3.1.1. Са просторног аспекта, основна истраживана јединица је топографско сливно подручје, чија је површина претрпела физичку промену услед уноса туристичко-рекреативних елемената. Слив је просторни ентитет, дефинисан вододелницом, унутар кога се дренира вода, ствара, транспортује и акумулира ерозиони материјал, у чему учествује главни водоток са притокама (Dunne, Leopold, 1978 према Steiner, 2008; Ристић, Малошевић, 2011). Слив представља холистички оквир за разумевање функционисања предела (Steiner, 2000). Према Одуму, слив је екосистемска јединица која има несумњив значај за анализу природних процеса, али и за праксу управљања пределом, уз комбиновање природних и културних атрибута (Odum, 1953; Vasiljević, 2005; Steiner, 2008). Quimby (1988) истиче да границе топографског сливног подручја у већини случајева представљају и границе екосистемских целина на различитим просторним и организационим нивоима (према Steiner, 2008). Према истом аутору, граница слива је најлогичнији избор јер представља „полигон“ у оквиру кога се одвијају биолошки, физички, социјални и економски процеси. Посебна погодност избора слива, као истраживаног ентитета, је у могућности просторног „гнежђења“ (енг. nesting) мањих у веће организационе јединице, односно „рашчлањивања“ већих на просторно мање јединице, по границама природних целина. Оваква логика, која метафорички одговара принципу израде руских дрвених лутака матрјошки (рус. матрёшка), омогућава примену усвојених методолошких приступа у овом раду, на различитим просторним обухватима (Слика 4.1.3.).



Слика 4.1.3. Аналогија лутака матрјошки и различитог просторног обухвата хидрографске мреже

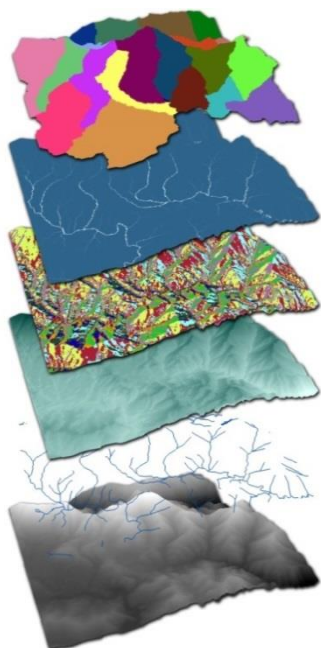
3.1.2. Издвојена сливна подручја су резултат примене ArcHydro<sup>®</sup> модела (Maidment, 2002), екстензије за ArcMap<sup>®</sup>, на дигитални модел терена.

Формирање дигиталног модела терена ДМТ (енг. digital terrain model – DTM) је вршено на основу скенираних аналогних топографских карата (ТК25), размере 1:25000, са еквилистанцом од 10m. ТК25 представљају оптималан извор података за формирање ДМТ-а. Логика генерисања ДМТ -а је базирана на методи Војногеографског института која је коришћена за израду националног дигиталног модела терена (НДМТ) (Gigović, 2010). Векторизоване изохипсе, у виду континуалног низа тачака, са елевационим информацијама у форми атрибута (бројчане ознаке за изражавање надморске висине), представљају примарни просторни елемент за формирање TIN базе података (енг. triangulated irregular network – неправилна триангулациона мрежа.). TIN као полигонска структура је одабран јер обухвата истакнуте геоморфолошке облике (вододелнице, јаруге, врхове) и погодан је за одређене просторне анализе (нагиби, експозиције, закривљеност терена). Веродостојност TIN модела је повећана употребом тачкастих (енг. point) података са познатим висинама (детаљне тригонометријске тачке III и IV реда), као и хидрографском мрежом у векторском облику (извор ТК25), која служи за ублажавање оштрих ивица суседних троуглова TIN мреже. Дигитални рељеф добијен описаним методом се одликује положајном тачношћу од око 5m и висинском од око 2m (Gigović, 2010). Након конверзије TIN базе података у растер, према методолошкој процедуре ArcHydro<sup>®</sup> модела, обављене су следеће просторне анализе (Maidment, 2002) (Слика 4.1.4.):

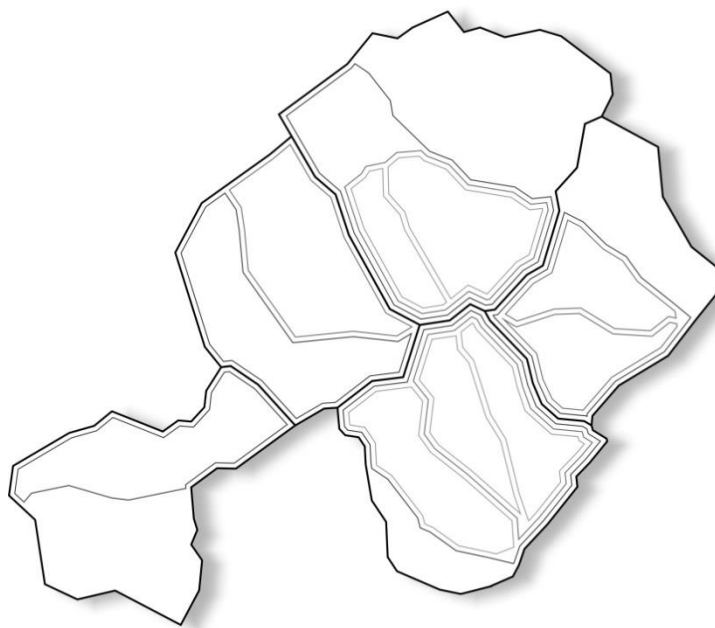
- **„Унапређење“ ДМТ-а** (енг. DEM reconditioning) – Функција модификује ДМТ према векторској бази хидрографске мреже која је резултат дигитализације ТК25. У складу са специфичном морфологијом истраживаних подручја, баферене зоне пиксела, који су тангирани вектором хидрографске мреже, су „подизане“ или „спуштане“ да би се добио вернији модел терена.
- **„Попуњавање“ ДМТ-а** (енг. fill sinks) – Функција попуњава евентуалне „интерполацијске рупе“ у растеру ДМТ-а.
- **Смер отицаја** (енг. flow direction) – Функција генерише смер отицаја за сваку ћелију растера ДМТ-а.



- **Просторна концентрација отицаја** (енг. flow accumulation) – Функција користи као улаз грид са вредностима смера отицаја, на основу кога „сабира“ вредности ћелија грида низводно по линијама природних бразда и јаруга (O'Callaghan, Mark, 1984).
- **Издавајање елементарних сливних површина** (енг. catchment grid delineation) – На основу генерисаних растерских база издвојен је систем елементарних сливних површина на истраживаном подручју.



Слика 4.1.4. Приказ процедуре ArcHydro® модела



Слика 4.1.5. Поједностављен приказ издвојених подсливова истраживаног подручја на Старој планини

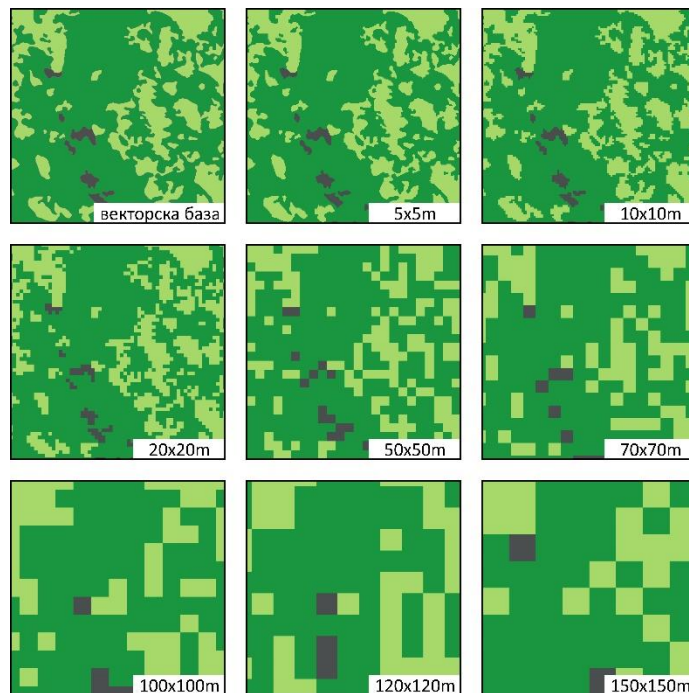
3.1.3. Приликом издавајања сливних подручја, ArcHydro® модел је генерисао сливова чија површина гравитира површини од  $1\text{km}^2$  (Слика 4.1.5.). Површина од једног квадратног километра ( $1\text{km}^2$ ) представља „додирну тачку“ метода који се баве анализом структуре предела и оних који се баве квантификацијом процеса у пределу:

- Најмања површина која се може сматрати пределом је простор од једног квадратног километра ( $1\text{km}^2$ ) (Forman, Godron, 1986; Turner, 1989).
- Мали планински бујични сливови (мањи од  $1\text{km}^2$ ) се одликују наглашеним реакцијама према климатским, орографским и едафским карактеристикама, и показују велики степен осетљивости на антропогени утицај (Costin et al., 1962; Chang, 2003; Morgan, 2005).

## 3.2. Резолуција истраживаних подручја

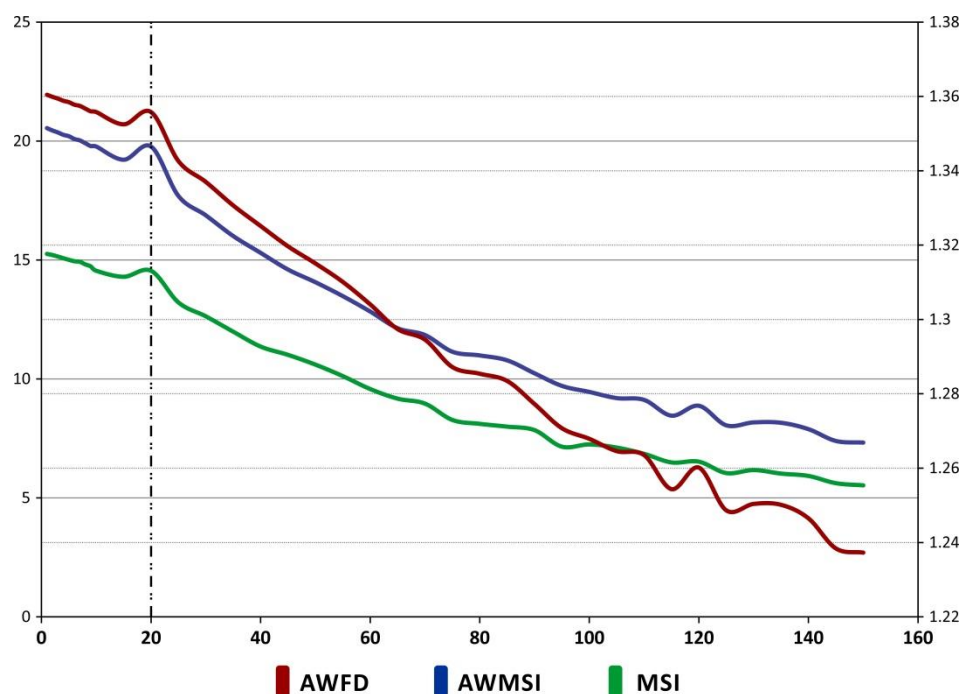
3.2.1. *Колика је димензија гранула*, односно пиксела у растерској бази података, представља комплексно питање које претходи анализи структуре и процеса у пределу (Mayer, Cameron, 2003). Уколико су грануле превише малих димензија, приликом анализе структуре се могу добити сложени подаци које је врло тешко тумачити. С друге стране, употреба гранула великих димензија уопштава параметре структуре (Li, Wu, 2004; McGarigal, 2013).

3.2.2. За потребе овог рада, одабир оптималне димензије гранула је заснован на анализи растерских база података, различитих резолуција (густина пиксела по јединици истраживаног подручја) (Saura, 2002; Mayer, Cameron, 2003; Saura, Castro, 2007; Kelly et al., 2011; Wu, 2013). Примарна база је векторска, која представља верну интерпретацију структуре предела на основу детаљних растерских аерофотоснимака. Након векторизације, полигони површине мање од  $100\text{m}^2$  су геометријски сједињени са суседним полигонима, без обзира на њихову типолошку припадност (Mugisha, Huising, 2002). Генерисана векторска база је конвертована у растерске базе података за различите вредности пиксела (пикселизација): од 1 до  $160\text{m}$  (Слика 4.1.6).

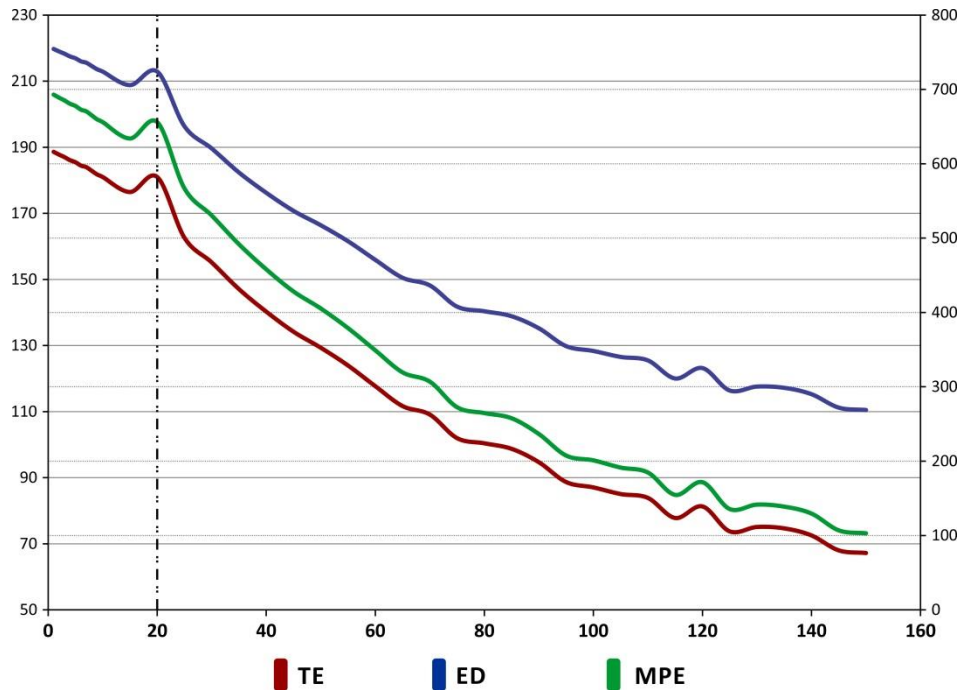


Слика 4.1.6. Промена детаљности растерске базе података услед различитих димензија пикселизације

3.2.3. За сваку структуру предела, материјализовану растерском базом података са различитим димензијама пиксела (1–160m), анализирани су параметри композиције и конфигурације предела (III-1. Анализа промене структуре предела). Одређени параметри структуре предела нису показали логичну реакцију на промену димензије пиксела растерске базе (нпр. Shannon индекс диверзитета, Shannon индекс равномерности, стандардна девијација површине предеоних елемената, коефицијент варијације површине предеоних елемената). Такође, промена параметара метрике структуре предела у неким случајевима је била изразито линеарна (нпр. број предеоних елемената, просторна компактност предеоних елемената). С друге стране, група параметара форме (просечна фрактална вредност предеоних елемената – AWF<sub>D</sub>, просечан индекс форме пондерисан површином предеоног елемента – AWM<sub>SI</sub>, просечан индекс форме предеоних елемената – M<sub>SI</sub>) и параметара ивица (укупна дужина ивица предеоних елемената – TE, просторна компактност ивица предеоних елемената – ED, просечна дужина ивица предеоних елемената – MPE) показује екстремне вредности промене метрике предела за растерску базу података са димензијом пиксела од 20m (Слике 4.1.7. и 4.1.8.).



Слика 4.1.7. Варијабилност метрике предела услед употребе растерске базе података различитих димензија пиксела



Слика 4.1.8. Варијабилност метрике предела услед употребе растерске базе података различитих димензија пиксела

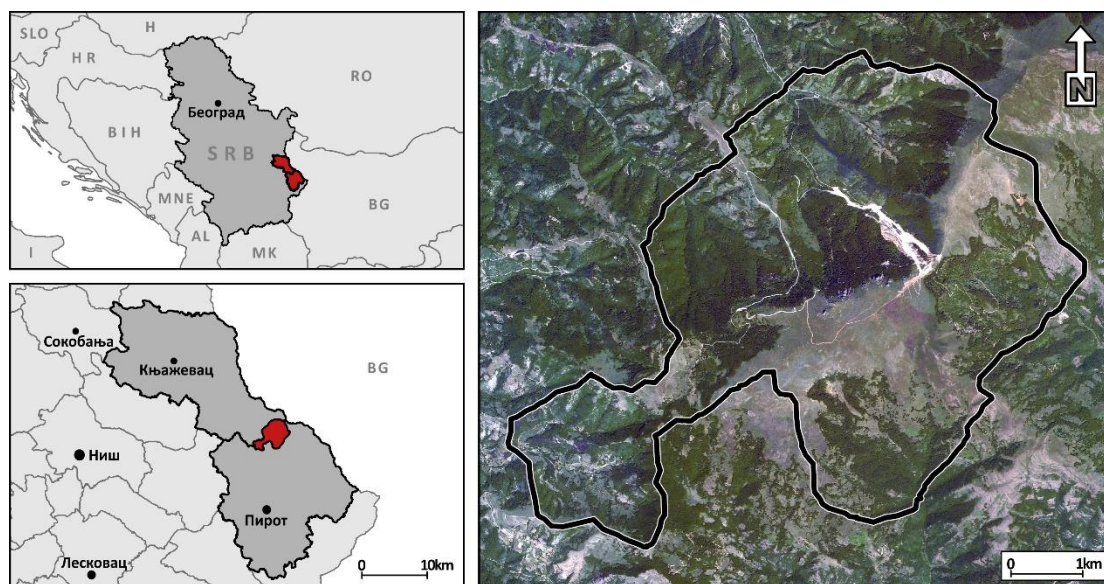
3.2.4. С обзиром на то да растерски подаци представљају улазну базу података на основу које ће се квантификовати промена структуре предела, употреба растера са димензијом пиксела од 20m омогућава прецизно детерминисање реакције на унос туристичко-рекреативних елемената у аутохтону структуру предела. Поред тога, одабрана димензија пиксела одговара опсегу који је препоручен према методу Војногеографског института за израду дигиталног модела терена (20–30m) (Gigović, 2010), као и ставовима из релевантне литературе везаним за односе димензија пиксела, картографске размере и површине истраживаног подручја (Hengl, 2006; Hengl, 2007). Избор овакве димензије пиксела (20m), основне растерске базе података, поставља у компаративну раван анализу промене структуре предела и поремећај равнотеже процеса у пределу (ерозиона продукција, максималан протицај).

## IV-2. Карактеристике истраживаних подручја

### 1.0. Јавно скијалиште „Стара планина“ на Старој планини

#### 1.1. Опште карактеристике истраживаног подручја на Старој планини

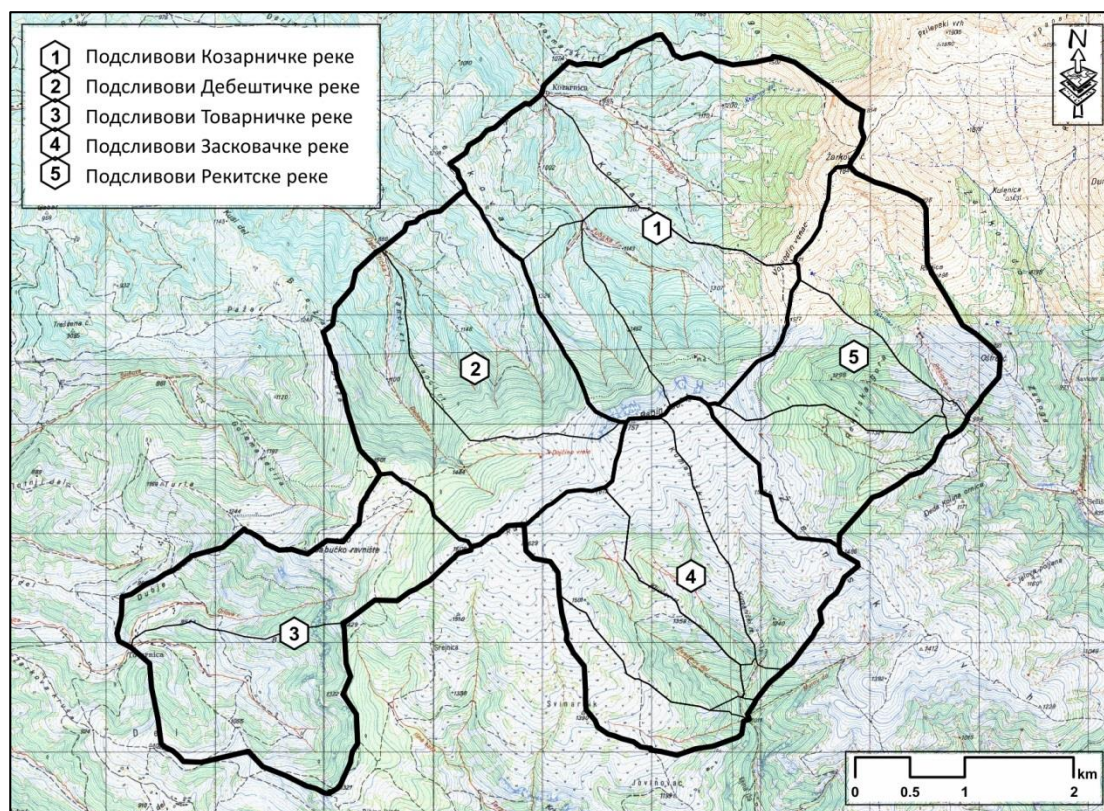
1.1.1. Стара планина је део планинског система Балкан, који је сегмент пространијег венца Карпатско-балканског лука. Као морфолошка целина, на територији Србије, Стара планина је омеђена долинама Белог Тимока, Трговишког Тимока и Височице, као и државном граничном линијом између Србије и Бугарске. У правцу меридијана, правац распрострањања је скоро 100km, док је у упоредничком доста мањи (30km). На територији Србије, највиша тачка је врх Миџор (2169m н.м.), док је најнижа (132m н.м.) на ушћу Прлитског потока у Тимок (Цвијић, 1926; Миловановић, 2010). Јавно скијалиште „Стара планина“ је лоцирано у непосредној близини врха Бабин зуб (1758m н.м.), на територијама општина Књажевац и Пирот (Слика 4.2.1.). Као подручје изузетне геолошке разноврсности, морфохидролошке дисецираности терена, са развијеним и очуваним диверзитетом флоре и фауне, Стара планина је маја 1997. године проглашена за Парк природе (Сл. гласник РС, 19/1997, 23/2009).



Слика 4.2.1. Локација Јавног скијалишта „Стара планина“ у ширем просторном контексту

1.1.2. Према методу описаном у овом поглављу (3.1. Домен истраживаних подручја), на Старој планини је издвојен систем подсливова који збирно

представљају уже истраживано подручје, укупне површине 28.76km<sup>2</sup> и просечне надморске висине 1330.13m н.м. (Слика 4.2.2.).



Слика 4.2.2. Систем подсливова на истраживаном подручју Старе планине

1.1.3. Основне физичко-географске карактеристике истраживаних подсливова су приказане у Табелама 4.2.1. и 4.2.2.

Табела 4.2.1. Основне физичко-географске карактеристике истраживаних подсливова

Подсливови	A [km <sup>2</sup> ]	O [km]	K <sub>v</sub> [m]	K <sub>u</sub> [m]	H <sub>sr</sub> [m]
Козарничка_01	1.12	4.95	1748.7	1081.0	1394.33
Козарничка_02	2.17	6.19	1642.1	1081.6	1405.61
Козарничка_03	3.29	7.26	1642.1	1081.6	1401.78
Козарничка_04	4.60	9.62	1642.1	928.9	1326.13
Козарничка_05	8.39	8.39	1642.1	928.9	1323.71
Дебештичка_01	2.59	7.05	1745.0	892.0	1240.25
Дебештичка_02	2.61	9.11	1747.0	890.7	1375.52
Дебештичка_03	5.20	9.25	1747.0	890.7	1308.04
Товарничка_01	2.28	8.22	1605.0	758.6	1242.41
Товарничка_02	4.57	10.55	1605.0	758.6	1143.49

Засковачка_01	1.69	6.70	1740.0	1107.8	1470.10
Засковачка_02	1.40	5.78	1750.0	1108.5	1501.39
Засковачка_03	3.17	7.93	1740.0	1047.0	1475.11
Засковачка_04	1.69	6.35	1660.0	1045.5	1416.30
Засковачка_05	4.90	9.39	1740.0	1019.3	1451.57
Засковачка_06	5.75	10.07	1740.0	1019.3	1434.32
Рекитска_01	1.41	5.63	1716.1	1027.1	1390.52
Рекитска_02	1.47	5.99	1715.3	1026.4	1409.55
Рекитска_03	2.93	7.26	1715.3	1000.0	1394.61
Рекитска_04	4.85	9.59	1837.2	1000.0	1417.91

$A$  – површина подслива [ $\text{km}^2$ ]

$O$  – обим подслива (дужина вододелнице) [km]

$K_v$  – кота врха подслива (метара над морем) [m]

$K_u$  – кота ушћа подслива (метара над морем) [m]

$H_{sr}$  – средња надморска висина подслива (метара над морем) [m]

Табела 4.2.2. Основне физичко-географске карактеристике истраживаних подсливова

Подсливови	L [km]	$L_c$ [m]	$I_a$ [%]	$I_u$ [%]	$I_{sr}$ [%]	D [m]
Козарничка_01	2.33	1.20	28.71	22.99	49.53	313.33
Козарничка_02	2.71	1.20	20.66	17.16	45.51	324.01
Козарничка_03	2.71	0.87	20.66	17.16	47.07	320.18
Козарничка_04	4.20	2.06	16.98	13.11	46.65	397.23
Козарничка_05	4.20	2.03	16.98	13.11	48.87	394.81
Дебештичка_01	2.99	1.35	28.52	20.88	49.92	348.25
Дебештичка_02	4.08	1.74	20.97	20.33	40.83	484.85
Дебештичка_03	4.08	1.68	20.97	20.33	45.59	417.36
Товарничка_01	4.30	2.10	19.67	19.54	42.66	483.81
Товарничка_02	4.30	1.74	19.67	19.54	47.84	384.89
Засковачка_01	2.92	1.23	21.64	23.78	30.58	362.30
Засковачка_02	2.73	1.45	23.52	25.07	32.43	392.89
Засковачка_03	3.29	1.72	21.06	22.24	31.98	428.11
Засковачка_04	2.95	1.49	20.82	21.21	38.01	370.80
Засковачка_05	3.51	1.92	20.51	21.05	34.31	432.27
Засковачка_06	3.51	1.67	20.51	21.05	33.10	415.02
Рекитска_01	2.37	1.21	29.10	25.16	43.10	363.42
Рекитска_02	2.69	1.25	25.60	26.32	32.94	383.15

Рекитска_03	2.91	1.61	24.60	24.31	38.20	394.61
Рекитска_04	2.96	0.75	28.30	26.95	40.39	417.91

$L$  – дужина подслива по главном току, од тачке на вододелници до излазног профила [km]

$L_C$  – одстојање од излазног профила, мерено по главном току, до тачке у кориту, која је најближа тежишту слива [km]

$I_a$  – апсолутни нагиб дна речног корита [%]

$I_u$  – уравни пад дна речног корита [%]

$I_{sr}$  – средњи нагиб терена на подсливу [%]

$D$  – средња висинска разлика подслива [m]

## 1.2. Климатске карактеристике истраживаног подручја на Старој планини

Стара планина је простор изразито великих разлика у надморским висинама, за који је карактеристична брза и нагла промена метеоролошких елемената. Анализа метеоролошко-климатских карактеристика истраживаног подручја се базира на употреби података са кишомерних и метеоролошких станица. Као последица непостојања станица на елевационо вишим деловима Старе планине, где се и налази истраживано подручје, број расположивих података с порастом надморске висине драстично опада. Из ових разлога, све информације о климатским карактеристикама су оптерећене генерализацијом и екстраполацијом (Миловановић, 2010). Најближе кишомерне станице су „Топли До“ и „Ћуштица“, а метеоролошке „Књажевац“ и „Топли До“. С обзиром на то да се коришћене станице налазе на надморским висинама од 280 до 808m н.м., а истраживано подручје се простира на надморским висинама од 760 до 1850m н.м., коришћени су градијенти пораста падавина с порастом надморске висине, као и градијенти опадања температуре ваздуха с порастом надморске висине. Процењена просечна годишња количина падавина на овом подручју је дефинисана према моделу који је калибрисан на основу података за рејон Копрен, и износи  $P_{srgod}=1108\text{mm}$  (Живковић, 2009). Просечна годишња температура ваздуха је процењена према моделу који је калибрисан на основу података за Власину и Топли До, и износи  $T_{sr}=4.7^\circ\text{C}$  (Живковић, Смиљанић, 2005).



### 1.3. Геолошке карактеристике истраживаног подручја на Старој планини

1.3.1. Према Основној геолошкој карти (ОГК) Србије (лист Белоградчик, Р=1:100000) и пратећем тумачу, утврђена је структура литолошких чланова истраживаног подручја на Старој планини (Табела 4.2.3, Слика 4.2.3.) (Krstić et al., 1970).

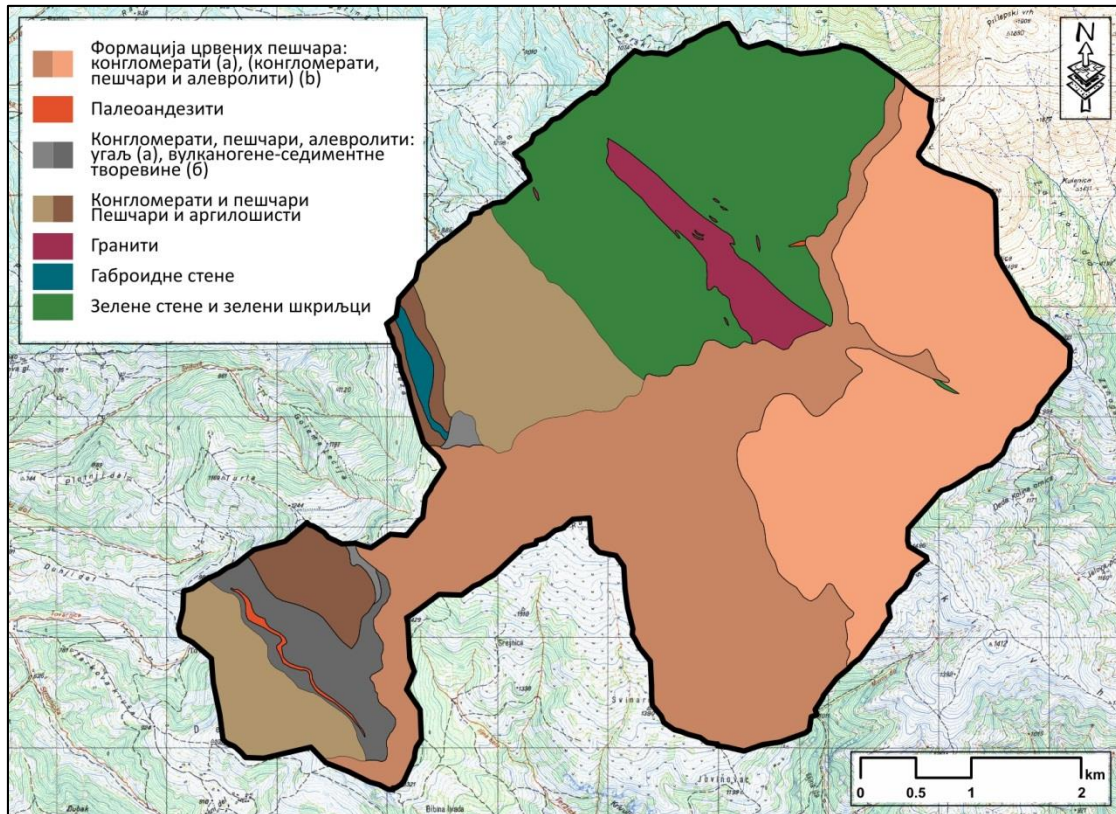
Табела 4.2.3. Заступљеност одређених литолошких чланова

Типови литолошких чланова	Површина	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]
Формација црвених пешчара (конгломерати) (а)	8.753	30.43
Р Формација црвених пешчара (конгломерати, пешчари и алевролити) (б)	6.654	23.14
αC <sub>2</sub> <sup>2</sup> Палеоандезити	0.069	0.24
Конгломерати, пешчари, алевролити: угаљ (а)	0.120	0.42
C <sub>2</sub> <sup>2</sup> Конгломерати, пешчари, алевролити: вулканогене-седиментне творевине (б)	1.010	3.51
S? Конгломерати и пешчари	0.954	3.32
	Пешчари и аргилошисти	3.674
γPz <sub>1</sub> Гранити	0.814	2.83
NPz <sub>1</sub> Габроидне стене	0.154	0.53
Сm Зелене стене и зелени шкриљци	6.559	22.80
	Σ 28.761	100

1.3.2. У тектонском погледу истраживано подручје припада антиклиноријуму Старе планине, односно прецизније, југозападном крилу антиклиноријума Старе планине. Као последица изражених тектонских догађања током геолошке историје, формиран је у подножју Миџора карактеристичан стеновит одсек Бабин зуб. На простору Бабиног зуба се налази велика група „зуба“ и остењака у крупнозрним пермским пешчарима, који представљају један од најзначајнијих објеката геоморфолошког наслеђа на простору Старе планине.

1.3.3. Према ОГК, најстарије стене на истраживаном подручју имају камбријумску старост. Оне се налазе на подсливовима Козарничке и Дебештичке реке. Припадају групи зелених стена и зеленим шкриљцима (Сm). На подсливовима Козарничке реке простиру се на око 71% укупне сливне површине, а на сливу Дебештичке реке на око 12% истраживаног слива. Генерално, у овој асоцијацији стена смењују се следећи типови:

- метаморфисани дијабази и дијабаз-порфири праћени њиховим туфовима,
- метаморфисани кисели вулканити – кварцкератофири, кератофири и њихови туфови,
- прогресивно метаморфисани седименти – метапсамити, метапелити и мермерисани кречњаци.



Слика 4.2.3. Геолошка карта истраживаног подручја на Старој планини

1.3.4. У вулканогено-седиментној заједници стена горњопротерозојске и камбријске старости, настао је комагматски перидотит-габро-гранитски комплекс. Литолошки је представљен габроидним стенама (NPz<sub>1</sub>) и гранитом (γPz<sub>1</sub>). Овај комагматски комплекс се геолошки налази испод силурских конгломерата иновске серије. Габроидне стене (NPz<sub>1</sub>) јављају се на површини терена само на мањем делу подсливова Дебештичке реке (3%). Структурни реликти габроидних стена показују да су ово били углавном крупнозрни, ређе ситнозрни габрови. Гранити (γPz<sub>1</sub>) се јављају у виду издужене, релативно уске зоне само на подсливовима Козарничке реке, дуж Селишког раседа (9.6%). Као последица геолошких догађања током времена настала је шкриљава текстура гранита, а дошло је и до дробљења минерала. Ови гранити су порфиرويدне и

средњозрне текстуре, а катакластичне структуре. Изграђени су од кварца, олигоклаза, К-фелдспата и биотита.

1.3.5. Старопалеозојски силурски седименти (S) су откривени на истраживаним деловима сливова Дебештичке (5.46%) и Товарничке реке (14.65%). Геолошки, силурски седименти се налазе трансгресивно преко метаморфисаних горњопротерозојско-камбријских стена, а испод пермских седиментних творевина. Литолошки, ови седименти су представљени конгломератима, пешчарима и аргилошистима са прослојцима мермерисаних кречњака. Подељени су на два дела, који постепено прелазе један у други: у првом преовлађују метааркозе, а у другом метасубаркозе. Метааркозе почињу трансгресивно конгломератима који навише прелазе у крупнозрне и средњозрне метааркозе. Ови седименти се састоје од валутака и зрна гранитоидних стена, метаморфисаних габроидних стена, габро-дијабаза, дијабаза, кварца, фелдспата, кристалстих шкриљаца и метаседимената. Повезани (цементовани) су хидролискунско-хлоритским матриksom, који је накнадно рекристалисао у мешавину серицита, хлорита и кварца. Метасубаркозе се развијају постепено из метааркоза и састављене су од средњозрних субаркоза са тањим сочивима кречњака, ситнозрних метапешчара и аргилошиста. Ови седименти изграђени су претежно од кварца са мало фелдспата. Цементовани су хидролискунско-хлоритским матриksom.

1.3.6. Стенске творевине карбонске старости су вулканогено-седиментна серија ( $C_2^2$ ) и палеоандезити ( $\alpha C_2^2$ ). Вулканогено-седиментна серија ( $C_2^2$ ) је издвојена у два дела: први је вулканогено-седиментни, а други туфозни конгломерати, пешчари и аргилошисти. Вулканогени-седименти јављају се на сливу Товарничке реке (22.09%), палеоандезити на сливу Козарничке реке (0.05%), а туфозни конгломерати, пешчари и аргилошисти на сливу Дебештичке (47.26%) и Товарничке (26.64%) реке. Преко творевина карбонске старости дискордантно леже седименти перма. Вулканске и седиментне творевине формиране су вулканском активношћу синхронно са седиментацијом у језерском басену. У њихов састав улазе кристалокластични псамитски и псамитски, ређе алевролитски и пелитски туфови, туфити и изливни андезити, затим туфозни конгломерати и пешчари и чисти теригени седименти. Ови седименти показују

ритмичку грађу, са градацијама и ламинацијама. Туфити заједно са туфовима изграђују око 70% ове серије. Туфозни конгломерати, пешчари и алеврити су сличног састава са туфитима, али садрже преко 50% кластичног материјала. Изграђени су од кластичних зрна кварца, фелдспата и лискуна, одломака шкриљаца, дијабаза, габроидних стена и старопалеозојских метапешчара. Цемент је порни, туфног и теригеног порекла. Палеоандезити ( $\alpha\text{C}_2^2$ ) се налазе у виду излива, дебelih до неколико метара, у вулканогено-седиментним творевинама или као пробоји кроз седименте старијег палеозоика. Изграђени су од фенокрстала плагиокласа, кварца, пироксена или амфибола.

1.3.7. Геолошки најмлађе стенске масе на истраживаном подручју су пермске старости (P), које су литолошки представљене „формацијом црвених пешчара“. Уједно, ово су на површини терена и најзаступљеније творевине. Јављају се на свим подсливовима, при чему су подсливови Рекитске и Засковачке реке изграђени од пермских пешчара (100%), Козарничке (13.09%), Дебештичке реке (31.02%) и Товарничке (34.24%) сливног подручја. Пермски седименти стварани су дискордантно на рељефу састављеном од гранитоидних стена и кристаластих шкрињаца ниског ступња метаморфизма, у оксидационој средини, при топлој и жаркој аридној клими са повременим падавинама. Формацију црвених пешчара изграђују континентални седименти, аркозни базални конгломерати, пешчари, алевролити и глинци. Базални конгломерати изграђени су од валутака и крупних зрна кварца, фелдспата, гранитоидних стена, кристаластих шкриљаца нижег кристалинитета, андезита, дацита, дијабаза и других стена. Конгломерати навише поступно прелазе у крупнозрне и средњозрне слојевите пешчаре и ситнозрне слојевите и танкослојевите пешчаре и алевролите који се наизменично смењују. У вишим деловима геолошког стуба пешчари постепено нестају тако да је највиши део перма представљен танкослојевитим до листастим трошним алевролитима и глинцима, са траговима кишних капи, биоглифа и симетричних трагова таласања. Ови седименти су аркозног карактера, изграђени углавном од кварца и фелдспата, ређе лискуна.

1.3.8. На истраживаном подручју, од творевина квартарне старости, заступљени су елувијум, делувијум, пролувијум и делувијално-пролувијални застор. Све ове творевине могу се сврстати, у природним условима у условно стабилне.

Међутим, у случају промене услова природног стања, лако се покрећу и транспортују под дејством одређених агенаса. Генерално, због мале дебљине, елувијум, делувијум, пролувијум и делувијално-пролувијални застор, нису приказивани на геолошкој карти (Слика 4.2.3.) (Nikić et al., 2008).

1.3.9. Елувијалне творевине заступљене су на планинским висоравнима и падинама са веома благим нагибом. Њихова дебљина износи до 30 cm. Делувијалне творевине јављају се у подножју краћих и благих падина. Изграђене су од финозрних фракција стенског материјала. Његова моћност у зони акумулирања је до 40 cm. Пролувијалне творевине јављају се у подножју дугих и стрмих падина. Акумулирани пролувијални материјал није сортиран по крупноћи, тако да је величина заступљених фракција од неколико милиметара до неколико десетина центиметара. Моћност ових седимената може бити и преко једног метра. У подножју стрмих, виших и линијски дужих падинских страна, долази до формирања делувијално-пролувијалног застора који може бити дебљине и преко 2-3 m (Nikić et al., 2008).

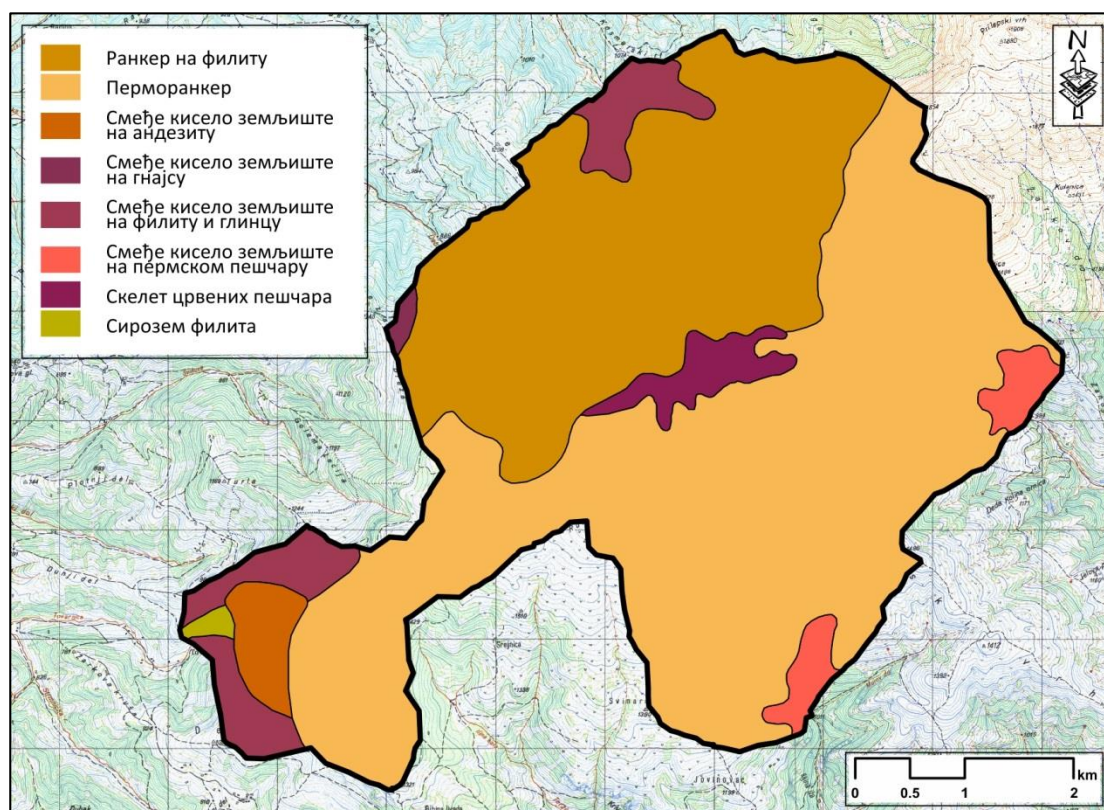
#### **1.4. Педолошке карактеристике истраживаног подручја на Старој планини**

1.4.1. Процеси образовања типова земљишта на Старој планини су условљени, пре свега, врстом геолошке подлоге и климатским карактеристикама (Миловановић, 2010). Земљишта ширег истраживаног подручја су развијена на различитим геолошким подлогама, и могу се сврстати у две еволуционо-генетичке серије: на силикатним и на карбонатним стенама (Мишић et al., 1978; Belanović, 2006). На већим надморским висинама, што одговара позицији истраживаног подручја (>800m н.м.), доминирају силикатне стене, тако да преовлађују хумусно-силикатна земљишта. Међутим, разноврсност педолошких творевина указује на то да, поред геолошке подлоге, абиотички и биотички еколошки фактори, уз разлике у типу вегетационог покривача, имају значајну улогу у формирању велике едафске разноврсности (Мишић, 1996).

1.4.2. Према Педолошкој карти Србије (листови Пирот 1 и Пирот 2, Р=1:50000) (Antonović, 1976; Škorić et al., 1985), а усаглашено са FAO класификацијом (FAO, 1988), на истраживаном подручју се могу идентификовати следећи типови земљишта (Табела 4.2.4., Слика 4.2.4.):

Табела 4.2.4. Заступљеност одређених педолошких творевина према FAO класификацији (\*) и „старој“ класификацији (\*\*) (Škorić et al., 1985; FAO, 1988)

Типови земљишних творевина	Површина	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]
Ранкер (дистрично хумусно-силикатно земљиште)*		
• Ранкер на филиту**	24.976	86.84
• Перморанкер**		
Дистрични камбисол (кисело смеђе земљиште)*		
• Смеђе кисело земљиште на андезиту**		
• Смеђе кисело земљиште на гнајсу**	3.046	10.59
• Смеђе кисело земљиште на филиту и глинцу**		
• Црвено-смеђе кисело земљиште на пермском пешчару**		
Литосол (камењар)*		
• Скелет црвених пешчара**	0.643	2.24
Сирозем (регосол)*		
• Сирозем филита**	0.096	0.33
	∑ 28.761	100



Слика 4.2.4. Педолошка карта \*\* истраживаног подручја на Старој планини

1.4.3. **Ранкери** (дистрично хумусно-силикатно земљиште) су скелетоидна земљишта која доминирају истраживаним подручјем (86.84%–24.976km<sup>2</sup>). Ови типови земљишта су заступљени у планинским регијама источне и југоисточне Србије. Ранкери се образују на већим нагибима, на киселим (рожнаци, пешчари, кварцити), али и на базичним матичним геолошким подлогама (серпентини, дијабази, базалти). Развој ових земљишта је условљен интензивним физичким и релативно slabим хемијским распадањем стена, акумулацијом хумуса и израженим ерозионим процесима. Акумулација хумуса је последица неповољних водних и температурних услова за даљу минерализацију органских материја. Поред тога, температурни екстреми утичу на физичко распадање стена, а истовремено на инхибицију хемијског распадања. Из ових разлога, ранкери обично садрже висок проценат скелета. Генерално посматрано, према морфологији профила, формирају се различити варијетети ранкера. На истраживаном подручју, ранкери који су образовани на компактним стенама (зелене стене и зелени шкриљци, гранити) немају прелазни (АС) хоризонт. Ранкери на растреситом супстрату (црвени пермски пешчари) могу имати и прелазни (АС) хоризонт. Одређени подтипови ранкера, који су обрастали стабилном вегетацијом шума и ливада, могу имати и добро изражен органогени хоризонт (О). Уколико је матична подлога подложнија физичком распадању, особине ранкера су повољније. Најмање су плодни ранкери на серпентиниту и на пешчарима. Ранкери се најчешће срећу као шумска станишта или као пашњаци и ливаде, а делом и као оранице (овас, јечам). У природним условима на њима се налазе шумске заједнице и субалпске жбунасте формације. На великим надморским висинама су подлога субалпске и алпске травњачке вегетације (Stošić, Lazarević, 2009; Ђорђевић et al., 2011).

1.4.4. **Дистрични камбисоли** (кисело смеђе земљиште) су најраспрострањенија земљишта планинских регија. Као еволутивно напреднија фаза ранкера, ова земљишта имају хумусно акумулативни хоризонт (А), затим хоризонт (В) и супстрат (С). Образују се искључиво на киселим кварцно-силикатним супстратима, сиромашним базама, било да су то чврсте стене (магматске и метаморфне) или растресити седименти. Квалитет ових земљишта је условљен карактеристикама матичног супстрата. На истраживаном подручју заузимају

10.59% (3.046km<sup>2</sup>), на различитим геолошким подлогама (филит, глинац, андезит, гнајс, пешчар). Дистрични камбисоли су у највећем проценту под шумском вегетацијом (буква, четинари), а у мањој мери под ливадском ацидофилном вегетацијом (Белановић, Кошанин, 2005). У шумским састојинама налази се и танак слој простирке, (O) хоризонт (дебљине 2–4cm). Од особина вегетације, зависи да ли се у овом хоризонту налази зрели или полусирови хумус. Будући да су физичке особине ових земљишта углавном повољне, као и услови за развој кореновог система, ово земљиште је веома повољно за развој шумске вегетације (Stošić, Lazarević, 2009; Белановић et al., 2003; Ђорђевић et al., 2011).

1.4.5. **Литосоли** (камењар) су земљишта планинских регија где ниске температуре представљају главни фактор механичке дезинтеграције стена. Литосоли представљају прву еволутивну фазу физички измењених тврдих стенских маса. На истраживаном подручју се образују на блажим нагибима тврдих стеновитих масива и заравњеним рељефним формама, углавном на геолошкој подлози црвених пешчара, са укупном површином од 0.643km<sup>2</sup> (2.24%). Основна карактеристика (A) хоризонта је фрагментарна акумулација хумуса у појединим крупним порам (појединачна гнезда хумуса се могу наћи и на већој дубини, због лаког пропадања кроз крупне поре). Литосоли су неповољни за развој кореновог система, а на нагибима (сипари) су биљке изложене и механичким повредама. Укореењивање ксеротермних врста, отпорних на механичке повреде, је могуће на заравњеним локацијама, погодним за развој пашњака слабог бонитета (Stošić, Lazarević, 2009; Ђорђевић et al., 2011).

1.4.6. **Сироземи** (регосол) се у планинским областима налазе локално, углавном на магматским стенама. На истраживаном подручју регосоли се налазе на филитима (метаморфна стена) и заузимају 0.33% (0.096km<sup>2</sup>). Матични супстрат на коме се образују ова земљишта се лако механички распада и даје реголит финог гранулометријског састава. У процесу формирања овог земљишта, вегетација утиче на поспешивање механичког пропадања својим кореновим системом. Акумулацијом органских остатака и њиховом хумификацијом, ова земљишта прелазе у више развојне стадијуме. Клима (температурни екстреми, падавине) непосредно утиче на механичко пропадање, тако да рејони са



интензивнијим распадањем погодују образовању регосола. Површински (А) хоризонт има фрагментарни распоред хумуса (Stošić, Lazarević, 2009; Ђорђевић et al., 2011).

## **1.5. Вегетација истраживаног подручја на Старој планини**

1.5.1. Стара планина представља један од центара флористичког диверзитета Балканског полуострва, с обзиром на то да је на њеној територији описано 1195 биљних врста које су сврстане у 445 родова и 33 фамилије. Од укупног броја врста 147 су угрожене и ендемичне врсте, (Randelović, Randelović, 2002; Обратов-Петковић et al., 2006). Истраживано подручје, што се генерално односи и на ширу локацију Старе планине, се одликује изразитим вертикалним смењивањем вегетације (Mišić et al., 1978). Вегетација је представљена великим бројем различитих асоцијација, чији распоред зависи од еколошких утицаја који се преплићу на различитим стаништима. На основу доминантних врста, на ширем истраживаном подручју издвојене су следеће вегетацијске зоне (Mišić et al., 1978):

- Појас мезофилних листопадних шума (*Fagetum montanum*) са значајно мањим учешћем појаса вегетације китњака (*Quercetum montanum*). На елевационо најнижим деловима истраживаног подручја (750–1100m н.м.), се јављају врсте из храстовог појаса, који представља најшири вегетацијски појас, са простирањем 300–1100m н.м. и изграђује га основни тип климатогене шуме сладуна и цера (*Quercetum farnetto-cerris serbicum* Rudski). Поред храстове климатогене шуме, у нижим деловима подсливова се јавља иницијална свеза брдске букове шуме (*Fagetum submontanum* Jov.), и у знатно мањој мери шума китњака и граба (*Quercus-Carpinetum serbicum* Rudski). У овом појасу распрострањене су ливадске и пашњачке асоцијације, као и мезофилне асоцијације мочварних ливада. Вишим деловима овог појаса (1100–1500m н.м.) доминирају букове шуме планинског типа (*Luzulo-Fagetum serbicum* Mišić et Popović 1954) и у мањој мери шуме букве и јеле (*Abieti Fagetum serbicum* Jov), те субалпске букове шуме (*Fagetum subalpinum serbicum* Greb.).

- Појас четинарских шума (*Picetum excelsae*) је прилично узак појас и налази се на 1500–1750m н.м., а поред смрчевих шума (*Piceetum excelsue serbicum Rudski*) обухвата и заједницу смрче и јеле (*Abieto-Piceetum serbicum Mišić et Popović 1978*).
- Појас субалпске жбунасте вегетације (*Vaccinio-Juperetum*) и субалпске и алпске зељасте вегетације (*Caricetea curvulae*) захвата елевационо највише делове истраживаног подручја, веће од 1750m н.м., са мозаично разбацаним заједницама ливада и пашњака субалпског карактера.

1.5.2. Од високе шумске вегетације, на истраживаном подручју су најдоминантније врсте из заједница планинске (*Luzulo-Fagetum serbicum Mišić et Popović 1954*) и субалпске букве (*Fagetum subalpinum serbicum Greb. 1950*), које су најтипичније на висинама 1300–1700m н.м. У нижим деловима, буква заузима подручја са већом количином падавина и нижим температурама. Шуме су локализоване на различитим експозицијама са израженим нагибима. Заједница планинске букве је искључиво везана за силикатне подлоге и серије киселих земљишта. На вишим деловима, заступљена је заједница субалпске букве са изложеним стаништима, мање или више стрмим падинама на плитким скелетним земљиштима. На неким локалитетима, аутохтона смрча продире у субалпску букову шуму, изграђујући мешовите дводоминантне састојине. Физиономски, ове шуме су карактеристичне по ниском расту, кривим, понекад и полеглим стаблима. Како предметна локација има наглашене негативне природне утицаје, током седамдесетих година прошлог века, велике површине пошумљене. Као и у осталим вештачким састојинама у Србији, пошумљавања на предметном локалитету су се вршила смрчом и нешто мање црним и белим бором.

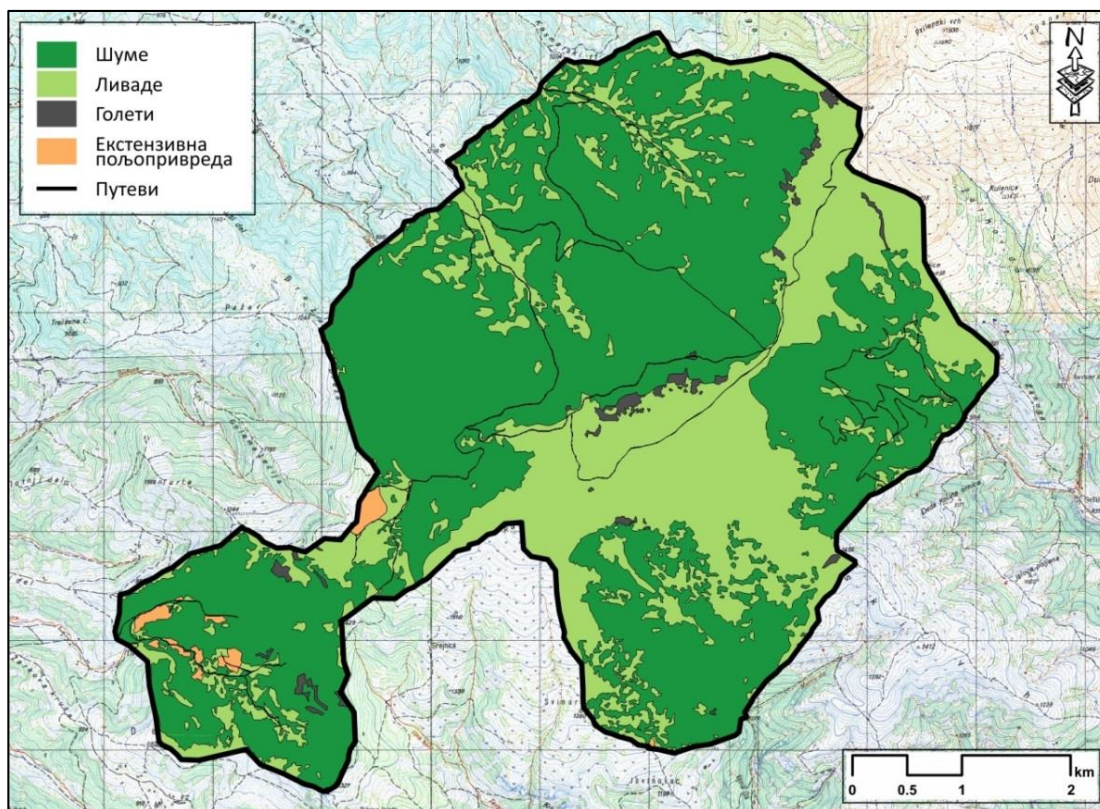
1.5.3. Поред шумске вегетације, велике површине истраживаног подручја заузима високопланинска зељаста вегетација, која се примарно налази изнад шумског појаса, а секундарно се увлачи и у горњи шумски појас (*Mišić et al., 1978*). На овом подручју, пашњачка вегетација се углавном развија секундарно, на површинама које су раније покривале шумске заједнице, нестале под антропогеним притиском (*Обратов-Петковић et al., 2006; Ducić et al., 2011*). Пашњачка вегетација представљена је редом *Nardetalia* и свезом *Potentillo ternatae-Nardion*. Алпски и субалпски травњаци су представљени асоцијацијама

из свезе *Poion violaceae* и *Seslerion coerulantis*. Интензивно коришћење пашњака у протеклом периоду (косидба и испаша) је утицало на опадање бројности врста високе вредности, те пораст бројности мање вредних и отровних врста (Обратов-Петковић et al., 2006). С обзиром на то да је ово деградациони стадијум, ова вегетација нема велики значај са аспекта биодиверзитета. За разлику од ливадске вегетације секундарног карактера, аутохтона ливадска вегетација веома је значајна за биодиверзитет овог подручја. Овде се пре свега мисли на две велике тресаве, Дојкино врело и Јабучко равниште. Поред овога, на голетима које представљају јединствену геоморфолошку композицију (Бабин зуб), се развијају ендемичне заједнице свезе *Silenion lerchenfeldianaе*, у оквиру којих је забележен велики број ендемичних врста (између осталих, и новоописана врста *Campanula calycialata*).

## **1.6. Структура површина на истраживаном подручју Старе планине**

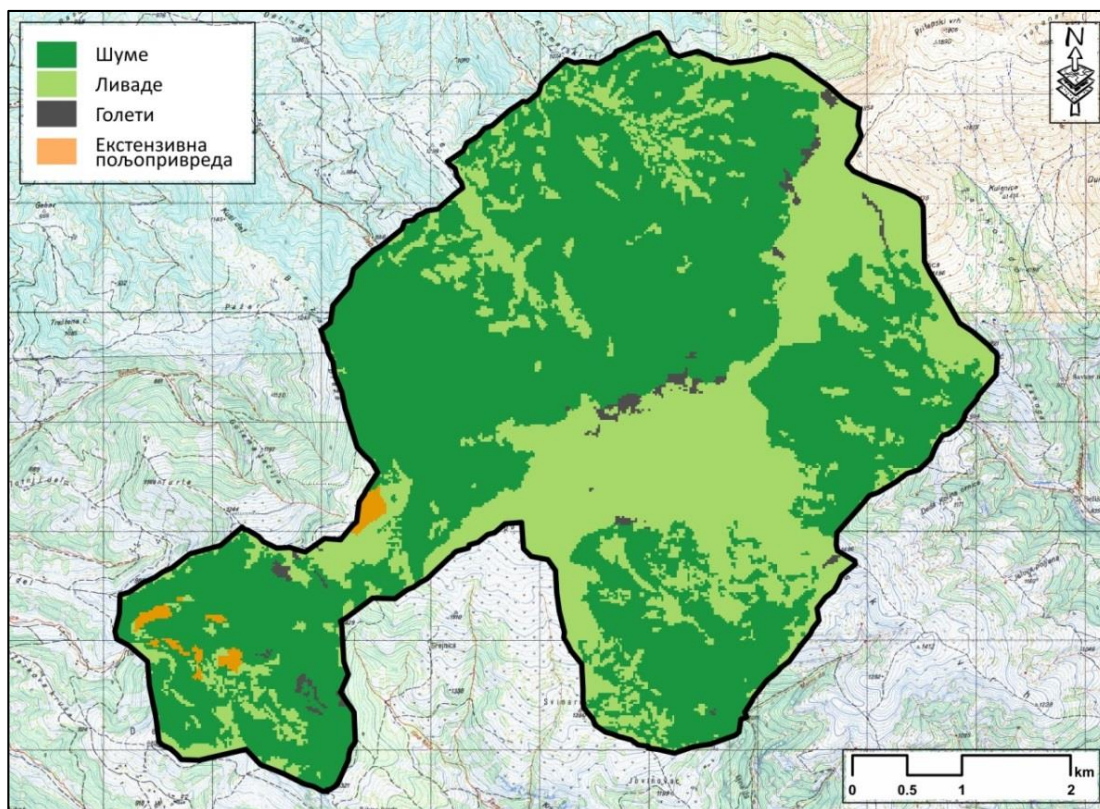
1.6.1. Стара планина је још средином прошлог века била привлачан локалитет за скијашке активности, али тек изградњом скијашке инфраструктуре (ски-стазе и жичаре), током јесени 2006. године, добија статус Јавног скијалишта (ски-центар „Стара планина“). Током јуна 2007. године је донет *Мастер план развоја туризма на Старој планини* (Ecosign, 2007) са прединвестиционом студијом и физичко-техничким карактеристикама, који је трасирао даљи развој и уређење скијашког комплекса.

1.6.2. Намена површина, односно, структура предела, пре уноса туристичко-рекреативних елемената је дефинисана у односу на растерски снимак Landsat7 сателита. Видљиви RGB (енг. red-green-blue – црвено-зелено-плаво) спектар је приказан у резолуцији (димензија пиксела) од 30m и представља стање истраживаног подручја из априла 2001. године (Слике 4.2.5., 4.2.6.). С обзиром на то да 2001. године на истраживаном подручју нису постојале значајније антропогене активности (за чију инвентаризацију је неопходан снимак веће резолуције), употреба Landsat7 снимака у резолуцији од 30m потпуно је оправдана. Уочене нејасноће, у смислу прецизног дефинисања различитих типова површина, су отклоњене употребом следећих база података:



Слика 4.2.5. Структура површина истраживаног подручја на Старој планини у векторској бази података (2001. година)

- Аерофото скице које приказују стања структуре предела из 1962. (растерска база података уступљена од стране Републичког геодетског завода из Београда) и 1969. године (растерска база података, која је у власништву Војногеографског института из Београда).
- Посебна основа газдовања шумама за газдинске јединице „Бабин зуб – Орлов камен – Голаш“ и „Стара планина II – Топли До“ из 2002. године (векторска база података уступљена од стране Бироа за планирање и пројектовање у шумарству, ЈП „Србијашуме“ из Београда).



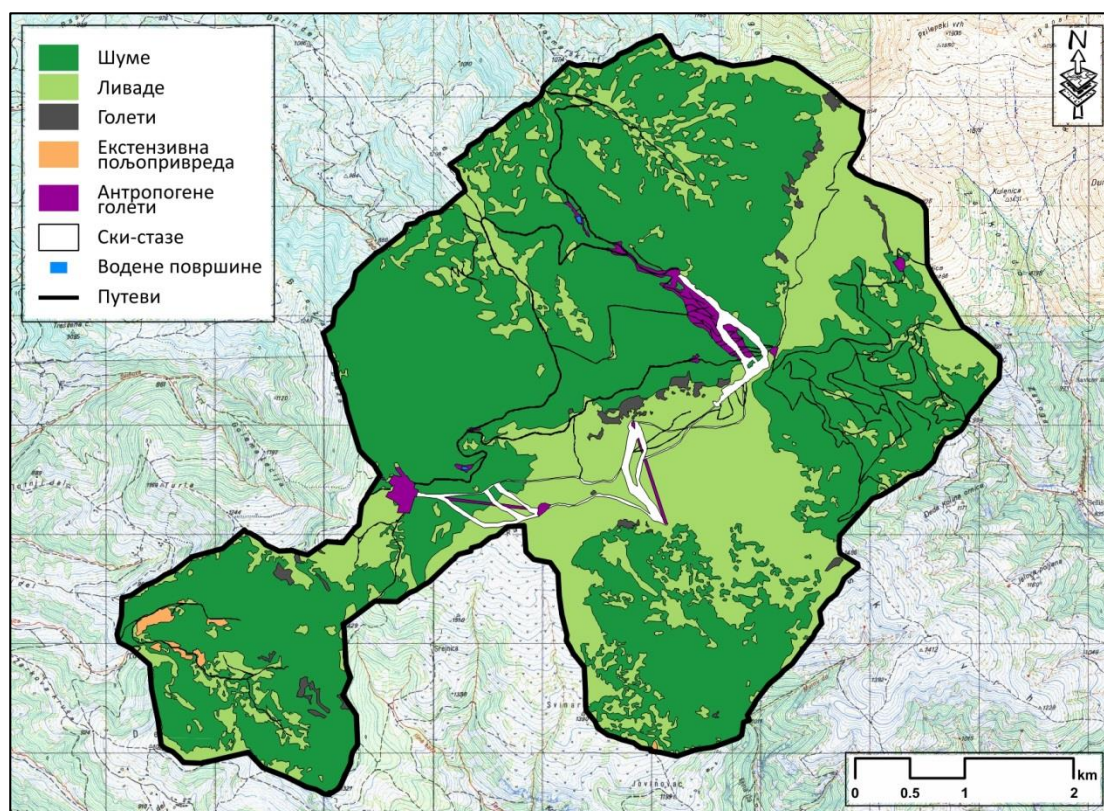
Слика 4.2.6. Структура површина истраживаног подручја на Старој планини у растерској бази података (2001. година)

Табела 4.2.5. Учешће предеоних елемената у структури предела истраживаног подручја на Старој планини (2001. година)

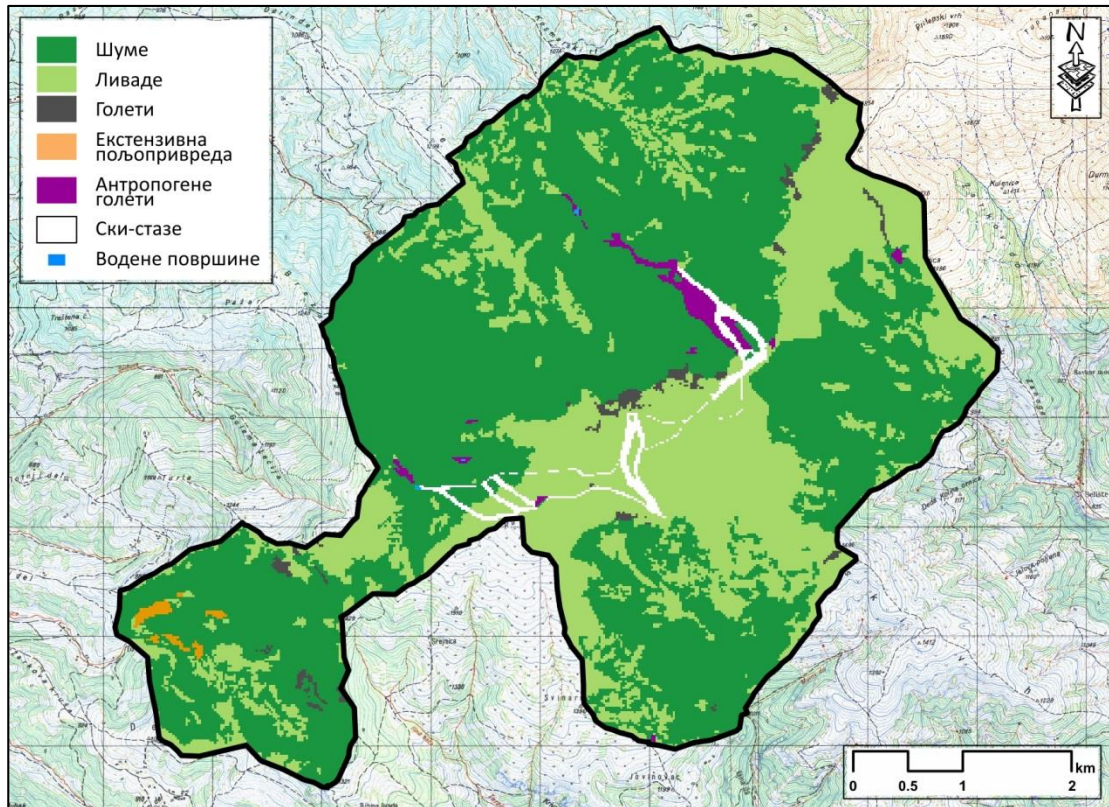
Подсливови	Козарничка		Дебештичка		Товарничка		Засковачка		Рекитска	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]
шуме	6.29	74.95	3.87	74.54	3.17	69.38	2.37	41.13	2.56	52.89
ливаде	1.92	22.85	1.29	24.73	1.12	24.46	3.36	58.35	2.25	46.38
природне голети	0.15	1.81	0.01	0.28	0.07	1.54	0.02	0.42	0.02	0.35
пољопривреда	-	-	-	-	0.19	4.26	0.003	0.06	-	-
путеви	0.03	0.39	0.02	0.45	0.02	0.36	0.002	0.04	0.02	0.38
<b>Σ</b>	<b>8.39</b>	<b>100</b>	<b>5.19</b>	<b>100</b>	<b>4.57</b>	<b>100</b>	<b>5.755</b>	<b>100</b>	<b>4.85</b>	<b>100</b>

1.6.3. За издвајање предеоних елемената, након уноса туристичко-рекреативних елемената, је био неопходан снимак високе резолуције који би, пре свега, омогућио прецизно картирање линеарних просторних елемената (ски-путеви, инфраструктурна мрежа, сервисни путеви, приступни путеви и сл.). Структура предела за ново стање (2008. године) је дефинисана поступком дигитализације

аерофото снимака у резолуцији (димензија пиксела) од 40cm (Слике 4.2.7., 4.2.8.). Делови истраживаног подручја, са унетим елементима који нису могли бити прецизно издвојени на аерофото снимцима, су допуњавани информацијама из Основа газдовања шумама за газдинске јединице „Бабин зуб – Орлов камен – Голаш“ и „Стара планина II – Топли До“ из 2012. године (векторска база података уступљена од стране Бироа за планирање и пројектовање у шумарству, ЈП „Србијашуме“ из Београда).



Слика 4.2.7. Структура површина на истраживаном подручју Старе планине у векторској бази података (2008. година)



Слика 4.2.8. Структура површина на истраживаном подручју Старе планине у растерској бази података (2008. година)

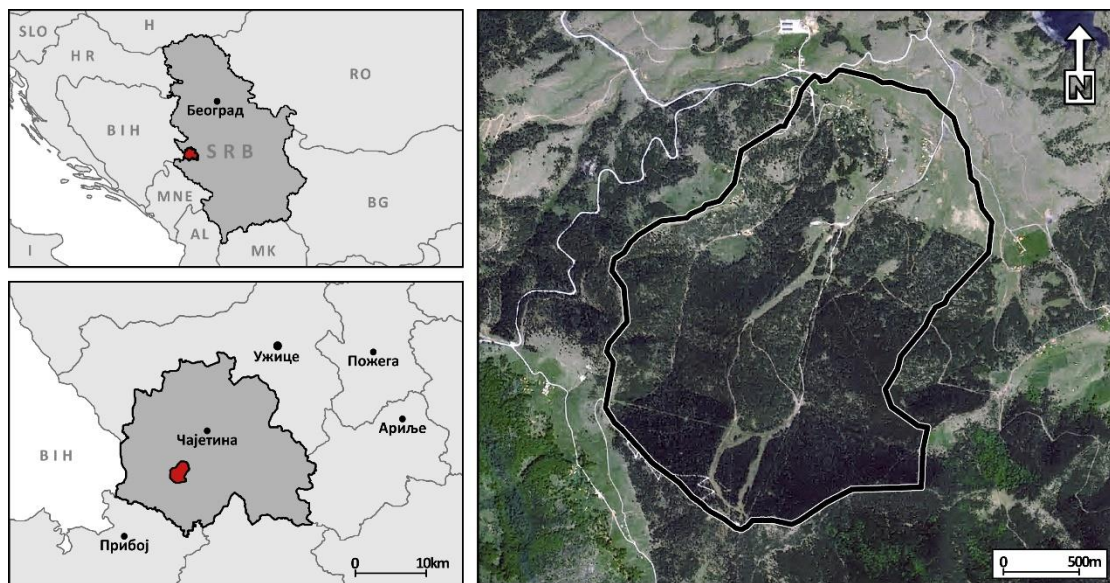
Табела 4.2.6. Учешће предеоних елемената у структури предела истраживаног подручја на Старој планини (2008. година)

Подсливови	Козарничка		Дебештичка		Товарничка		Засковачка		Рекитска	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]
шуме	5.96	71.05	3.78	72.78	3.15	68.96	17.78	61.83	2.51	51.88
ливаде	1.89	22.45	1.18	22.80	1.19	25.97	9.64	33.51	2.19	45.20
природне голети	0.15	1.76	0.01	0.28	0.07	1.54	0.27	0.95	0.02	0.35
ски-стазе	0.12	1.47	0.10	2.00	0.002	0.04	0.41	1.41	0.03	0.71
антроп. голети	0.18	2.12	0.04	0.86	0.05	1.16	0.31	1.07	0.01	0.23
пољопривреда	-	-	-	-	0.08	1.77	0.08	0.29	-	-
водене површ.	0.002	0.03	0.001	0.03	-	-	-	-	-	-
путеви	0.09	1.12	0.06	1.25	0.03	0.56	0.27	0.94	0.08	1.63
<b>Σ</b>	<b>8.39</b>	<b>100</b>	<b>5.19</b>	<b>100</b>	<b>4.57</b>	<b>100</b>	<b>5.755</b>	<b>100</b>	<b>4.85</b>	<b>100</b>

## 2.0. Јавно скијалиште „Торник“ на Златибору

### 2.1. Опште карактеристике истраживаног подручја на Златибору

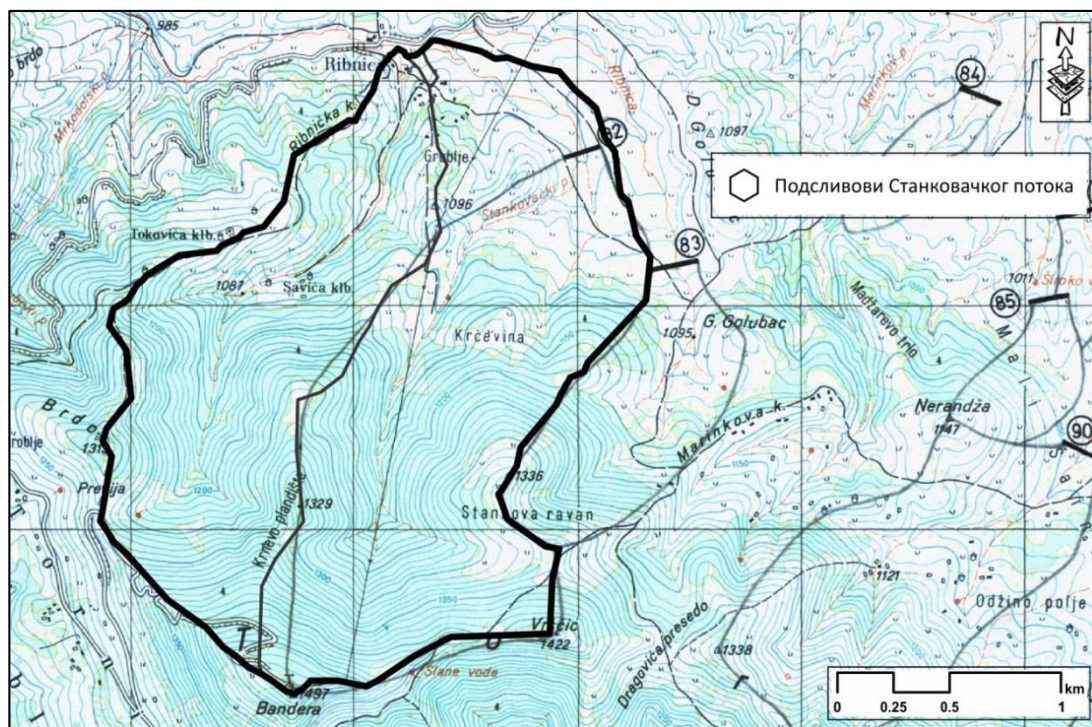
2.1.1. Златибор представља „таласасту“ висораван која је део система Динарских планина. Као морфолошка целина, на територији Србије, Златибор је са јужне и источне стране омеђен рекама Увац и Велики Рзав, на западу граничном линијом између Р. Србије и Р. Српске и атарима села Мокра Гора, Семегњево и Јабланица, као и Камишном реком на северу. Простире се правцем северозапад–југоисток са дужином од 55km и ширином од 20km. Просечна надморска висина златиборског подручја је око 1000m, са највишим врхом Торник (1496m н.м.) (Цвијић 1926; Ршумовић et al., 1991). Јавно скијалиште „Торник“ се налази у непосредној близини врха Торник, на територији општине Чајетина (Слика 4.2.9.). Као подручје израженог биолошког и геолошког диверзитета, Златибор се налази у поступку проглашења за заштићено подручје.



Слика 4.2.9. Локација Јавног скијалишта „Торник“ у ширем просторном контексту

2.1.2. Према методи описаној у овом поглављу (3.1. Домен истраживаног подручја), на Златибору је издвојен систем подсливова који збирно представљају уже истраживано подручје, укупне површине 4.649km<sup>2</sup> и просечне надморске висине 1190.56m н.м. (Слика 4.2.10.).





Слика 4.2.10. Систем подсливова на истраживаном подручју Златибора

2.1.3. Основне физичко-географске карактеристике истраживаних подсливова на Златибору су приказане у Табелама 4.2.7. и 4.2.8.

Табела 4.2.7. Основне физичко-географске карактеристике истраживаних подсливова

Подсливови	A [km <sup>2</sup> ]	O [km]	K <sub>v</sub> [m]	K <sub>u</sub> [m]	H <sub>sr</sub> [m]
Станковачки_01	1.93	7.10	1479.10	1018.90	1181.06
Станковачки_02	2.71	8.27	1419.48	1020.00	1197.81
Станковачки_03	4.65	9.11	1419.48	1018.90	1190.56

A – површина подслива [km<sup>2</sup>]

O – обим подслива (дужина вододелнице) [km]

K<sub>v</sub> – кота врха подслива (метара над морем) [m]

K<sub>u</sub> – кота ушћа подслива (метара над морем) [m]

H<sub>sr</sub> – средња надморска висина подслива (метара над морем) [m]

Табела 4.2.8. Основне физичко-географске карактеристике истраживаних подсливова

Подсливови	L [km]	L <sub>c</sub> [m]	I <sub>a</sub> [%]	I <sub>u</sub> [%]	I <sub>sr</sub> [%]	D [m]
Станковачки_01	3.51	1595.22	13.12	7.89	30.82	162.17
Станковачки_02	4.20	2210.57	9.52	5.78	26.11	177.81
Станковачки_03	4.31	2334.94	9.29	5.53	28.15	171.66

$L$  – дужина подслива по главном току, од тачке на вододелници до излазног профила [km]

$L_C$  – одстојање од излазног профила, мерено по главном току, до тачке у кориту, која је најближа тежишту слива [km]

$I_a$  – апсолутни нагиб дна речног корита [%]

$I_u$  – уравни пад дна речног корита [%]

$I_{sr}$  – средњи нагиб терена на подсливу [%]

$D$  – средња висинска разлика подслива [m].

## **2.2. Климатске карактеристике истраживаног подручја на Златибору**

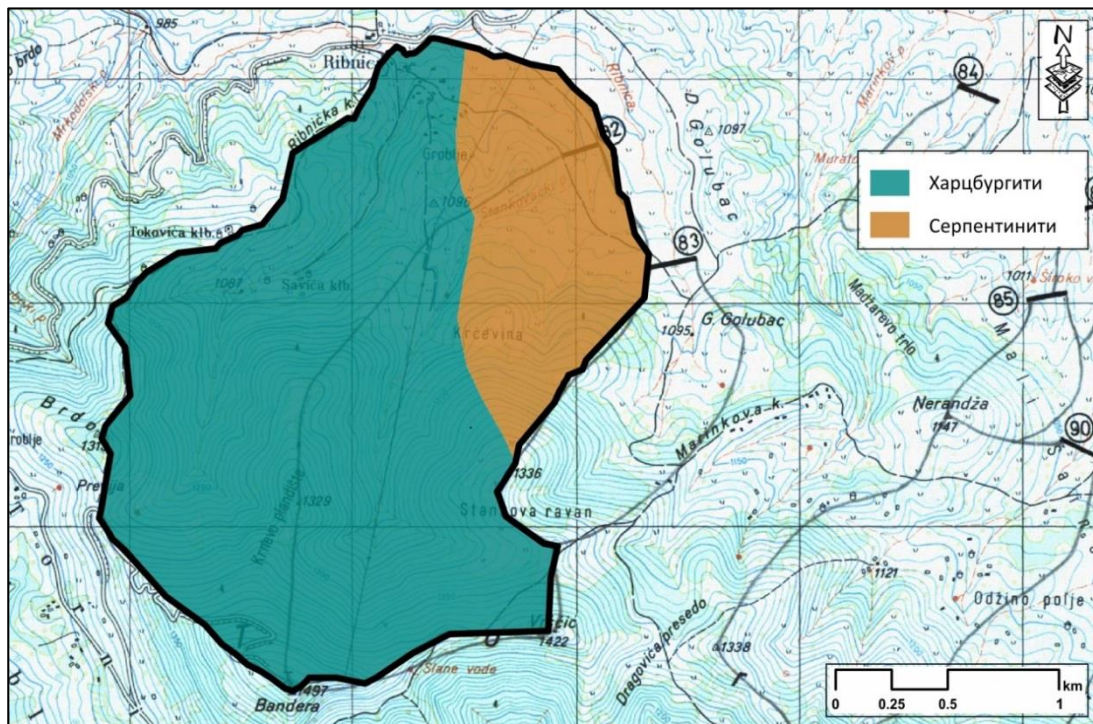
Захваљујући својим географским и геоморфолошким особеностима, Златибор је отворен према утицајима две велике природне целине, Панонске низије на северу и Јадранског мора на југу, које утичу на формирање сложеног климатског простора. Као и у случају Старе планине, анализа метеоролошко-климатских карактеристика истраживаног подручја на Златибору се базира на употреби података са кишомерних и метеоролошких станица. У ширем контексту, због поменутог утицаја, Златибор се одликује израженим променама микроклиматских услова, који због слабе „покривености“ терена метеоролошким станицама нису у потпуности квантификовани (Ршумовић et al., 1991). Из овог разлога, као и у случају Старе планине, информације о климатским карактеристикама је потребно одредити анализом података на регионалном нивоу (Миловановић, 2010). Просечна годишња количина падавина на истраживаном подручју је дефинисана према моделу, који је калибрисан на основу података са кишомерне станице „Златибор“, и износи  $P_{sr\text{god}}=997\text{mm}$  (Живковић, 2009). Просечна годишња температура ваздуха је процењена према моделу калибрисаном на основу података са метеоролошке станице „Златибор“, и износи  $T_{sr}=6.37^\circ\text{C}$  (Живковић, 2009).

## **2.3. Геолошке карактеристике истраживаног подручја на Златибору**

2.3.1. Према Основној геолошкој карти (ОГК) Србије (листови Титово Ужице и Пријеполје,  $R=1:100000$ ) и пратећем тумачу, утврђена је структура литолошких чланова истраживаног подручја на Златибору (Табела 4.2.9., Слика 4.2.11.) (Mojsilović et al., 1971; Ćirić et al., 1977).

Табела 4.2.9. Заступљеност литолошких чланова на истраживаном подручју Златибора

Типови земљишних творевина	Површина	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]
Харцбургити	3.613	77.71
Серпентинити	1.036	22.29
	Σ 4.649	100



Слика 4.2.11. Геолошка карта истраживаног подручја на Златибору

2.3.2. Најстарије стене и тектонски покрети везани су за палеозоик, који је литолошки представљен пелитима и псамитима, док су стене псефитског карактера слабије развијене. Наредни седиментациони циклус почиње у доњем тријасу (Т<sub>1</sub>), а марински режим траје све до горње јуре (Ј<sub>3</sub>).

2.3.3. Тријаски комплекс представљен је кварцним конгломератима, пешчарима и кречњацима доњег тријаса, слојевитим и масивним кречњацима средњег тријаса, као и кречњацима и доломитима горњег тријаса.

2.3.4. Током горње јуре извршена је екструзија Златиборског ултрамафита. Тако су, трансгресивно преко палеозојске подлоге, таложени кластични доњег тријаса који навише или бочно прелазе у песковите, глиновите и карбонатне стене. У средњем и горњем тријасу таложене су искључиво карбонатне стене:

плитководне, спрудне, кречњачко-доломитске фације са алгама, коралима и карактеристичним мегалодонима у горњем тријасу. Континуална седиментација карбонатних стенских маса завршава се у доњој јури – лијасу (J<sub>1</sub>). Почетком средње јуре – догера (J<sub>2</sub>), златиборску област захватили су магматски покрети повезани са процесима продубљивања. За овај геолошки период везано је, у лабилним деловима динарске геосинклинале, стварање дијабаз-ројначке формације. Геолошки најзначајније промене у златиборској области одиграле су се током горње јуре – малма (J<sub>3</sub>), када се преко дијабаз-ројначке формације у басену излива ултрамафитско тело знатне дебљине. Својим притиском и кретањем од осне линије, ултрамафитско тело ствара у подлози механичке s-површи, паралелне са површином, при чему зона стварања s-површи обухвата само контактни појас дебљине 50–200m, испод перидотита. Термички метаморфизам је веома интензиван, тако да се у непосредној контактної зони стварају парагенезе које одговарају амфиболској фацији, а нешто даље од контакта настају зелени шкриљци. У даљем процесу хлађења настају ендокинетичке пукотине.

2.3.5. У доњој креди интензивно су убране стене дијабаз-ројначке формације, при чему је дошло до латеризације перидотита (коре распадања). Током горње креде ценоман-турон (K<sub>2</sub><sup>2-3</sup>), Златиборски перидотитски масив претрпео је интензивна разламања, нарочито у ободним деловима, што је касније омогућило серпентинизацију и стварање бројних жица магнезита по целом масиву.

2.3.6. У тектонски спуштеним деловима терена, током миоцена таложени су језерски седименти, у којима су касније стварани раседи. Последњи геолошки период, терцијарно-квартарни, карактерише се јаким тектонским покретима и седиментацијом наслага мање дебљине, у изолованим језерским басенима (косјерићко-пожешки, златиборски и кремански). У језерским басенима, таложени су у почетку груби приобални седименти (шљункови, конгломерати, пешчари), а виши делови одликују се седиментацијом финозрних материјала (глине, доломити, магнезити, туфити, лапорци и карбонати).

2.3.7. У квартару, стварају се алувијални, барски и изворски седименти, сипари, падинске брече и плавинске лепезе.

2.3.8. Терен ширег истраживаног подручја, у геолошком смислу, одликује се разноврсним литолошким саставом. У оквиру геолошког стуба, формиране су стене од палеозојске до квартарне старости. Највећу површинску заступљеност имају перидотитске стене. Оне изграђују централни део планинског масива, и због своје генезе и структурног односа према осталим стенским масама, дају специфично обележје целом подручју.

2.3.9. Мезозојске творевине представљене су дебелослојевитим до банковитим кречњацима, кречњачким доломитима и доломитима са органогено-детритичном структуром горње тријаске старости ( $T_3^{1+2}$ ) метаморфисаном дијабаз-рожначком формацијом ( $J_{2,3}$ ), харцбургитима ( $\sigma_e$ ), лерзолитима ( $\sigma_{dl}$ ), серпентинитима ( $Se$ ) и серпентинисаним и опалитизираним харцбургитима ( $Seop$ ). Седиментне стене квартарне старости су представљене генетски различитим творевинама, које припадају језерско-барском ( $Q_{1,2}$ ), флувијалном (пролувијалне наслага-рг и алувијалне творевине-al) и падинском (делувијални седименти-dl) циклусу.

2.3.10. Харцбургити, који доминирају на истраживаном простору су чврсте стене свежег изгледа. У зонама руптурних структура заступљена је пукотинска порозност. Сталност режима воде указује на присуство пукотинске порозности у оквиру које циркулишу подземне воде. Пукотински систем је омогућио формирање пукотинског типа издани дуж руптурних зона, значајне издашности у харцбургитима (Nikić et al., 2013).

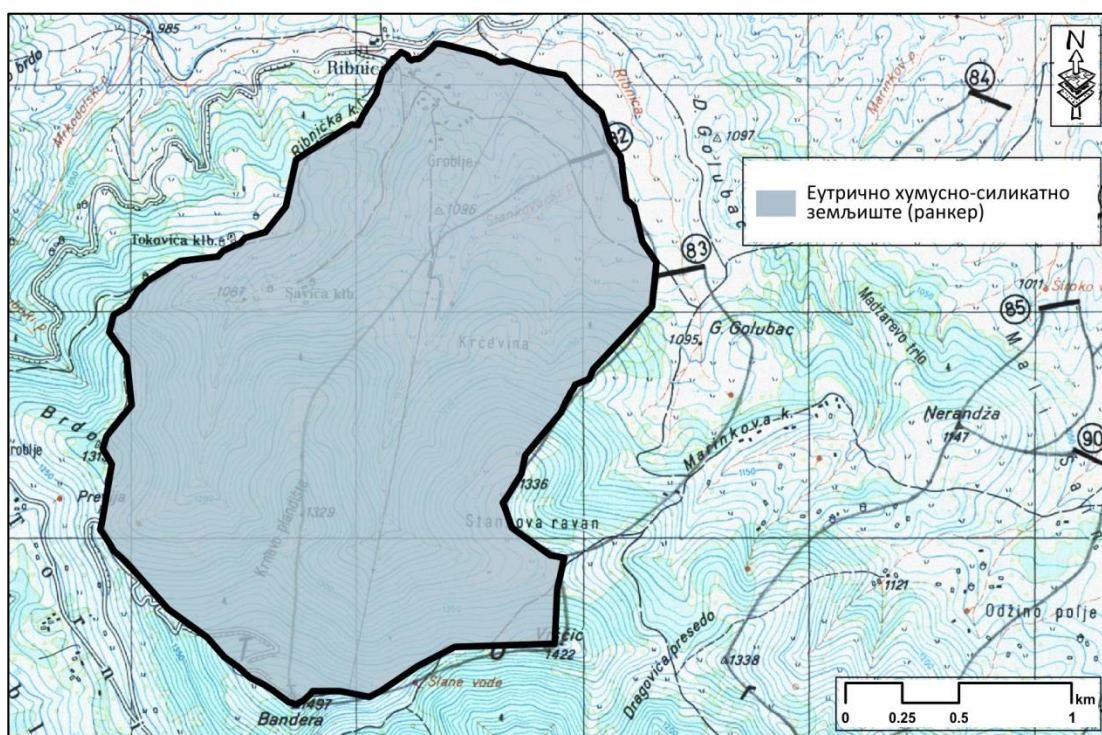
2.3.11. Серпентинисани и опалитисани харцбургити се простиру у централном делу истраживаног подручја на сливу Станковачког потока. Издвојени су као јединица тектонски оштећених, серпентинисаних и опалитисаних харцбургита, у којој се налазе бројне тање жице, прослојци и сочива опала. Чести су и мањи опалски рифови, који штрче из деструираних харцбургитских серпентинита (Nikić et al., 2013).

## **2.4. Педолошке карактеристике истраживаног подручја на Златибору**

2.4.1. Према Педолошкој карти Србије (лист Вардиште 4, R=1:50000) (Tanasijević et al., 1963; Škorić et al., 1985), а усаглашено са FAO класификацијом (FAO, 1988), истраживаним подручјем доминира еутрично хумусно-силикатно земљиште (ранкер) (Слика 4.2.12.).

Табела 4.2.10. Заступљеност одређених педолошких творевина према FAO класификацији (\*) и „старој“ класификацији (\*\*) (Škorić et al., 1985; FAO, 1988)

Типови земљишних творевина	Површина	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]
Ранкер (еутрично хумусно-силикатно земљиште)*	4.649	100
• Црница на серпентину (хумусно-силикатно земљиште)**		
	Σ 4.649	100



Слика 4.2.12. Педолошка карта \*\* истраживаног подручја на Златибору

2.4.2. **Ранкери** (еутрично хумусно-силикатно земљиште) истраживаног подручја се образују на серпентинима, који утичу на специфичан хемијски састав. Истиче се врло јак дебаланс у хранљивим елементима, који се огледа у сиромаштву земљишта у Са и К и високом садржају Mg, због чега се могу појавити антагонистички односи између ових јона. Серпентинит често садржи и велике количине неких олигоелемената (Ni, Cr, Co), који могу бити токсични за многе биљке. Отуда се на серпентинима често јавља сасвим специфична ендемска вегетација прилагођена таквим условима. Од физичких особина, истиче се првенствено механичка дробљивост стена на крупније одломке, због чега су сва серпентинска земљишта јако скелетна. Већина серпентинских стена је осим тога

и слабо пропустљива за воду, што може довести до појаве јаке ерозије и клизишта. Последица ерозионих процеса је избијање серпентина на површину и његово механичко трошење, а продукти тог распадања се мешају са еродираним земљишним материјалом, стварајући дубоке хетерогене делувилалне наносе. С друге стране, на огољеним серпентинским стенама се местимично образују иницијалне фазе хумусно-силикатног земљишта, тако да настају врло сложени и необични комплекси земљишта, који су и у вегетацијском погледу веома сложени и хетерогени (Кошанин, Кнежевић, 2006; Ђорђевић et al., 2011).

## **2.5. Вегетација истраживаног подручја на Златибору**

2.5.1. Као и Стара планина, Златибор представља подручје израженог флористичког диверзитета, са описаних 497 биљних таксона, од којих 467 скривеносеменица, 6 голосеменица, 10 папрати и 14 маховина. Шири просторни контекст истраживаног подручја на Златибору поседује релативан диверзитет природно потенцијалне вегетације, која се у прошлости нарочито односила на велике површине под примарном шумском вегетацијом (Ршумовић et al., 1991). Генерално, део површина под шумом захвата храстове и букове шуме, док је доминантно учешће вегетације ливада, пашњака и камењара на платиома и врховима (Stefanović, 1986). Ливаде и пашњаци на Златибору су секундарно настали на стаништима шумске вегетације, крчењем и уништавањем шума у прошлости. Поред овога, није занемарљив ни утицај прекомерног пашарења, као ни неконтролисане урбанизације.

2.5.2. Истраживано подручје је локалитет на основу кога је 1951. године описана асоцијација шума белог и црног бора (*Pinetum nigrae-silvestris* Pavl. 1951, односно подсвеза *Orno-Ericenion serpentanicum* Krause et Ludvig, 1957) (Stefanović, 1986; Tomić, Rakonjac, 2013). Ово је иначе најраспрострањенији тип шума Златибора, и очуване састојине (као што су делови истраживаног подручја) су заправо очувани остаци некадашњих шума, значајне еколошке вредности. Заједница представља додирну зону ареала црног и белог бора, као комбинацију њихових основних едификатора. Уопштено, састојине ове заједнице се јављају на 1000–1400m н.м. где нагиби нису толико изражени. Ове шуме су светле, ретког склопа са малим бројем врста у спрату дрвећа. Осим едификатора *Pinus*

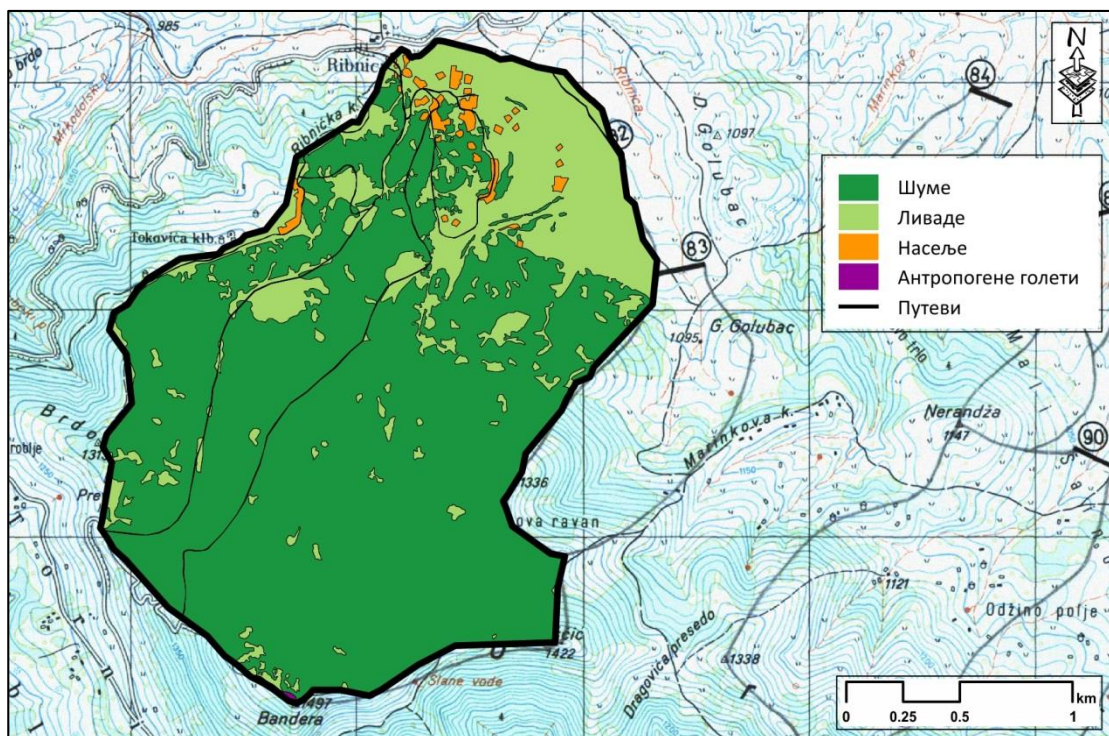
*sylvestris* и *Pinus nigra* појединачно су заступљене *Picea abies* и *Abies alba*, као и *Betula pendula* у висински нижим деловима истраживаног подручја. Приземна флора је богата и бујна. У јаче девастираним областима, под утицајем урбанизације, какав је случај на нижим деловима истраживаних сливова на Златибору, призмена флора прелази у ливадску вегетацију која се формира на дубљим и киселијим земљиштима (Татић, Томић, 2006). Како нижи, источни делови истраживаног подручја, имају наглашене природне негативне утицаје (велики нагиби и плитка земљишта), током осамдесетих година су пошумљаване. Као и у осталим вештачким састојинама на Златибору, пошумљавања на предметном локалитету су се вршила црним и белим бором.

## **2.6. Структура површина истраживаног подручја на Златибору**

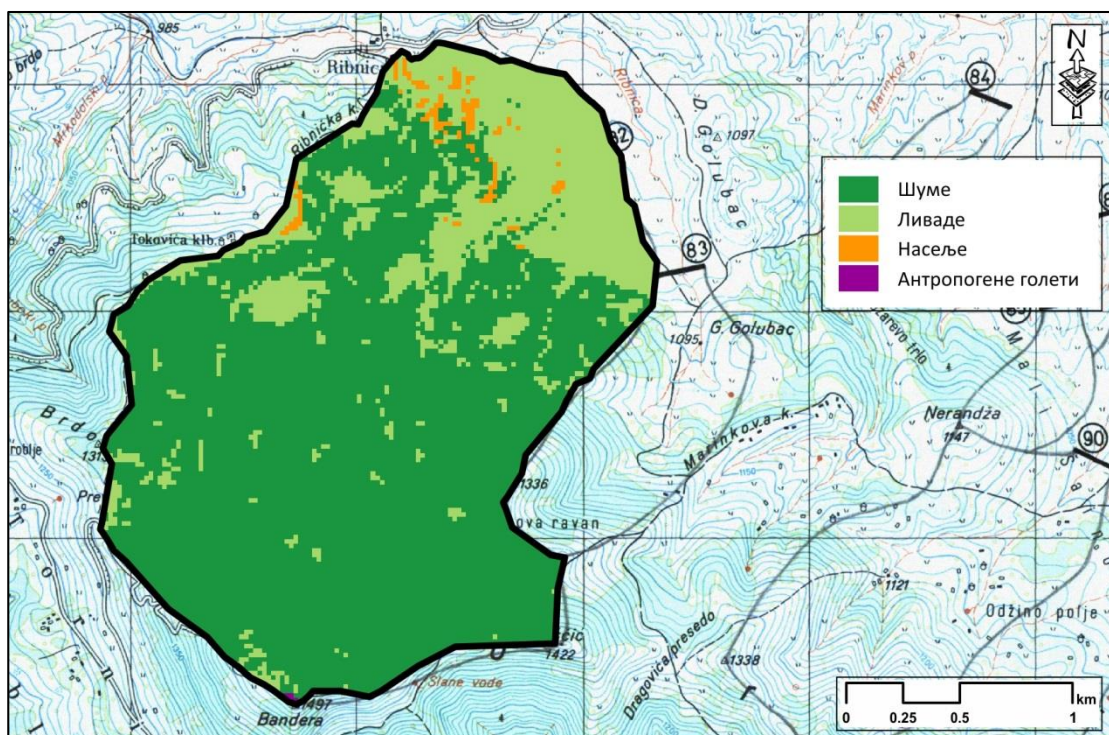
2.6.1. Иако се могу наћи информације о ранијим скијашким активностима на Златибору, прво организовано коришћење овог простора у рекреативне сврхе почиње након 1982. године, када је просечен основни систем ски-стаза на северним шумовитим падинама врха Торник. Дуг временски период (до 1999. године), стазе су повремено коришћење од стране припадника Војске Југославије и локалних скијашких организација. Након НАТО агресије, када је уништен репетитор на Торнику, једно време стазе нису коришћене. Почетком 2007. године, обновљен и проширен постојећи систем ски-стаза постаје простор којим управља ЈП „Скијалишта Србије“, када добија и статус званичног Јавног скијалишта (ски-центар „Торник“).

2.6.2. Намена површина, односно, структура предела, пре уноса туристичко-рекреативних елемената је дефинисана у односу на аерофото скице високе резолуције, које приказују стање структуре предела с почетка 1982. године (растерска база података, у власништву Војногеографског института из Београда) (Слике 4.2.13., 4.2.14.).





Слика 4.2.13. Структура површина истраживаног подручја на Златибору у векторској бази података (1982. година)

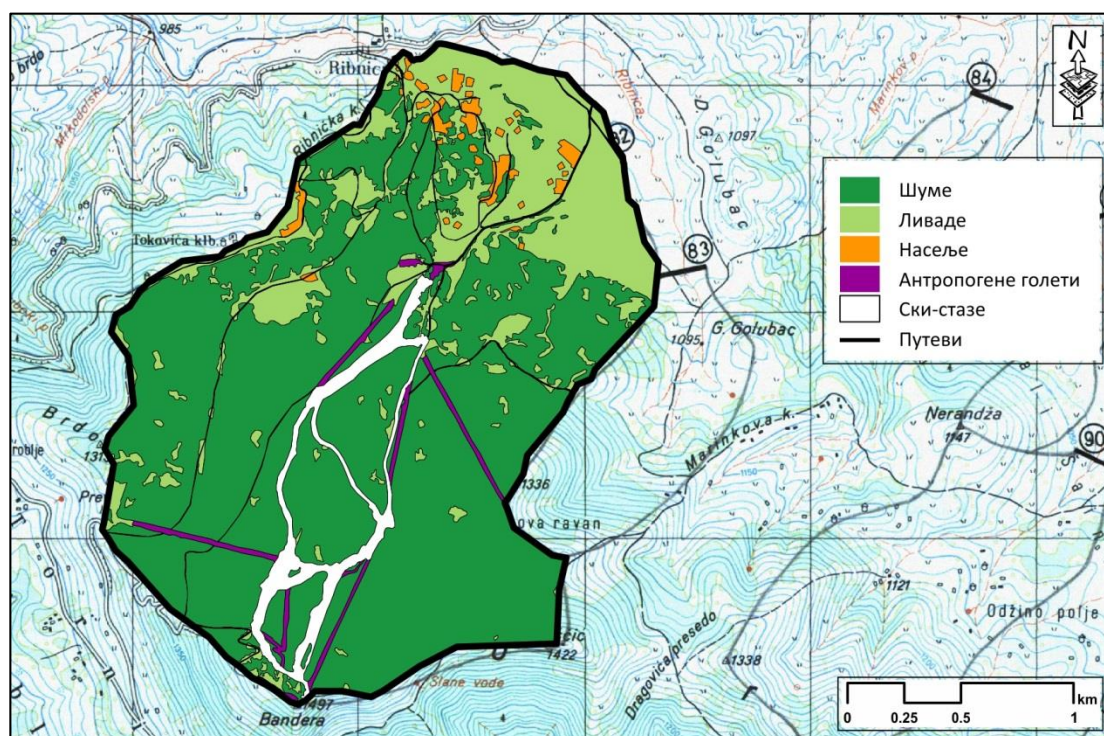


Слика 4.2.14. Структура површина истраживаног подручја на Златибору у растерској бази података (1982. година)

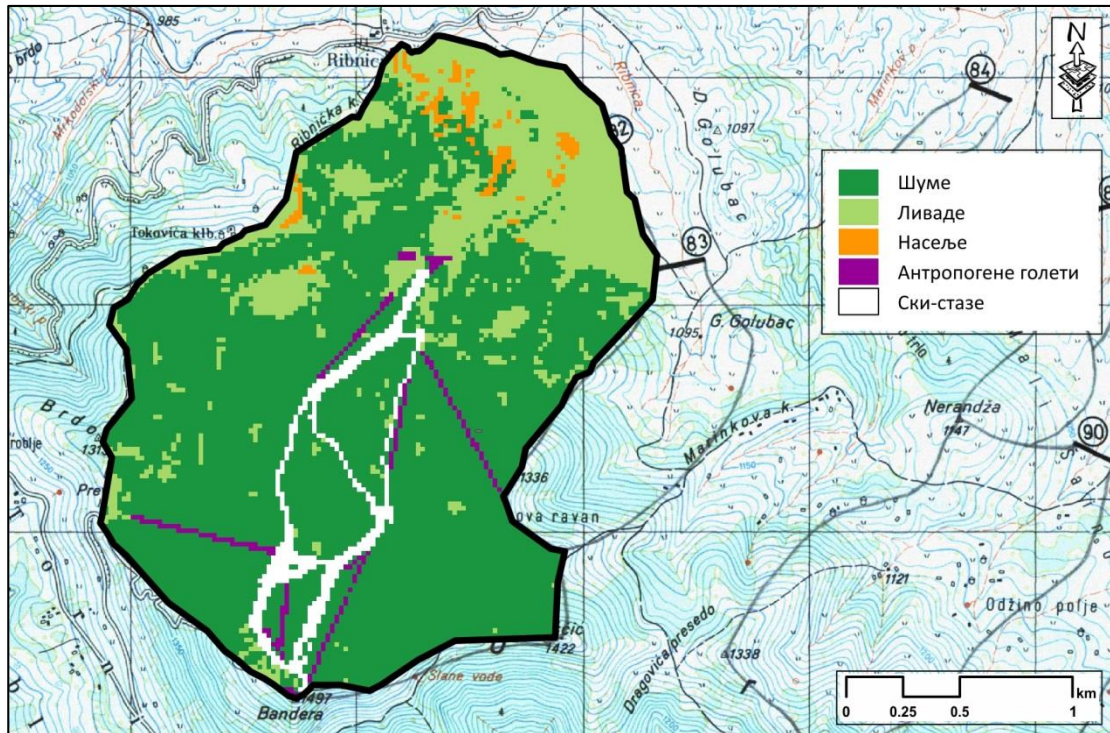
2.6.3. Структура предела за ново стање (2008. године) је дефинисана поступком дигитализације аерофото снимака у резолуцији (димензија пиксела) од 40cm (растерска база података уступљена од стране Републичког геодетског завода из Београда) (Слике 4.2.15., 4.2.16.).

Табела 4.2.11. Учешће предеоних елемената у структури предела истраживаног подручја на Златибору (1982. и 2008. година)

Подсливови	Станковачки (1982)		Станковачки (2008)	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]
шуме	3.495	75.19	3.246	69.83
ливаде	1.068	22.98	1.023	22.02
насеља	0.060	1.28	0.075	1.61
антроп. голети	0.002	0.05	0.077	1.65
ски-стазе	-	-	0.186	4.00
путеви	0.023	0.50	0.041	0.89
<b>Σ</b>	<b>4.649</b>	<b>100</b>	<b>4.649</b>	<b>100</b>



Слика 4.2.15. Структура површина истраживаног подручја на Златибору у векторској бази података (2008. година)



Слика 4.2.16. Структура површина истраживаног подручја на Златибору у растерској бази података (2008. година)

## V. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

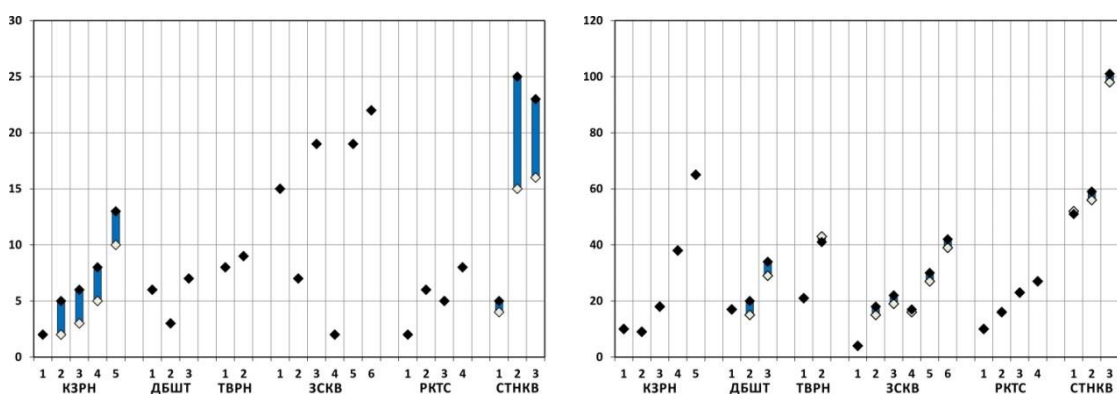
### V-1. Резултати анализе промена структуре предела истраживаних подручја на Старој планини и Златибору

Резултати истраживања су добијени на основу примене методолошког приступа, описаног у поглављима III-1. Анализа промене структуре предела и IV-1. Материјалне основе за примену усвојених методолошких приступа.

#### 1.0. Промена метрике просторне компактности и величине

##### 1.1. Број предеоних елемената (PN) и просторна компактност предеоних елемената (PD)

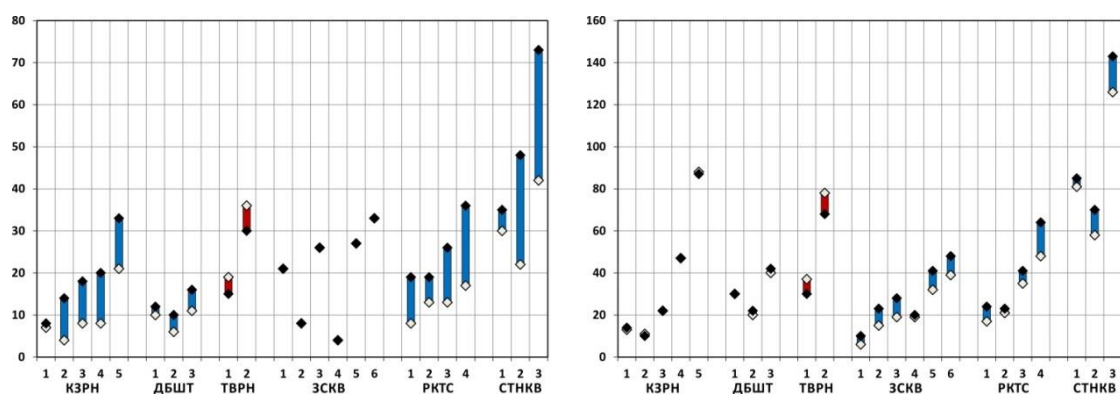
1.1.1. На нивоу класе у матрици растера, на подручју Старе планине, параметар PN је промењен у структури предеоног елемената шуме, на подсливовима Козарничке реке (просечна промена: 68.00%). На подручју Златибора, промена параметра PN је такође уочљива (просечна промена: 45.15%). У структури предеоних елемената ливада, до промене PN је дошло на сливовима Дебештичке (просечна промена: 16.86%), Товарничке и Засковачке реке. Слив Рекитске реке није доживео промену PN параметра у матрици растера (Слика 5.1.1.) (Табеле А.1.1., А.1.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.1. Метрика растера PN на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

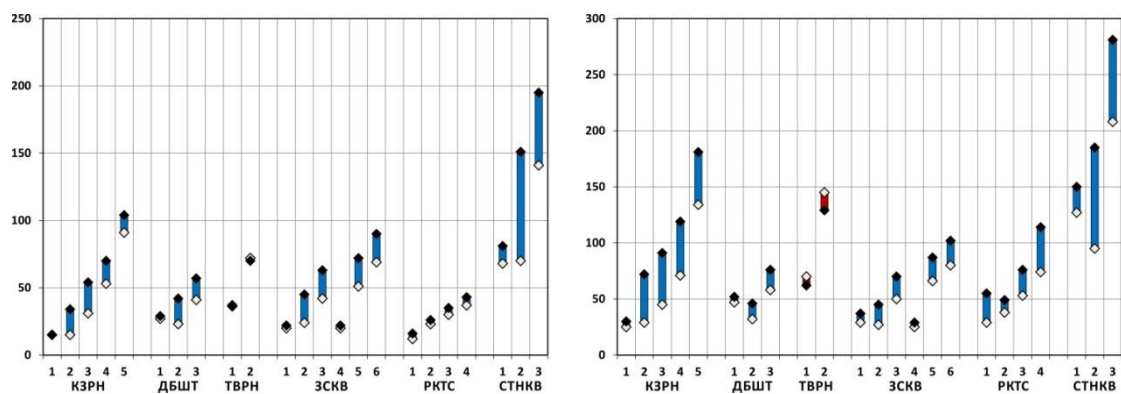
1.1.2. На нивоу класе, у матрици вектора PN је промењен у другачијем контексту. Због природе базе података у векторском облику, параметар PN је „осетљивији“, тако да су и промене израженије, али и оптерећене додатним

варијаблама (нпр. систем путне инфраструктуре формира велики број површински малих фрагмената предеоних елемената). У структури предеоног елемента шуме, до најинтензивније промене PN на подручју Старе планине, је дошло на сливовима Козарничке, Дебештичке и Рекитске реке, док је на Златибору промена уочљива на свим подсливовима. У структури предеоног елемента ливаде, до промене PN је дошло на сливовима на Старој планини (Засковачка и Рекитска река) и на Златибору. Подсливови Товарничке реке једини показују негативне вредности, односно, смањење броја предеоних елемената услед уноса једног површински великог предеоног елемента (Слика 5.1.2.) (Табеле А.2.1., А.2.2. у Прилогу А).



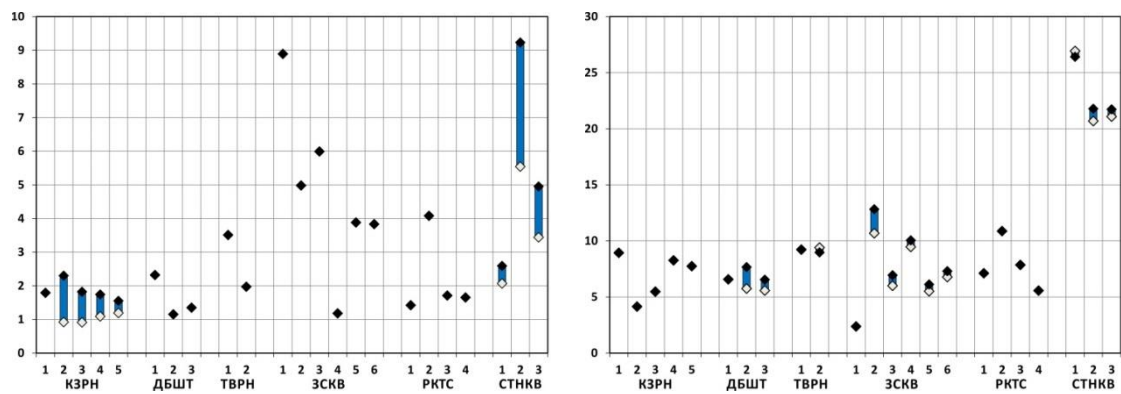
Слика 5.1.2. Метрика вектора PN на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

1.1.3. На нивоу интегралног предела, метрика растера и вектора PN даје различите резултате у смислу позиције и пренаглашености екстремних промена. У матрици растера, на подручју Старе планине, промена PN је најизраженија на подсливовима Козарничка\_02, Дебештичка\_02, Дебештичка\_03, Засковачка\_02 и Засковачка\_03. На подручју Златибора, промена параметра PN је уочљива на подсливовима Станковачки\_01 и Станковачки\_02. Наведени подсливови Наведени подсливови на Старој планини и Златибору су локације ски-стаза. У матрици вектора, PN промена је најизраженија на подсливовима Козарничка\_02, Козарничка\_03 и подсливовима Рекитске реке. Векторска база издваја екстремне промене на подсливовима који су локација изражене путне инфраструктурне мреже (Слика 5.1.3.) (Табеле А.3.1., А.3.2. у Прилогу А).

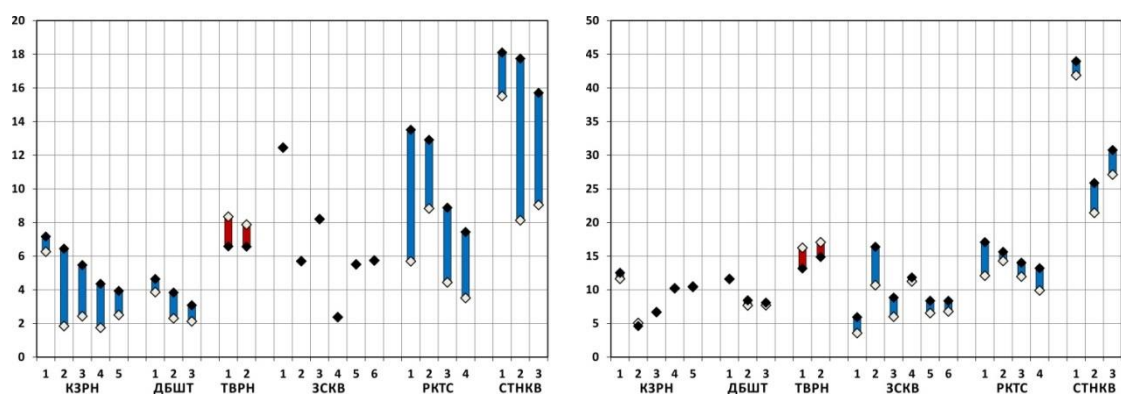


Слика 5.1.3. Метрика растера и вектора PN на нивоу интегралног предела

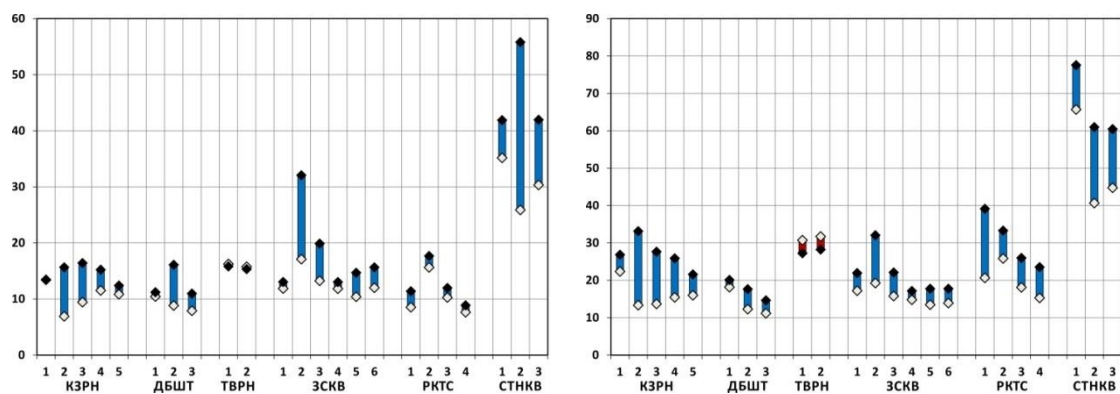
1.1.4. На нивоу класе и предела, метрика растера и вектора PD промена показује потпуно исте релације као и промена PN параметра (Слике 5.1.4., 5.1.5. и 5.1.6.) (Табеле А.4.1., А.4.2., А.5.1., А.5.2. А.6.1., А.6.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.4. Метрика растера PD на нивоу класе



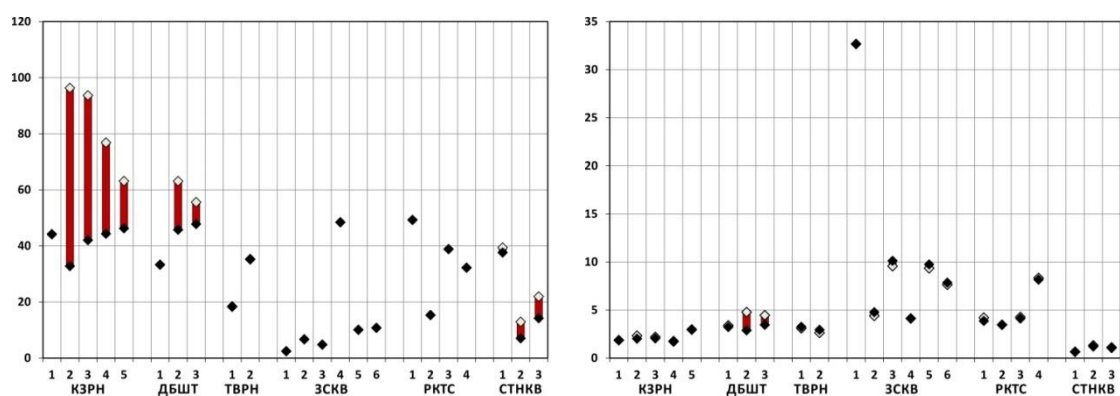
Слика 5.1.5. Метрика вектора PD на нивоу класе



Слика 5.1.6. Метрика растера и вектора PN на нивоу интегралног предела

## 1.2. Просечна површина предеоних елемената (AREA\_MN) и медијана површина предеоних елемената (AREA\_MD)

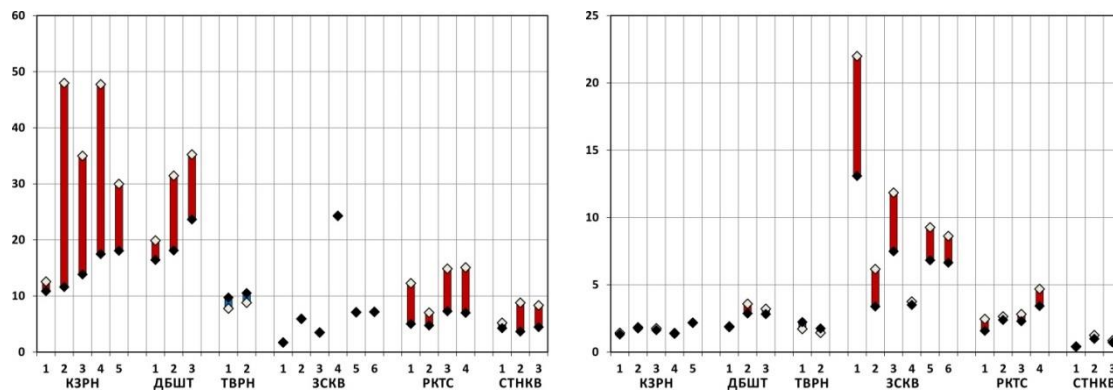
1.2.1. На нивоу класе у метрици растера, промена вредности параметра AREA\_MN на подручју Старе планине је највише изражена на подсливовима Козарничке реке за шуму као предеони елемент (посебно на подсливовима Козарничка\_02 и Козарничка\_03). За шуму као предеони елемент, у растерској бази података није дошло ни до какве промене на подсливовима Засковачке и Рекитске реке. Све промене имају негативан предзнак, што значи да вредност параметра AREA\_MN у свим сливовима показује смањење (Слика 5.1.7.) (Табеле А.7.1., А.7.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.7. Метрика растера AREA\_MN на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

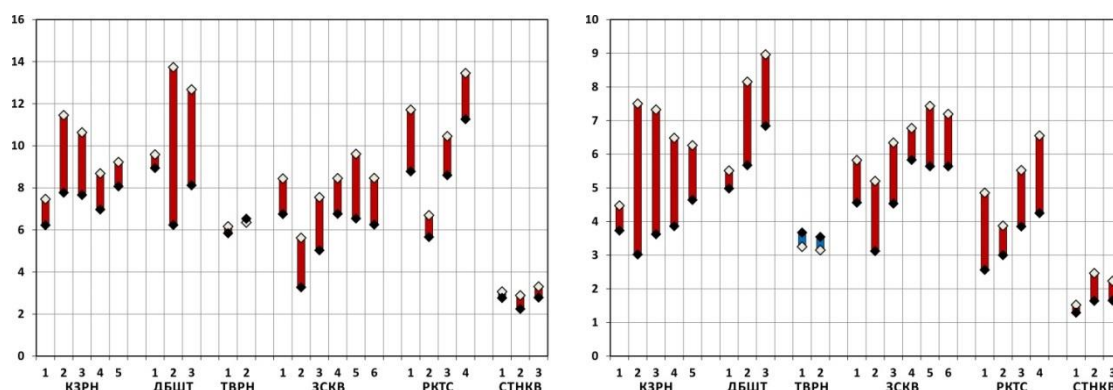
1.2.2. На нивоу класе у метрици вектора, вредност параметра AREA\_MN показује израженије промене. Осим на подсливовима Товарничке реке, вредности AREA\_MN су у свим осталим случајевима смањене (најинтензивнија промена је уочљива на подсливовима Козарничке реке на Старој планини). За

разлику од метрике растера, подсливови Рекитске реке на Старој планини показују интензивну промену у предеоним елементима шуме и ливаде (Слика 5.1.8.) (Табеле А.8.1., А.8.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.8. Метрика вектора AREA\_MN на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

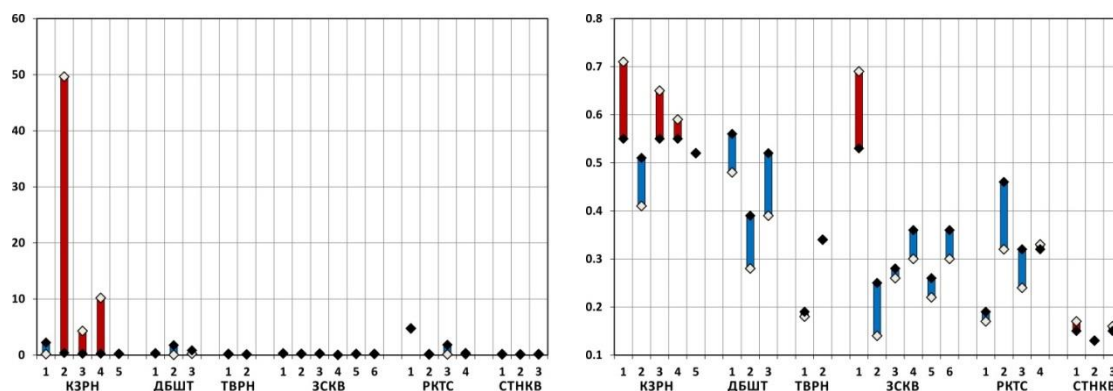
1.2.3. Промене вредности AREA\_MN параметра на нивоу интегралног предела углавном показују велики степен компатибилности у метрици растера и метрици вектора. Наравно, оптерећеност векторске базе путном инфраструктуром резултира интензивнијим променама у метрици AREA\_MN већине подсливова. Унос једног великог предеоног елемента на оба подслива Товарничке реке (Товарничка\_01 и Товарничка\_02) је изазвао повећање вредности AREA\_MN, тако да је на предметним подсливовима уочен највећи контраст између резултата добијених анализом растера и вектора (Слика 5.1.9.) (Табеле А.8.1., А.8.2. у Прилогу А).



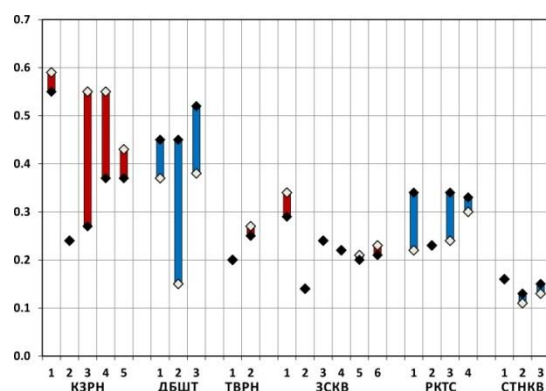
Слика 5.1.9. Метрика растера и вектора AREA\_MN на нивоу интегралног предела



1.2.4. Резултати промене параметра AREA\_MD, на нивоу класе и на нивоу интегралног предела, не показују очекиване последице на основу којих би се могао извући одређени закључак (Слика 5.1.9.). (Табеле А.10.1., А.10.2., А.10.3., А.10.4. у Прилогу А).



Слика 5.1.10. Метрика вектора AREA\_MD на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

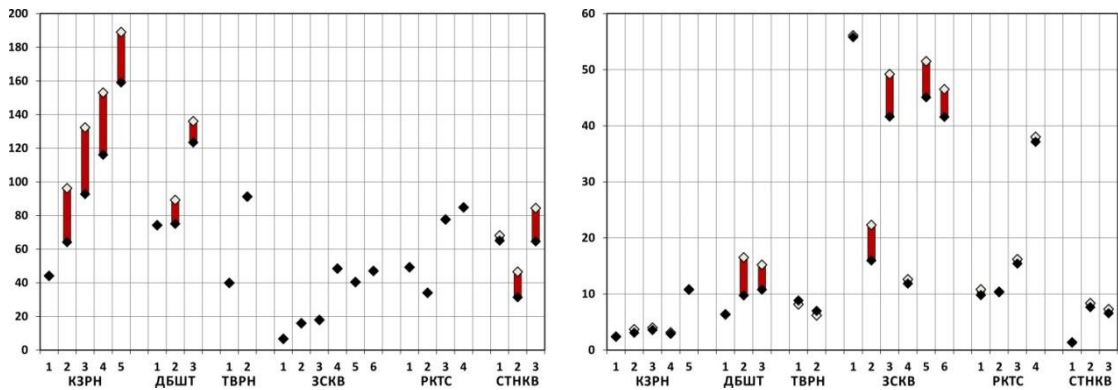


Слика 5.1.11. Метрика вектора AREA\_MD на нивоу интегралног предела

### 1.3. Стандардна девијација површине предеоних елемената (AREA\_SD) и коефицијент варијације површине предеоних елемената (AREA\_CV)

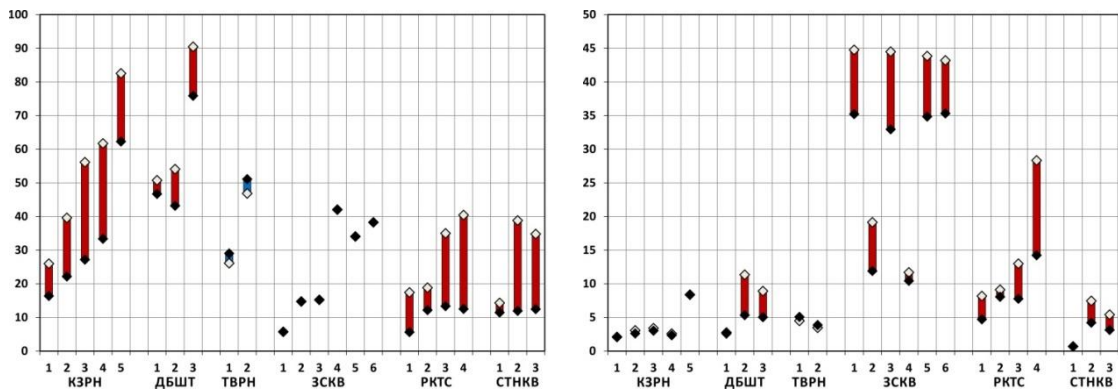
1.3.1. Вредности метрике растера AREA\_SD, на нивоу класе, одражавају највећу негативну промену у предеоним елементима шуме на подсливовима Козарничке и Дебештичке реке; нарочито Козарничка\_02, Козарничка\_03, Козарничка\_04 и Дебештичка\_02 на Старој планини, као и Станковачки\_02 Станковачки\_03 на Златибору. За ливаде као предеони елемент, интензивна промена AREA\_SD је уочена на подсливовима Козарничка\_02, Козарничка\_03, Козарничка\_04, као и Засковачка\_02 и Засковачка\_03 на подручју Старе планине. Најинтензивнија позитивна промена вредности AREA\_SD за предеони елемент ливаде је уочена

на подсливовима Товарничке реке на Старој планини (Слика 5.1.2.) (Табеле А.11.1., А.11.2. у Прилогу А).



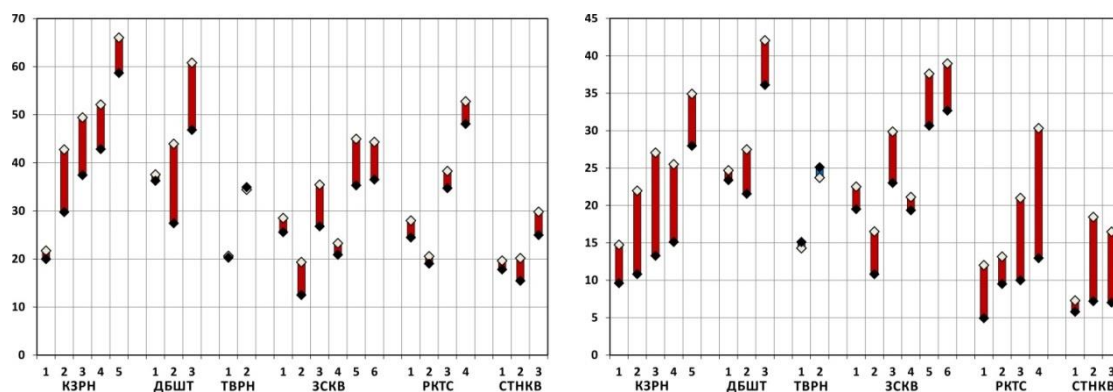
Слика 5.1.12. Метрика растера AREA\_SD на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

1.3.2. Вредности метрике вектора AREA\_SD, на нивоу класе, такође показују негативне вредности за предеоне елементе шуме и ливаде. Најинтензивнија негативна промена предеоног елемента шуме, по овом параметру, је на подсливовима Рекитске (просечна промена: -58.46%) и Козарничке (просечна промена: -40.61%) реке на Старој планини, као и Станковачког потока (просечна промена: -51.14%) на Златибору. Промена предеоног елемента ливаде је такође најинтензивнија на подсливовима Рекитске реке, али је значајна и на подсливовима Дебештичке и Засковачке реке на Старој планини. Поново, оба предеона елемента на подсливовима Товарничке реке показују раст вредности параметра AREA\_SD (Слика 5.1.13.) (Табеле А.12.1., А.12.2. у Прилогу А).



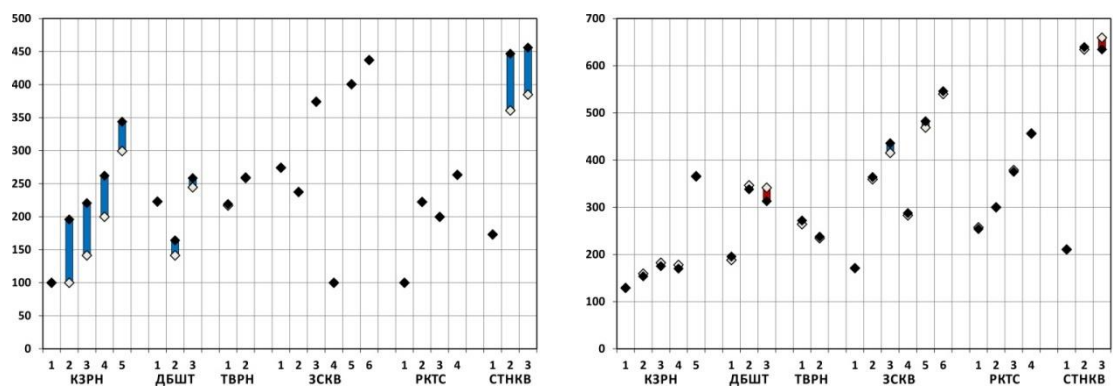
Слика 5.1.13. Метрика вектора AREA\_SD на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

1.3.3. Упоредном анализом параметра AREA\_SD, на нивоу интегралног предела, приметне су значајне разлике у метрици растера и метрици вектора. Метрика растера показује релативне хомогене негативне промене на нивоу основних сливова. Издвајају се вредности за подсливове Козарничка\_02, Козарничка\_03, Дебештичка\_02, Засковачка\_02, Засковачка\_03, Засковачка\_05 и Рекитска\_01 на Старој планини. Метрика вектора је другачија јер упућује да је параметар AREA\_SD највише промењен на подсливовима Рекитске реке (просечна промена: -49.08%) а затим на подсливовима Козарничке реке (просечна промена: -39.40%) на Старој планини као и Станковачког потока на Златибору (просечна промена: -46.24%) (Слика 5.1.14.) (Табеле А.13.1., А.13.2. у Прилогу А).



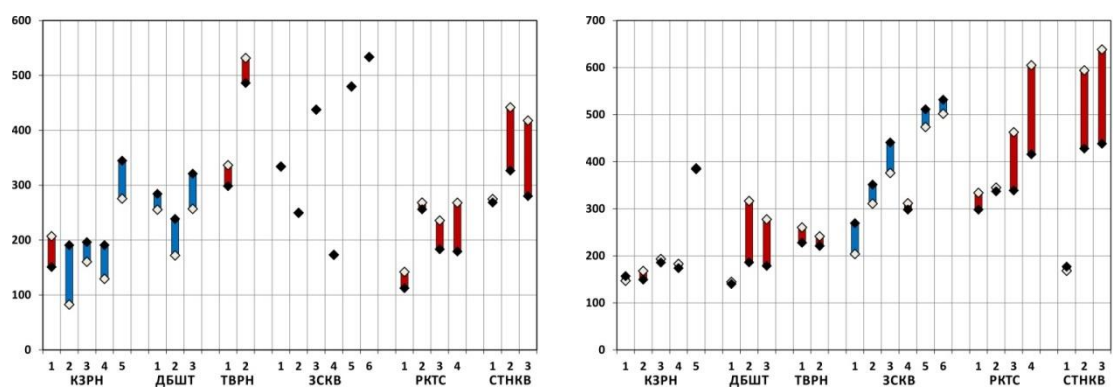
Слика 5.1.14. Метрика растера и вектора AREA\_SD на нивоу интегралног предела

1.3.4. Метрика растера параметра AREA\_CV за предеони елемент шуме показује највећу промену на сливу Козарничке реке на Старој планини (просечна промена: 39.64%), и то пре свега захваљујући интензивној промени на подсливовима Козарничка\_02 и Козарничка\_03. На подручју Златибора, промена параметра AREA\_CV је уочљива на подсливовима Станковачки\_02 и Станковачки\_03. За предеони елемент ливаде, негативна промена је приметна на подсливу Дебештичке реке на Старој планини као и Станковачког потока на Златибору (Слика 5.1.15.) (Табеле А.14.1., А.14.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.15. Метрика растера AREA\_CV на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

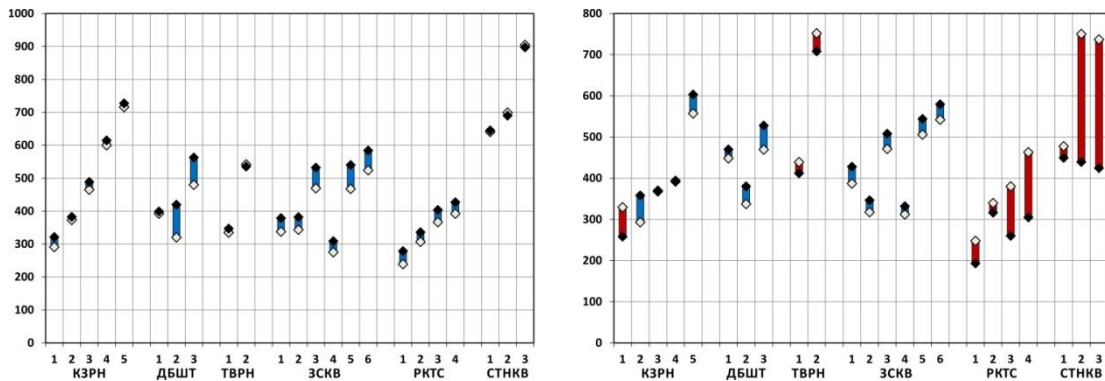
1.3.5. Метрика вектора параметра AREA\_CV, за предеони елемент шуме, показује најинтензивнију промену на сливовима Козарничке, Дебештичке и Рекитске реке на Старој планини, као и Станковачког потока на Златибору. За предеони елемент ливаде, промена вредности је приметна на свим истраживаним подсливовима. С обзиром на „осетљивост“ векторске базе података, у анализи промена параметра AREA\_CV су приметне негативне вредности на подсливовима који су доминантно измењени развојем путне инфраструктуре (Слика 5.1.16.) (Табеле А.15.1., А.15.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.16. Метрика вектора AREA\_CV на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

1.3.6. Метрика растера и вектора AREA\_CV, на предеоном нивоу, показује сасвим различите резултате. У метрици растера најинтензивније промене су регистроване на подсливовима где су туристичко-рекреативни елементи приближно подједнако утицали на оба, до тада најзаступљенија предеона елемента, шуме и ливаде (Дебештичка\_02, Дебештичка\_03, Рекитска\_01 и Рекитска\_03). У метрици вектора, услед формирања већег броја површински

малих предеоних елемената, не постоји јасна правилност у промени вредности параметра AREA\_CV (Слика 5.1.17.) (Табеле А.16.1., А.16.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.17. Метрика растера и вектора AREA\_CV на нивоу интегралног предела

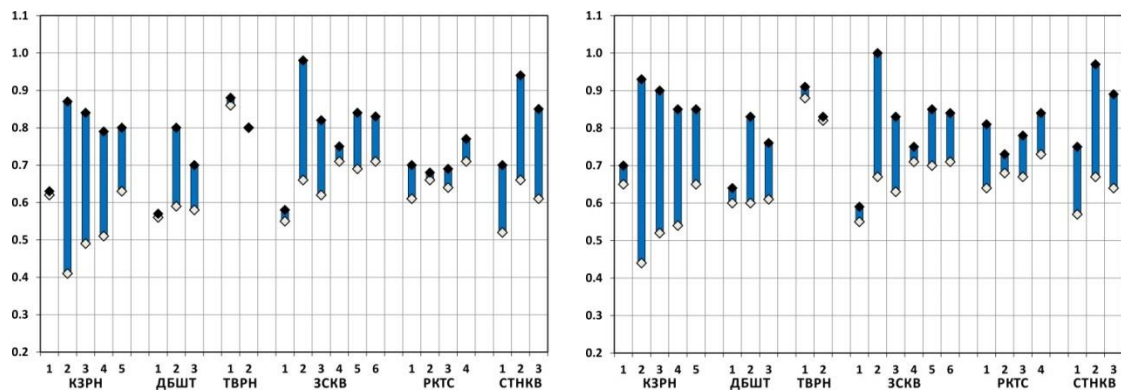
## 2.0. Промена метрике диверзитета структуре предела

### 2.1. Разноликост предеоних елемената (PR)

2.1.1. На свим истраживаним подсливовима, на подручју Старе планине и Златибора, уочава се повећање вредности параметра PR као директна последица уношења туристичко-рекреативних елемената (ски-стазе, антропогене голети и водна тела) у аутохтону структуру предела.

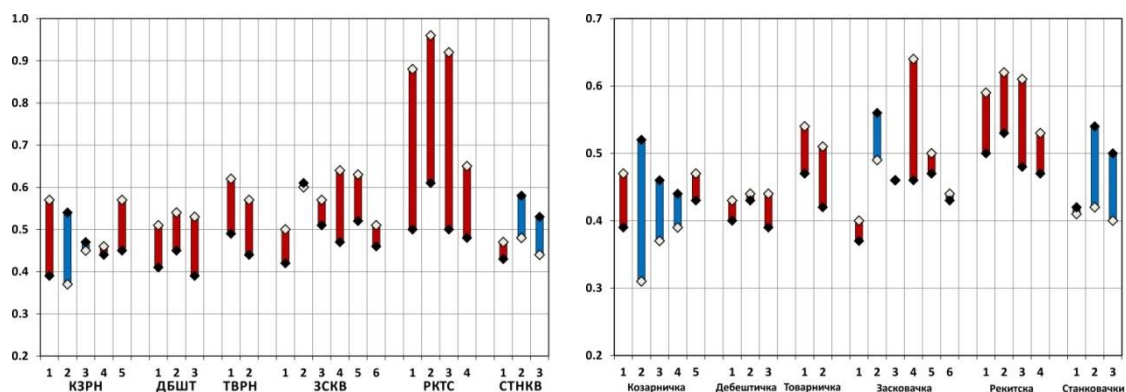
### 2.2. Shannon индекс диверзитета (SHDI) и Shannon индекс равномерности (SHEI)

2.1.1. Метрике параметара SHDI, које су анализирани на растерској и векторској основи, показују висок степен сличности. Основна разлика је садржана у степену детаљности информационе основе, тако да је код метрике вектора приметна израженија промена на подсливовима са гушћом путном мрежом. Обе метрике указују на највећу промену вредности SHDI на подсливовима Козарничке (Козарничка\_02, Козарничка\_04, Козарничка\_05), Дебештичке (Дебештичка\_01, Дебештичка\_02) и Засковачке реке (Засковачка\_02, Засковачка\_03) на Старој планини, као и подсливовима Станковачког потока на Златибору. На подсливовима Рекитске реке вредности SHDI показују значајан пораст вредности у матрици вектора на супрот метрике растера (Слика 5.1.18.) (Табеле А.17.1., А.17.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.18. Метрика растера и вектора SHDI на нивоу интегралног предела

2.1.2. Као и SHDI, метрика SHEI на предеоном нивоу је осетљива на утицај детаљности базе података, у смислу екстремних вредности, док су трендови промена врло слични. У метрици растера, најинтензивнија негативна промена је уочена на подсливовима Рекитске (просечна промена: -37.86%) и Дебештичке реке (просечна промена: -22.13%) на Старој планини. Најинтензивнија позитивна промена је уочена на подсливовима Козарничка\_02 и Засковачка\_02. У метрици вектора, негативне промене су уочљиве на истим подсливовима, али мањег интензитета. Посебно је уочљива позитивна промена на подсливовима Козарничка\_02 и Засковачка\_02 на Старој планини, као и на подсливовима Станковачки\_02 и Станковачки\_03 на Златибору (Слика 5.1.19.) (Табеле А.18.1., А.18.2. у Прилогу А).

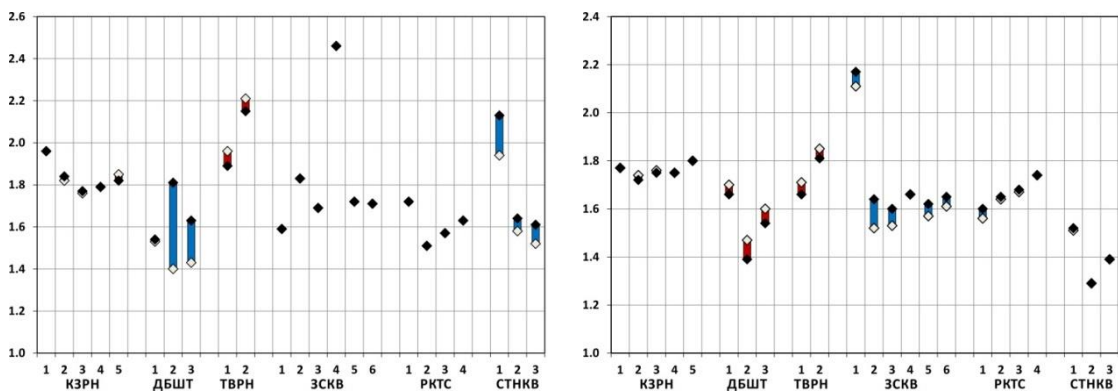


Слика 5.1.19. Метрика растера и вектора SHEI на нивоу интегралног предела

### 3.0. Промена метрике форме предеоних елемената

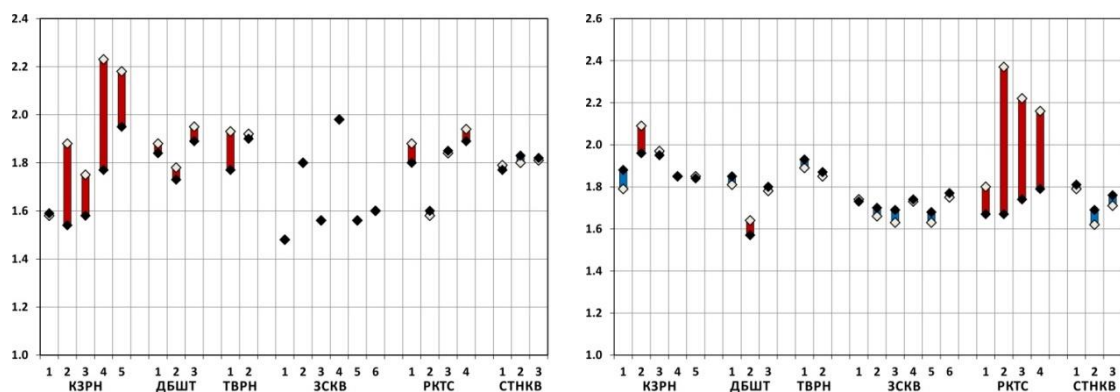
#### 3.1. Просечан индекс форме предеоних елемената (MSI)

3.1.1. У метрици растера, параметар SHAPE за предеони елемент шуме је највише промењен на подсливовима Дебештичке реке на Старој планини (просечна промена: 14.64%), као и Станковачког потока на Златибору (просечна промена: 6.50%). За предеоне елементе ливаде, промена је изражена на подсливовима Засковачке реке на Старој планини (просечна промена: 3.50%) (Слика 5.1.20.) (Табеле А.19.1., А.19.2. у Прилогу А).



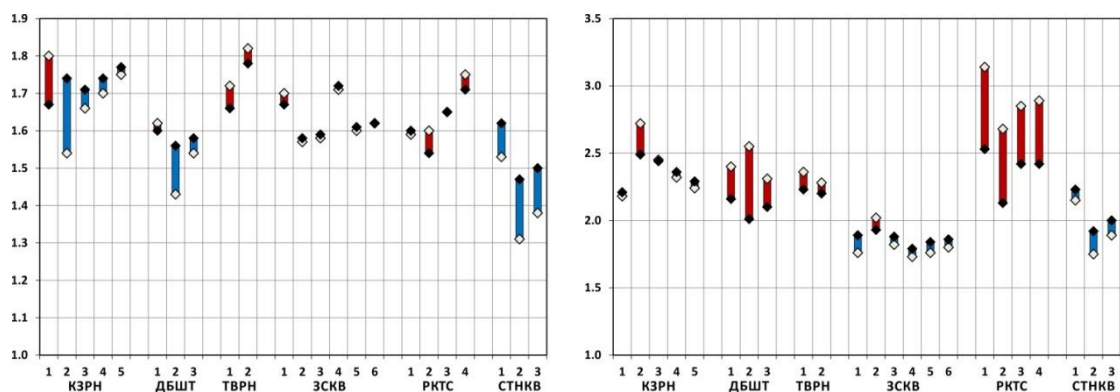
Слика 5.1.20. Метрика растера SHAPE на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

3.1.2. Предеони елемент шуме, у метрици вектора параметра SHAPE, је показао највећу негативну промену на сливу Козарничке реке на Старој планини (просечна промена: -11.67%), нарочито на подсливовима Козарничка\_02 и Козарничка\_04. Код ливада, као предеоних елемената, највећа негативна промена је уочена на подсливовима Рекитске реке на Старој планини (просечна промена: -18.88%). Пренаглашена негативна промена на подсливовима Рекитске реке се објашњава постојањем путне мреже велике густине (Слика 5.1.21.) (Табеле А.20.1., А.20.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.21. Метрика вектора SHAPE на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

3.1.3. У метрици растера параметра SHAPE највећа позитивна промена је регистрована на подсливовима Козарничке (Козарничка\_02) и Дебештичке реке (Дебештичка\_03) на Старој планини, као и Станковачког потока (Станковачки\_02) на Златибору. Негативне промене параметра су најизраженије на подсливовима Товарничке реке. У метрици вектора, најизраженија негативна промена је на подсливовима Рекитске реке (просечна промена: -17.82%), док су позитивне промене регистроване на подсливовима Станковачког потока на Златибору (просечна промена: 6.42%) и Засковачке реке на Старој планини (просечна промена: 2.93%) (Слика 5.1.22.) (Табеле А.21.1., А.21.2. у Прилогу А).



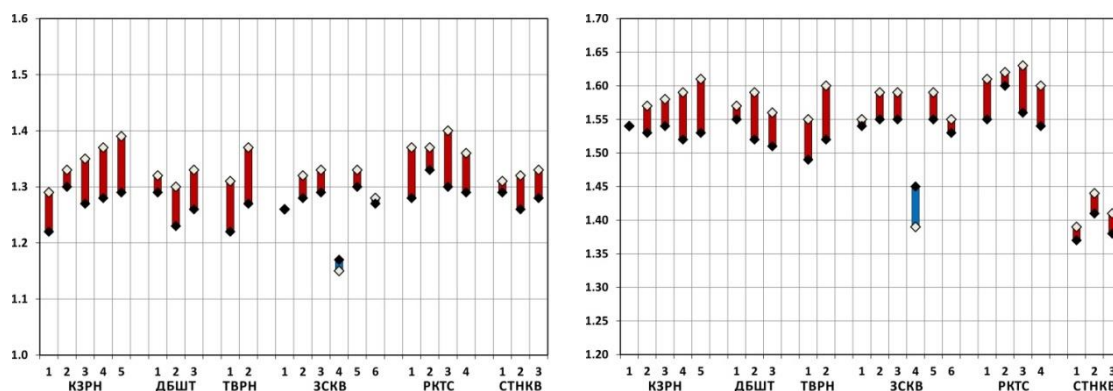
Слика 5.1.22. Метрика растера и вектора SHAPE на нивоу интегралног предела

## 3.2. Просечна фрактална вредност предеоних елемената (MPFD)

3.2.1. Параметар MPFD у метрици растера и вектора је у свим подсливовима (осим на подсливу Засковачка\_04) негативно променио своју вредност. У метрици растера најинтензивнија промена је на подсливовима Товарничке (просечна промена: -7.08%) и Козарничке реке (просечна промена: -5.47%). У



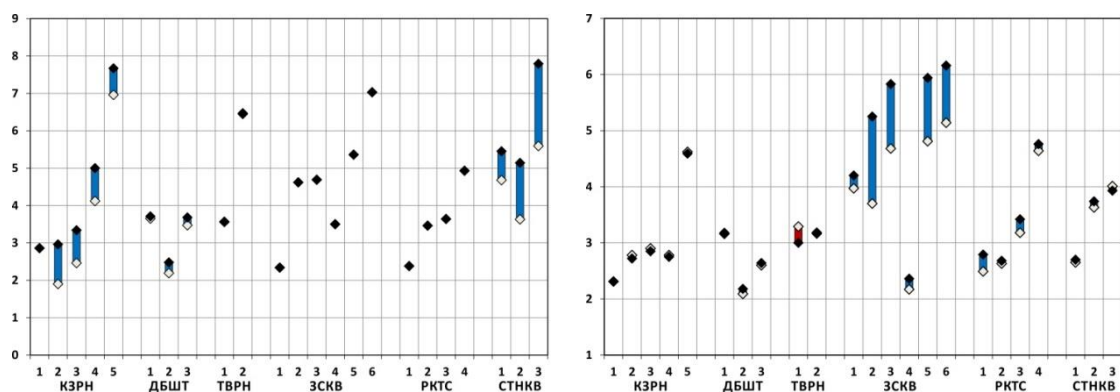
метрици вектора најинтензивнија промена је на подсливовима Товарничке (просечна промена: -4.44%), Рекитске (просечна промена: -3.25%) и Дебештичке реке (просечна промена: -2.96%) (Слика 5.1.23.) (Табеле А.22.1., А.22.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.23. Метрика растера и вектора MPRD на нивоу интегралног предела

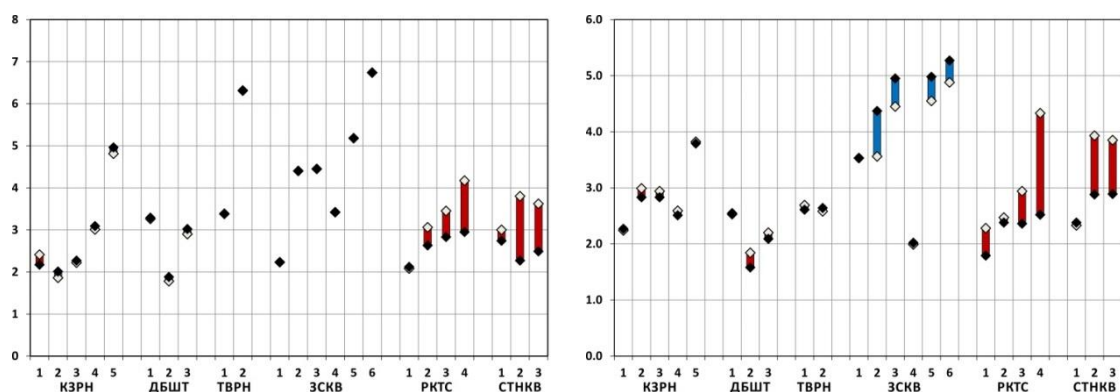
### 3.3. Параметри форме пондерисани површином предеоног елемента – просечан индекс форме пондерисан површином предеоног елемента (AWMSI) и просечна фрактална вредност пондерисана површином предеоног елемента (AWFD)

3.3.1. Вредности AWMSI за предеони елемент шуме, на нивоу растера, су највише промењене на подсливовима Станковачког потока на Златибору (просечна промена: 32.47%), као и подсливовима Козарничке реке на Старој планини (просечна промена: 24.62%). За предеони елемент ливаде највеће промене параметра AWMSI су уочене на подсливовима Засковачке реке (просечна промена: 20.73%) (Слика 5.1.23.) (Табеле А.23.1., А.23.2. у Прилогу А).



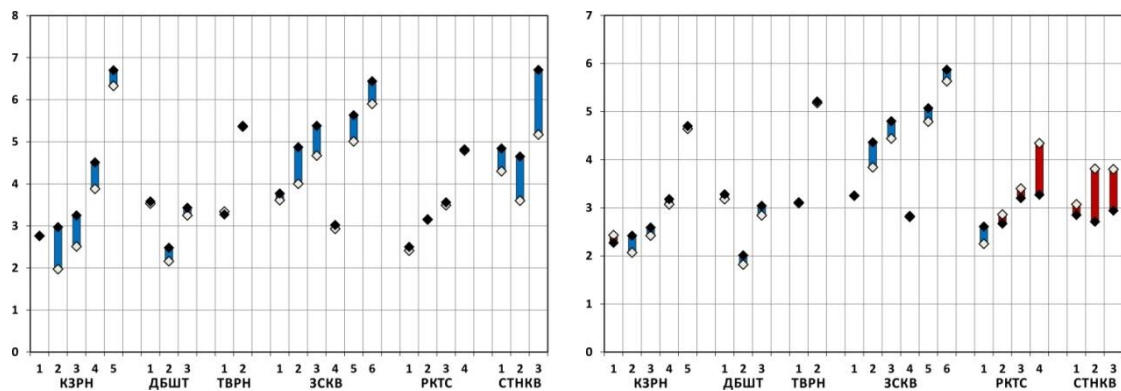
Слика 5.1.23. Метрика растера AWMSI на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

3.3.2. Вредности AWMSI за предеони елемент шуме на нивоу вектора су највише негативно промењене на подсливовима Станковачког потока на Златибору (просечна промена: -26.72) и Рекитске реке на Старој планини (просечна промена: -14.84%). За предеони елемент ливаде, највеће промене параметра су на подсливовима Рекитске реке (просечна промена: -21.67%) и Станковачког потока (просечна промена: -16.50) (Слика 5.1.24.) (Табеле А.24.1., А.24.2. у Прилогу А).



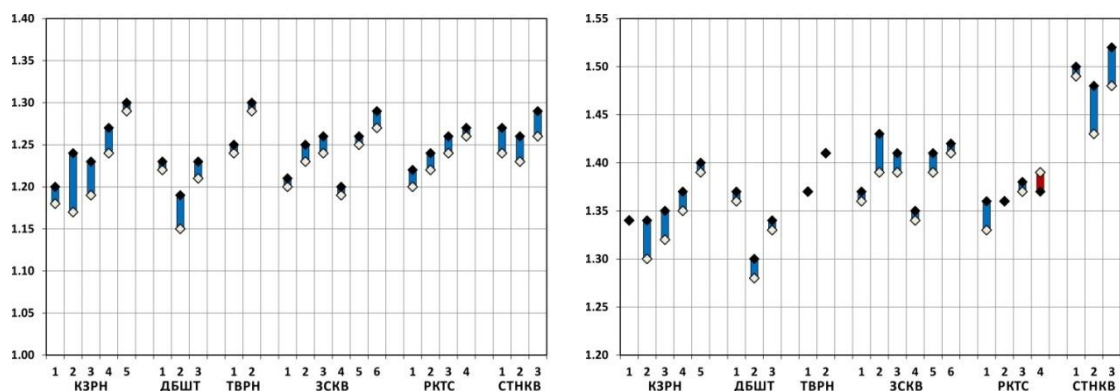
Слика 5.1.24. Метрика вектора AWMSI на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

3.3.3. Метрика растера и вектора AWMSI показује висок степен сличности на нивоу сливова. Метрика растера је осетљивија на унос великих предеоних елемената (Станковачки\_02, Козарничка\_02, Козарничка\_03, Дебештичка\_03, Засковачка\_02), док метрика вектора показује смањене вредности AWMSI на сливовима на којима је велика густина изразито линијских предеоних елемената (Слика 5.1.25.) (Табеле А.25.1., А.25.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.25. Метрика растера и вектора AWMSI на нивоу интегралног предела

3.3.4. Метрика растера AWFD на предеоном нивоу показује највећу промену на подсливовима Козарничке реке на Старој планини (просечна промена: 2.85%), као и Станковачког потока на Златибору (просечна промена: 2.41%). Метрика вектора показује сличне резултате, са додатно уочљивом променом параметра AWFD на подсливовима Засковачке реке на Старој планини (Слика 5.1.26) (Табеле А.26.1., А.26.2. у Прилогу А).



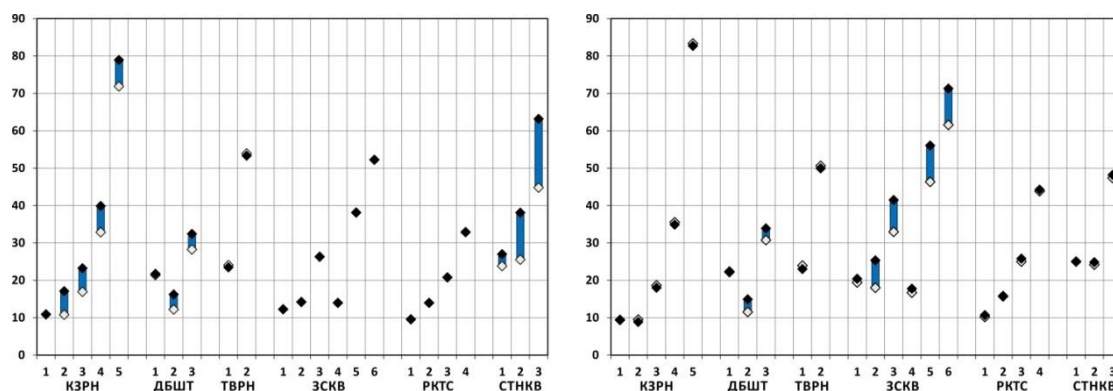
Слика 5.1.26. Метрика растера и вектора AWFD на нивоу интегралног предела

#### 4.0. Промена метрике ивица предеоних елемената

##### 4.1. Укупна дужина ивица предеоних елемената (TE) и просечна дужина ивица предеоних елемената (MPE)

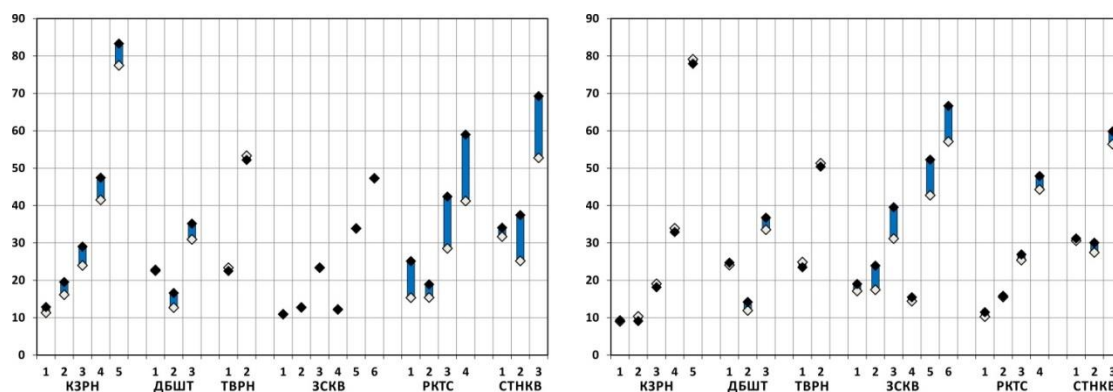
4.1.1. Промена метрике TE за предеони елемент шуме је уочљива на подсливовима Станковачког потока на Златибору (просечна промена: 34.55%), као и подсливовима Козарничке (просечна промена: 25.35%) и Дебештичке реке (просечна промена 16.34%) на Старој планини. На подсливовима Товарничке реке промена вредности TE за предеони елемент шуме има негативне вредности.

Метрика ТЕ за предеони елемент ливаде је највише промењена на подсливовима Засковачке (просечна промена: 19.15%) и Дебештичке (просечна промена: 13.52%) реке на Старој планини (Слика 5.1.27.) (Табеле А.27.1., А.27.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.27. Метрика растера ТЕ на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

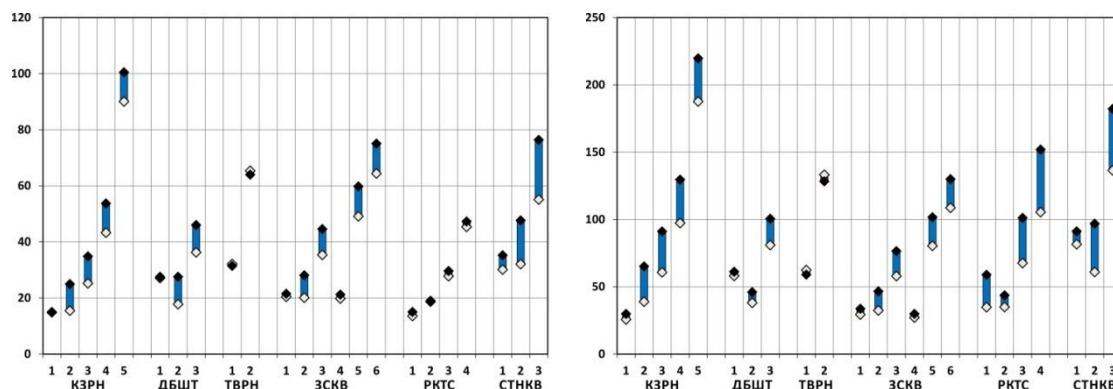
4.1.2. Метрика ТЕ за предеони елемент шуме је највише промењена на подсливовима Рекитске (просечна промена: 44.70%), Козарничке (просечна промена: 15.48%) и Дебештичке (просечна промена: 15.31%) реке на Старој планини, као и подсливовима Станковачког потока (просечна промена: 29.15%) на Златибору. За предеони елемент ливаде, вредности ТЕ су највише промењене на подсливовима Засковачке реке (просечна промена: 20.2%) (Слика 5.1.28.) (Табеле А.28.1., А.28.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.28. Метрика вектора ТЕ на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

4.1.3. Метрика растера ТЕ на предеоним нивоу резултира променом вредности која је најизраженија на подсливовима Дебештичке (просечна промена: 27.83%), Козарничке (просечна промена: 27.23%) и Засковачке (просечна промена:

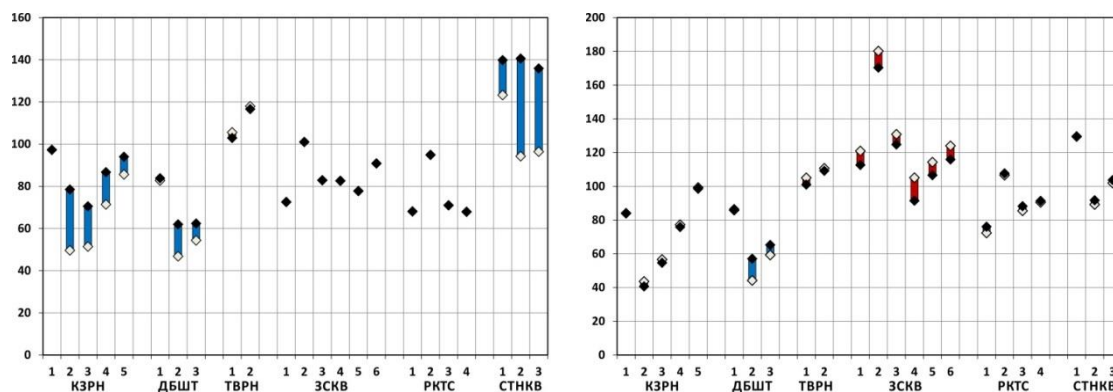
24.17%) реке на Старој планини, као и Станковачког потока на Златибору (просечна промена: 24.29%). Осетљивост метрике вектора је најуочљивија на подсливовима Рекитске (просечна промена: 47.02%) и Козарничке (просечна промена: 36.77%) реке на Старој планини, као и Станковачког потока (просечна промена: 34.74%) на Златибору (Слика 5.1.29) (Табеле А.29.1., А.29.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.29. Метрика растера и вектора ТЕ на нивоу интегралног предела

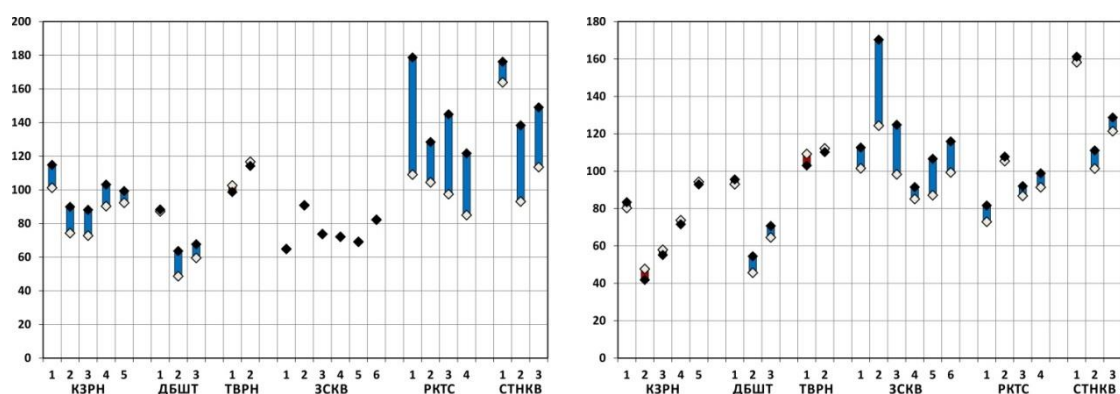
## 4.2. Просторна компактност ивица предеоних елемената (ED)

4.2.1. Параметар ED за предеони елемент шуме показује промене на подсливовима Станковачког потока (просечна промена: 34.54%) на Златибору, као и на подсливовима Козарничке (просечна промена: 25.33%) и Дебештичке (просечна промена: 16.14%) реке на Старој планини. За предеони елемент ливаде, најинтензивнија промена параметра ED је уочена на подсливовима Дебештичке (просечна промена: 13.33%) и Засковачке реке (просечна промена: -7.19) на Старој планини (Слика 5.1.30.) (Табеле А.30.1., А.30.2. у Прилогу А).



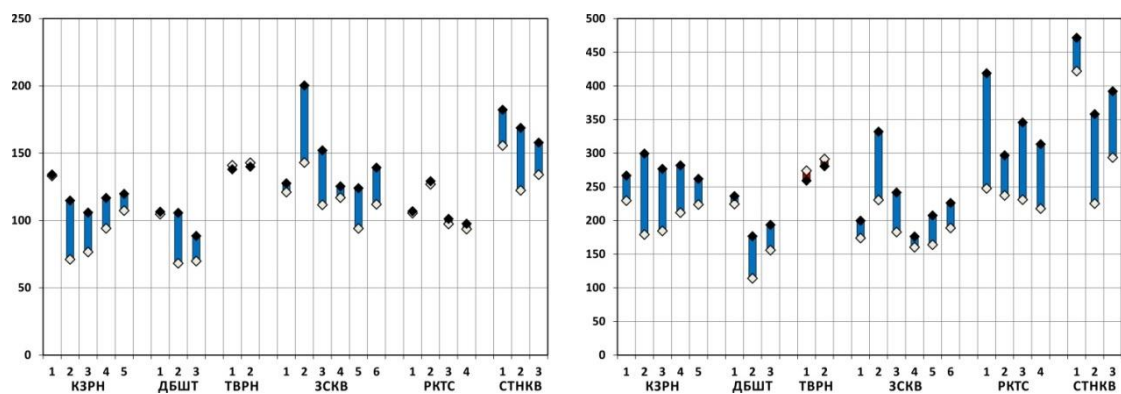
Слика 5.1.30. Метрика растера ED на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

4.2.2. Параметар ED на нивоу класе предела, векторске базе података, за предеони елемент шуме, показује највећу промену на подсливовима Рекитске реке (просечна промена: 44.68%) на Старој планини, као и подсливовима Станковачког потока (просечна промена: 29.16%) на Златибору. Поред слива Рекитске реке, за исти предеони елемент, приметна је мања промена на подсливовима Козарничке и Дебештичке реке на Старој планини. За предеони елемент ливаде, промена параметра ED се уочава на подсливовима Засковачке реке (просечна промена: 20.24%) (Слика 5.1.31.) (Табеле А.31.1., А.31.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.31. Метрика вектора ED на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

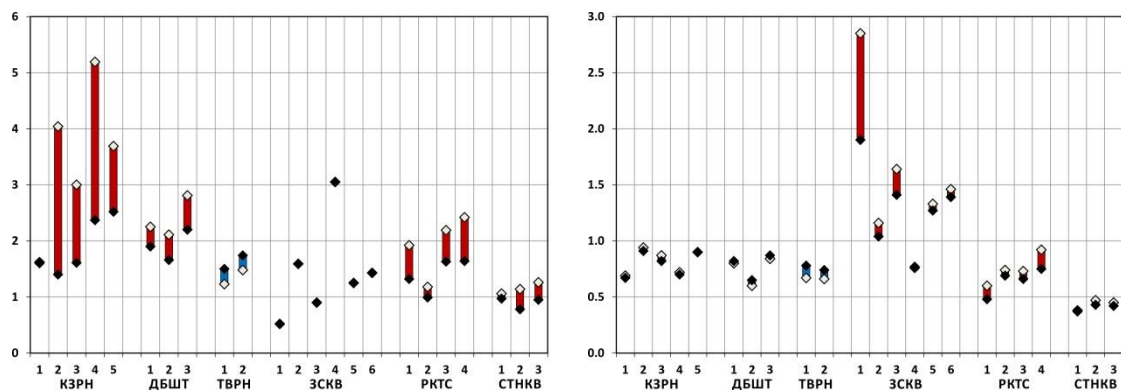
4.2.3. Промене параметра ED на предеоном нивоу у метрици растера су најизраженије на подсливовима Дебештичке (просечна промена: 27.83%), Козарничке (просечна промена: 27.23%) и Засковачке реке (просечна промена: 24.17%) на Старој планини, као и Станковачког потока (просечна промена: 24.29%) на Златибору. У метрици вектора, вредност параметра ED је највише промењена на подсливовима Рекитске (просечна промена: 47.01%) и Козарничке реке (просечна промена: 36.77%) на Старој планини, као и подсливовима Станковачког потока (просечна промена: 34.74%) на Златибору (Слика 5.1.32.) (Табеле А.32.1., А.32.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.32. Метрика растера и вектора ED на нивоу интегралног предела

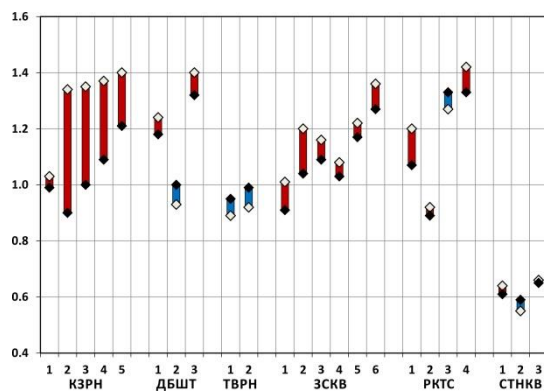
### 4.3. Просечна дужина ивица предеоних елемената (МРЕ)

4.3.1. Промене параметра МРЕ на нивоу класе за предеони елемент шуме су најучљивије на подсливовима Козарничке (просечна промена: -39.79%) и Рекитске реке (просечна промена: -21.56%) на Старој планини, као и Станковачког потока (просечна промена: -21.56%) на Златибору. За предеони елемент ливаде, промене су учљиве на подсливовима Рекитске (просечна промена: -13.71%) и Засковачке реке (просечна промена: -10.95%) на Старој планини (Табеле А.33.1., А.33.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.33. Метрика вектора МРЕ на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде

4.3.2. На предеоном нивоу, изражена промена параметра МРЕ се уочава на подсливовима Козарничке (просечна промена: -19.33%) и Засковачке реке (просечна промена: -7.77%) на Старој планини (Табеле А.34.1., А.34.2. у Прилогу А).



Слика 5.1.34. Метрика вектора ED на нивоу интегралног предела



## V-2. Резултати истраживања деградације предела истраживаних подручја на Старој планини и Златибору

Резултати истраживања су добијени на основу примене методолошког приступа, описаног у поглављима III-2. Анализа деградације предела и IV-1. Материјалне основе за примену усвојених методолошких приступа.

### 1.0. Резултати истраживања применом Метода потенцијала ерозије

#### 1.1. Коefицијент отпора земљишта на ерозију (Y)

1.1.1. На основу различитих резултата истраживања (Vente de, Poesen, 2005; Fanetti, Vezzoli, 2007; Лазаревић, 2009; Zorn, Komac, 2009), оригиналне вредности коefицијента Y, према Гавриловићу (Gavrilović, 1972), су модификоване, и као такве додељене у форми атрибута референтним дигитализованим педолошким картама, које су формиране за потребе овог истраживања (Табеле 5.2.1. и 5.2.2.), а на бази постојећих педолошких карти синхронизованих са FAO класификацијом земљишта (Antonović, 1976; FAO, 1988). Модификација се огледа у прецизнијој класификацији вредности коefицијента Y за поједине геолошке и педолошке творевине. Атрибут вредности Y представља критеријум за конверзију векторске у растерску базу података, за стање пре уноса туристичко-рекреативних елемената (2001. година). На тај начин, растерска база података постаје математички чинилац формуле за прорачун коefицијента ерозије (формула 3.2.1. у поглављу III-2.).

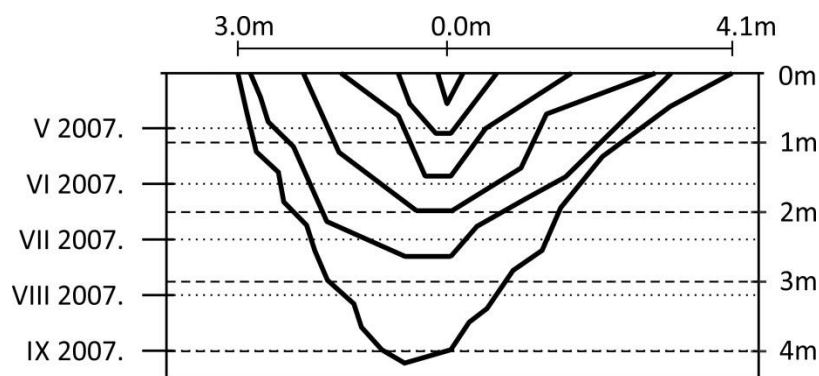
Табела 5.2.1. Вредности коefицијента Y на Старој планини пре уноса туристичко-рекреативних елемената

Типови земљишних творевина	Коefицијент Y
Ранкер (дистрично хумусно-силикатно земљиште)	0.8
Дистрични камбисол (кисело смеђе земљиште)	0.6
Литосол (камењар)	0.8
Сирозем (регосол)	0.6

Табела 5.2.2. Вредности коefицијента Y на Златибору пре уноса туристичко-рекреативних елемената

Типови земљишних творевина	Коefицијент Y
Ранкер (еутрично хумусно-силикатно земљиште)	0.8

1.1.2. На основу теренских истраживања (април–септембар 2007. године) (Слике 5.2.1. и 5.2.2.) и измерених вредности ерозионе продукције, као основног параметра деградације, калибрисане су вредности коефицијента  $Y$  за стање после уноса туристичко-рекреативних елемената (Табеле 5.2.3. и 5.2.4.) (Ристић et al., 2009; Ristić et al., 2012).



Слика 5.2.1. Развој процеса јаружања на подсливу Козарничке реке (апр.–септ. 2007 г.)



Слика 5.2.2. Почетак браздасте ерозије (април, 2007. год.) и дубоке јаруге (септембар, 2007. год.) на подсливу Козарничке реке

Табела 5.2.3. Вредности коефицијента  $Y$  на Старој планини након уноса туристичко-рекреативних елемената

Типови земљишних творевина	Коефицијент $Y$
Ранкер (дистрично хумусно-силикатно земљиште)	0.8
Дистрични камбисол (кисело смеђе земљиште)	0.6
Литосол (камењар)	0.8
Сирозем (регосол)	0.6
Антропогенизован литосол (камењар)	1.2
Антропогенизован ранкер (дистрично хумусно-силикатно земљиште)	1.1

Табела 5.2.4. Вредности коефицијента  $Y$  на Златибору након уноса туристичко-рекреативних елемената

Типови земљишних творевина	Коефицијент $Y$
Ранкер (еутрично хумусно-силикатно земљиште)	0.8
Антропогенизован ранкер (еутрично хумусно-силикатно земљиште)	1.1

## 1.2. Коефицијент уређења слива ( $X \cdot a$ )

1.2.1. Неки аутори су, на основу сопствених истраживања, модификовали оригиналне вредности коефицијента  $X \cdot a$ , путем прецизније класификације вредности  $X \cdot a$  за поједине површине (Vente de, Poesen, 2005; Fanetti, Vezzoli, 2007; Лазаревић, 2009; Zorn, Комас, 2009), чиме је обogaћен дијапазон вредности понуђен у оригиналној форми метода (Gavrilović, 1972). Вредности параметра  $X \cdot a$  су у форми атрибута додељене дигитално интерпретираном ортофото снимку карте структуре предела (намене површина) (Табеле 5.2.5. и 5.2.6.). Атрибут вредности  $X \cdot a$  је остао критеријум за конверзију векторске у растерску базу података, за стање пре уноса туристичко-рекреативних елемената.

Табела 5.2.5. Вредности коефицијента  $X \cdot a$  на Старој планини пре уноса туристичко-рекреативних елемената

Типови намена површина	Коефицијент $X \cdot a$
Шуме	0.05
Ливаде	0.25
Екстензивна пољопривреда	0.7
Путна мрежа	1.0
Природне голети	1.0

Табела 5.2.6. Вредности коефицијента  $X \cdot a$  на Златибору пре уноса туристичко-рекреативних елемената

Типови намена површина	Коефицијент $X \cdot a$
Шуме	0.05
Ливаде	0.25
Окућнице	0.5
Путна мрежа	1.0
Антропогене голети	1.0

1.2.2. Вредности коефицијента  $X \cdot a$  су калибрисане за стање након уноса туристичко-рекреативних елемената (Табеле 5.2.7. и 5.2.8.), на основу обављених теренских истраживања (Ристић et al., 2009; Ristić et al., 2012).

Табела 5.2.7. Вредности коефицијента  $X \cdot a$  на Старој планини након уноса туристичко-рекреативних елемената

Типови намена површина	Коефицијент $X \cdot a$
Шуме	0.05
Ливаде	0.25
Екстензивна пољопривреда	0.7
Путна мрежа	1.0
Природне голети	1.0
Антропогене голети	1.0
Ски-стазе	1.0
Водене површине	1.0

Табела 5.2.8. Вредности коефицијента  $X \cdot a$  на Златибору након уноса туристичко-рекреативних елемената

Типови намена површина	Коефицијент $X \cdot a$
Шуме	0.05
Ливаде	0.25
Окућнице	0.5
Путна мрежа	1.0
Антропогене голети	1.0
Ски-стазе	1.0

### 1.3. Коефицијент видљивих и јасно изражених ерозионих процеса ( $\varphi$ )

С обзиром на то да овај коефицијент није могуће изразити на нивоу пиксела, односно, растерске базе података, његова калибрисана вредност је пондерисана на основу утврђеног процентуалног учешћа појединих класа предеоних елемената (намене површина) (Табела 5.2.9.). Овако одређена вредност  $\varphi$  је у каснијој процедури прорачуна коефицијента ерозије  $Z$  коришћена као константа за сваки предметни подслив (Табеле 5.2.10. и 5.2.11.).

Табела 5.2.9. Основне вредности коефицијента  $\varphi$  (Gavrilović, 1972)

Типови начина коришћења	Коефицијент $\varphi$
Шуме	0.1
Ливаде	0.1
Екстензивна пољопривреда	0.15
Путна мрежа	1.0
Природне голети	0.7
Антропогене голети	0.9
Окућнице	0.15
Ски-стазе	1.0
Водене површине	0.9

Табела 5.2.10. Вредности коефицијента  $\varphi$  за истраживане подсливове на Старој планини за стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената

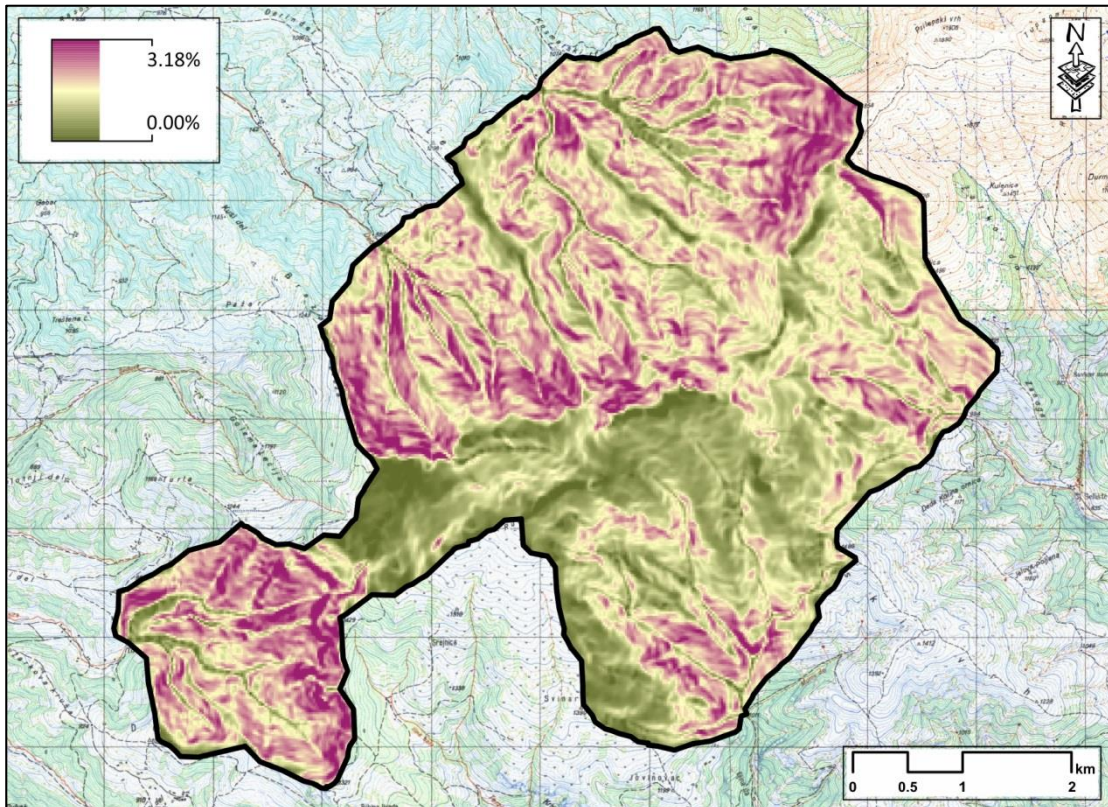
Подслив	Коефицијент $\varphi$	
	2001	2008
Козарничка_01	0.1306	0.1408
Козарничка_02	0.1167	0.2416
Козарничка_03	0.1214	0.2074
Козарничка_04	0.1169	0.1823
Козарничка_05	0.1144	0.1510
Дебештичка_01	0.1095	0.1202
Дебештичка_02	0.1020	0.1556
Дебештичка_03	0.1057	0.1380
Товарничка_01	0.1141	0.1336
Товарничка_02	0.1146	0.1248
Засковачка_01	0.1034	0.1093
Засковачка_02	0.1036	0.1945
Засковачка_03	0.1034	0.1486
Засковачка_04	0.1027	0.1094
Засковачка_05	0.1031	0.1335
Засковачка_06	0.1029	0.1288
Рекитска_01	0.1059	0.1464
Рекитска_02	0.1025	0.1120
Рекитска_03	0.1042	0.1288
Рекитска_04	0.1055	0.1250

Табела 5.2.11. Вредности коефицијента  $\phi$  за истраживане подсливове на Златибору за стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената

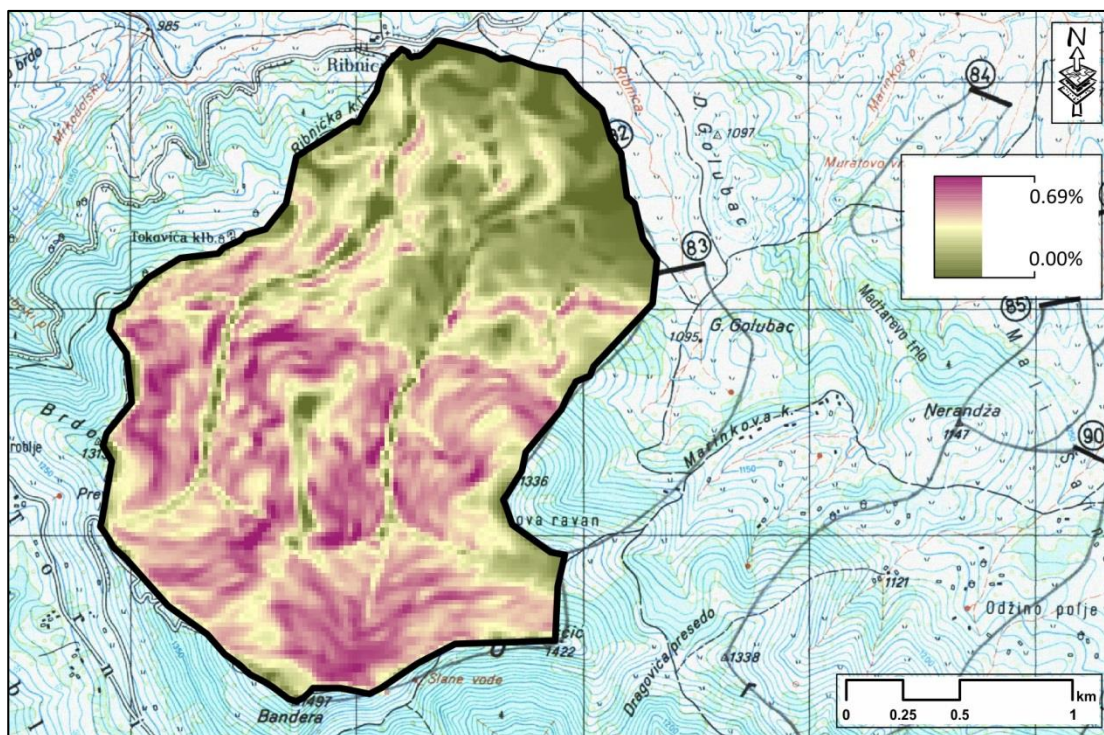
Подслив	Коефицијент $\phi$	
	1982	2008
Станковачки_01	0.1090	0.1430
Станковачки_02	0.1031	0.1690
Станковачки_03	0.1055	0.1581

#### 1.4. Средњи нагиб терена на сливу ( $I_{sr}$ )

За потребе овог рада, фактор средњег нагиба терена на сливу је изражен у форми растерске базе података – као примарни дериват дигиталног модела терена (Слике 5.2.3. и 5.2.4.) (Globevnik et al., 2003; Emmanouloudis et al., 2003).



Слика 5.2.3. Нагиб терена у растерској бази на истраживаном подручју Старе планине



Слика 5.2.4. Нагиб терена у растерској бази на истраживаном подручју Златибора

## 1.5. Дефинисање коефицијента ерозије ( $Z$ )

1.5.1. Параметри  $Y$ ,  $X \cdot a$ ,  $\varphi$  и  $I_{sr}$  (1.1., 1.2., 1.3., 1.4.) представљају улазне податке у алгебри растера који генеришу вредност коефицијента ерозије  $Z$ , за сваки пиксел истраживаног подслива. Нумеричке вредности растера (које у овом случају одговарају вредности коефицијента  $Z$ ) су класификоване према категоријама ерозије (Табела 5.2.12.) (Gavrilović, 1972). Мета подаци коефицијента ерозије  $Z$  су анализирани у оквиру статистичког софтвера STATGRAPHIC® Centurion XV (StatPoint, 2006). Класификоване вредности у ASCII коду су анализиране у оквиру софтвера за компарацију растерских података, The Map Comparison Kit® (Visser, Nijs, 2006).

Табела 5.2.12. Класификација вредности коефицијента ерозије  $Z$  (Gavrilović, 1972)

Јачина ерозионих процеса	Категорија разорности	Коефицијент ерозије $Z$
Екседивна ерозија	I	> 1.01
Јака ерозија	II	0.71 – 1.00
Осредња ерозија	III	0.41 – 0.70
Слаба ерозија	IV	0.20 – 0.40
Врло слаба ерозија	V	0.01 – 0.19

1.5.2. Просторне и квантитативне промене коефицијента  $Z$  су анализирани преко степена *сличности нумеричких вредности растера* (енг. fraction correct), за стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената (Jewell et al., 2007). Вредности коефицијента ерозије  $Z$  су изражене као просечне, минималне и максималне. Стандардна девијација указује на вредности које одступају од просечне вредности, што у овом случају (након изградње скијалишта) указује на фреквентнију појаву пиксела који носе информацију о интензивнијим ерозионим процесима. Промене категорисаних коефицијената ерозије (категорије разорности) су тумачене преко матрица конфузије (Hagen, 2002; Keyworth et al., 2009; Medcalf et al., 2010).

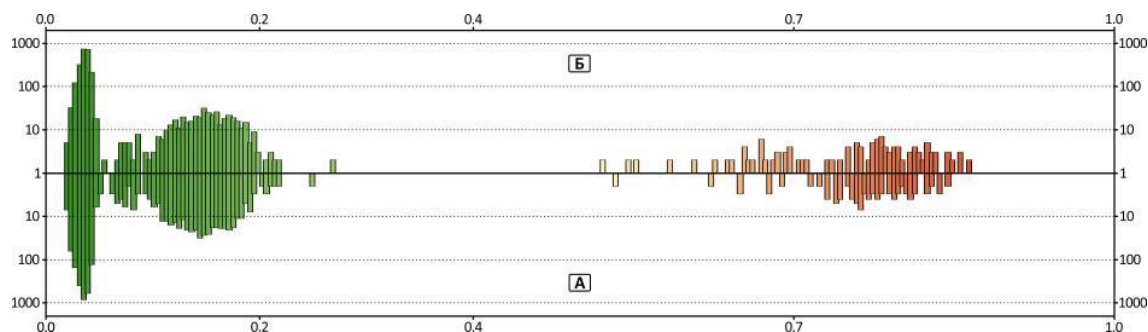
1.5.3. На подсливовима Козарничке реке на Старој планини коефицијент ерозије  $Z$  је промењен на следећи начин (Табела 5.2.13.):

Табела 5.2.13. Промена основних статистичких параметара коефицијента ерозије  $Z$  на сливу Козарничке реке пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената

	Козарничка_01		Козарничка_02		Козарничка_03		Козарничка_04		Козарничка_05	
	2001	2008	2001	2008	2001	2008	2001	2008	2001	2008
Сличност нумеричких вредности растера	98.25		83.19		88.31		90.54		94.63	
Просечна вредност $Z$	0.084	0.095	0.058	0.201	0.067	0.162	0.064	0.133	0.075	0.111
Минимална вредност $Z$	0.014	0.015	0.008	0.013	0.008	0.012	0.008	0.010	0.007	0.008
Максимална вредност $Z$	0.877	0.897	0.940	1.250	0.944	1.209	0.940	1.179	0.944	1.142
Стандардна девијација	0.151	0.170	0.106	0.337	0.124	0.287	0.110	0.246	0.112	0.193

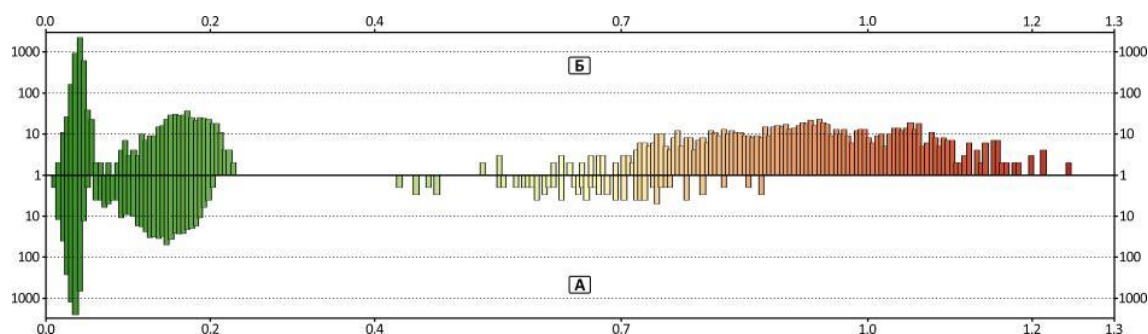
▪ Подслив Козарничка\_01 има највећи степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера (98.25%), тако да је промена просечне вредности коефицијента  $Z$  мала (13.62%), са слабо израженом променом стандардне девијације (12.82%) (Слика 5.2.5.). Најинтензивније вредности  $Z$  су из домена II категорије ерозије, која се повећала са 3.4% (3.8ha) на 3.9% (4.4ha) (Табеле Б.1.1., Б.1.2., Б.1.3. у Прилогу Б).





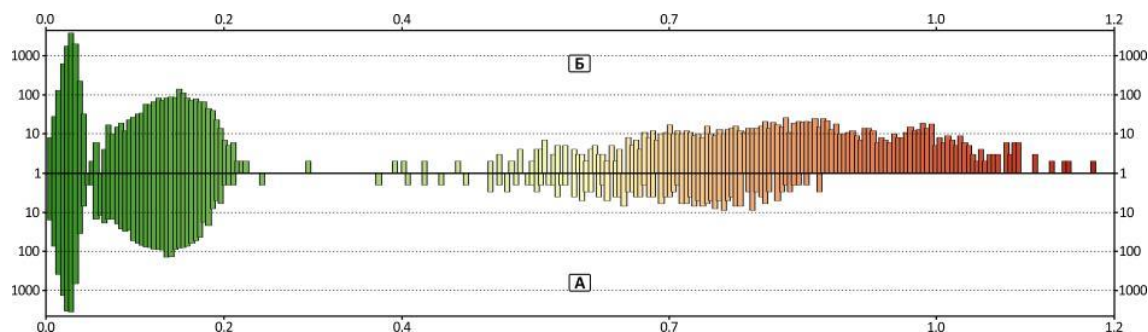
Слика 5.2.5. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Козарничка\_01 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

▪ Подслив Козарничка\_02 има најмањи степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера (83.19%), тако да је промена просечне вредности коефицијента  $Z$  највећа на сливу Козарничке реке (246.29%), као и промена стандардне девијације (217.47%) (Слика 5.2.6.). Анализом матрице конфузије се уочава нова категорија ерозије (ексцесивна ерозија), на површини од 10.96ha (5.0%). II категорија (јака ерозија) се повећала са 2.4ha (1.1%) на 24.92ha (11.4%) (Табеле Б.2.1., Б.2.2., Б.2.3. у Прилогу Б).



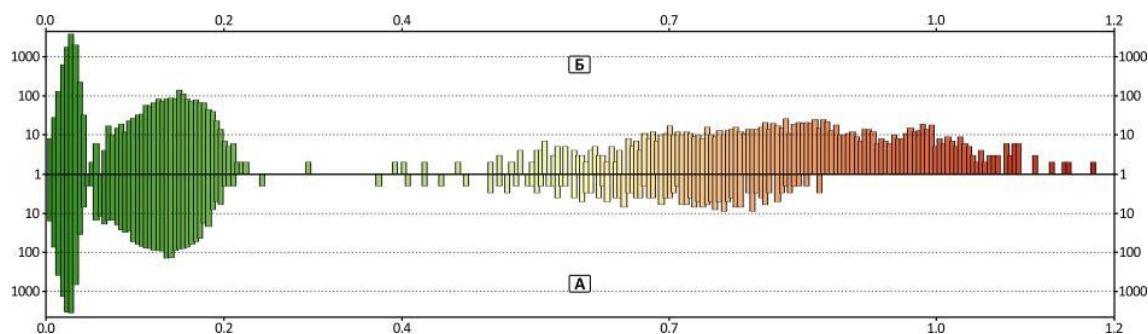
Слика 5.2.6. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Козарничка\_02 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

▪ Подслив Козарничка\_03 има такође слаб степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера (88.31%), што утиче на изражену промену просечне вредности коефицијента  $Z$  од 141.84% (Слика 5.2.7.). Промена стандардне девијације износи 130.65%. За овај подслив је такође карактеристична појава I категорије ерозије на површини од 8.4ha (2.5%), као и повећање II категорије са 1.9% (6.24ha) на 9.8% (32.2ha) (Табеле Б.3.1., Б.3.2., Б.3.3. у Прилогу Б).



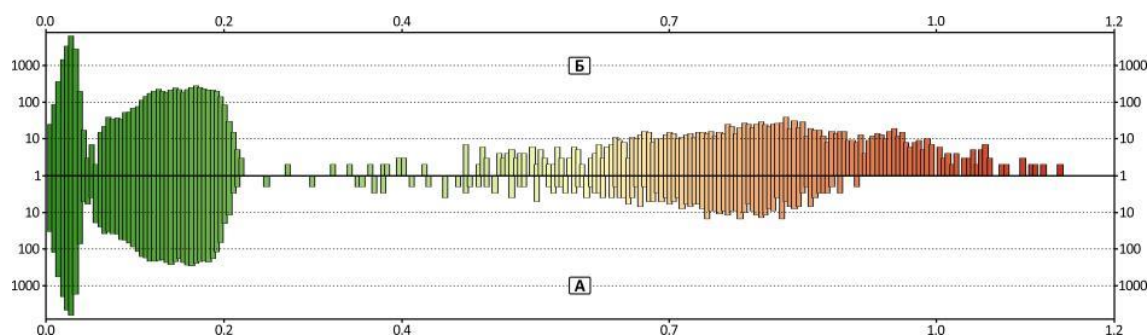
Слика 5.2.7. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Козарничка\_03 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

- Подслив Козарничка\_04 има слаб степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера (90.54%), што утиче на промену просечне вредности коефицијента  $Z$  од 109.09% (Слика 5.2.8.). Промена стандардне девијације износи 122.92%. За овај подслив је такође карактеристична појава I категорије ерозије на површини од 4.96ha (1.1%), као и повећање III категорије са 5ha (1.1%) на 32.8ha (7.1%) (Табеле Б.4.1., Б.4.2., Б.4.3. у Прилогу Б).



Слика 5.2.8. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Козарничка\_04 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

- Подслив Козарничка\_05 показује степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера од 94.63% (Слика 5.2.9.). Промена просечне вредности коефицијента  $Z$  је 49.27%, а стандардне девијације 71.78%. Према матрици конфузије, овде је ексцесивна ерозија нова категорија, са површином од 2.8ha (0.3%), док се II категорија повећала са 12.68ha (1.5%) на 41.04ha (4.9%) (Табеле Б.5.1., Б.5.2., Б.5.3. у Прилогу Б).



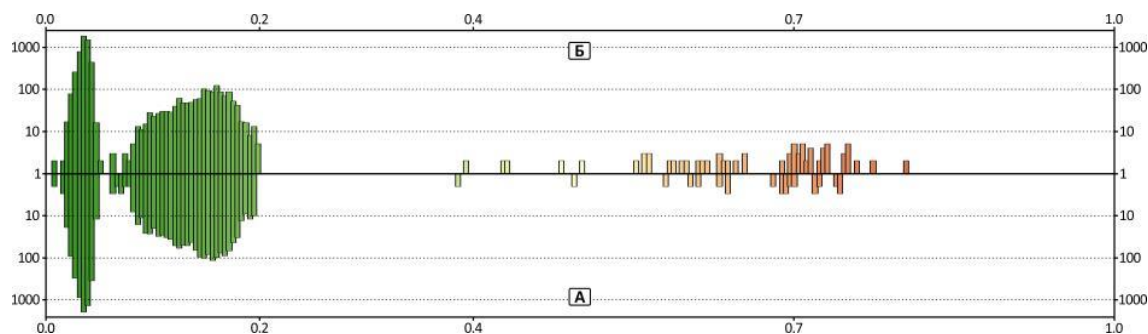
Слика 5.2.9. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Козарничка\_05 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

1.5.4. На подсливовима Дебештичке реке на Старој планини коефицијент ерозије  $Z$  је промењен на следећи начин (5.2.14.):

Табела 5.2.14. Промена основних статистичких параметара коефицијента ерозије  $Z$  на сливу Дебештичке реке пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената

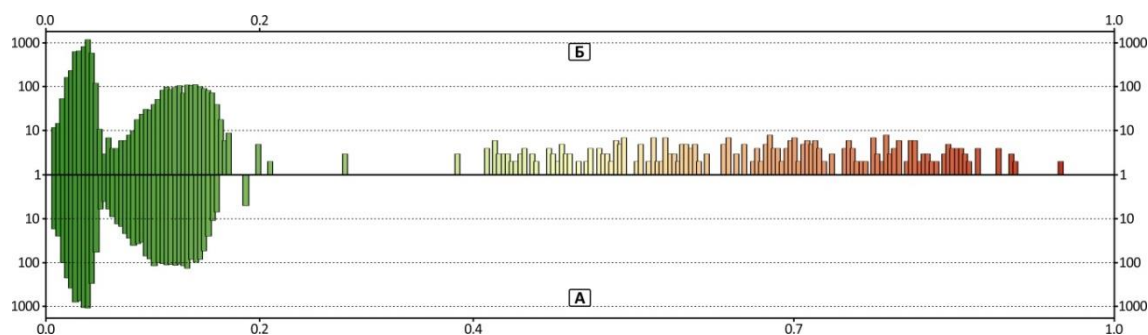
	Дебештичка_01		Дебештичка_02		Дебештичка_03	
	2001	2008	2001	2008	2001	2008
Процентуална сагласност растера	98.98		93.78		96.30	
Просечна вредност $Z$	<b>0.065</b>	<b>0.070</b>	<b>0.054</b>	<b>0.095</b>	<b>0.059</b>	<b>0.082</b>
Минимум	0.007	0.007	0.003	0.005	0.003	0.004
Максимум	0.877	0.886	0.568	0.953	0.874	0.933
Стандардна девијација	0.079	0.097	0.043	0.155	0.064	0.128

▪ Подслив Дебештичка\_01 има највећи степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера (98.98%), тако да је промена просечне вредности коефицијента  $Z$  мала (8.79%), са релативно слабо израженом променом стандардне девијације (21.55%) (Слика 5.2.10.). Најинтензивније вредности  $Z$  су из домена II категорије ерозије, која се незнатно повећала: са 0.4% (0.92ha) на 0.8% (2.08ha) (Табеле Б.6.1., Б.6.2., Б.6.3. у Прилогу Б).



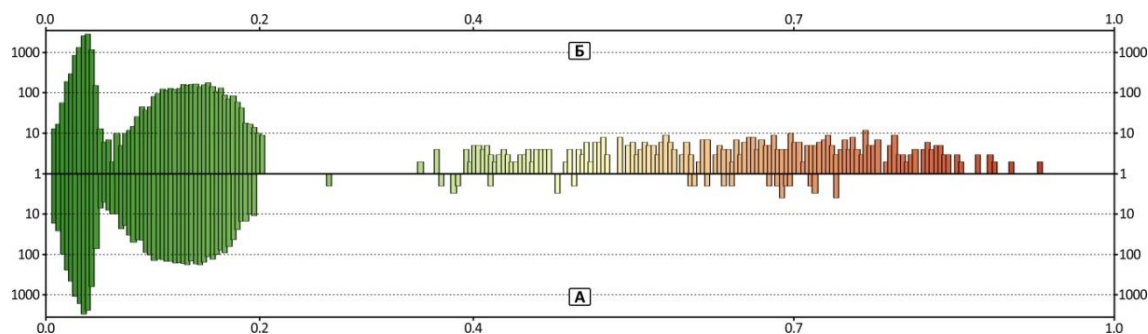
Слика 5.2.10. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Дебештичка\_01 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

- Подслив Дебештичка\_02 има најмањи степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера (93.78%), тако да је промена просечне вредности коефицијента  $Z$  највећа на сливу Дебештичке реке (74.91%), као и промена стандардне девијације (261.74%) (Слика 5.2.11.). Анализом матрице конфузије је уочена нова категорија ерозије (II – јака ерозија) од 6.8ha (2.6%), формирана на простору који је био захваћен V категоријом (врло слаба ерозија). Такође, III категорија се повећала са 0.32ha (0.1%) на 9.16ha (3.5%) (Табеле Б.7.1., Б.7.2., Б.7.3. у Прилогу Б).



Слика 5.2.11. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Дебештичка\_02 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

- Подслив Дебештичка\_03 има такође мали степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера (96.30%), што изазива релативно велике промене просечне вредности коефицијента  $Z$  (38.33%), као и значајне промене стандардне девијације (100.73%) (Слика 5.2.12). II категорија ерозије се повећала са 0.88ha (0.2%) на 8.2ha (1.6%). III категорија ерозије се такође повећала, са 2.36ha (0.5%) на 12.68ha (2.4%) (Табеле Б.8.1., Б.8.2., Б.8.3. у Прилогу Б).



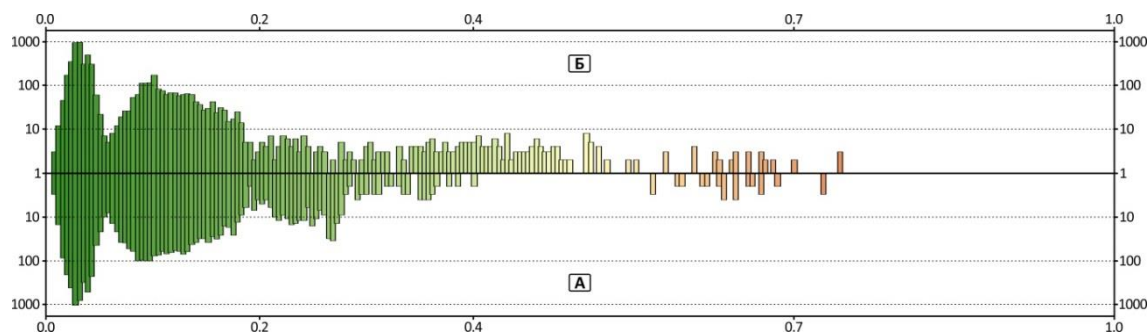
Слика 5.2.12. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Дебештичка\_03 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

1.5.5. На подсливовима Товарничке реке на Старој планини коефицијент ерозије  $Z$  је промењен на следећи начин (5.2.15.):

Табела 5.2.15. Промена основних статистичких параметара коефицијента ерозије  $Z$  на сливу Товарничке реке пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената

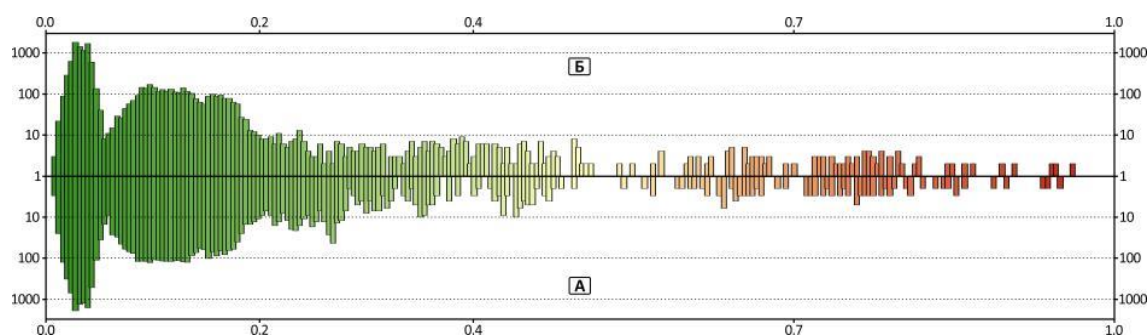
	Товарничка_01		Товарничка_02	
	2001	2008	2001	2008
Процентуална сагласност растера	94.09		96.15	
Просечна вредност $Z$	<b>0.074</b>	<b>0.080</b>	<b>0.074</b>	<b>0.075</b>
Минимум	0.005	0.005	0.003	0.004
Максимум	0.965	0.981	1.037	1.046
Стандардна девијација	0.096	0.109	0.106	0.108

▪ Подслив Товарничка\_01 показује степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера од 94.09%, са променом просечне вредности коефицијента  $Z$  од 9.01% (Слика 5.2.13.). Промена стандардне девијације износи 14.37%. Матрица конфузије показује најизраженије промене III категорије (осредња ерозије), која се повећала са 1.96ha (0.9%) на 6.36ha (2.8%) (Табеле Б.9.1., Б.9.2., Б.9.3. у Прилогу Б).



Слика 5.2.13. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Товарничка\_01 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

▪ Подслив Товарничка\_02 показује мањи степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера (96.15%), са врло малом променом просечне вредности коефицијента  $Z$  од 1.55% (Слика 5.2.14.). Промена стандардне девијације је такође мала (2.27%). Матрица конфузије не показује веће промене у свим категоријама ерозије (Табеле Б.10.1., Б.10.2., Б.10.3. у Прилогу Б).



Слика 5.2.14. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије на подсливу Товарничка\_02 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

1.5.6. На подсливовима Засковачке реке на Старој планини коефицијент ерозије  $Z$  је промењен на следећи начин (Табеле 5.2.16. и 5.2.17.):

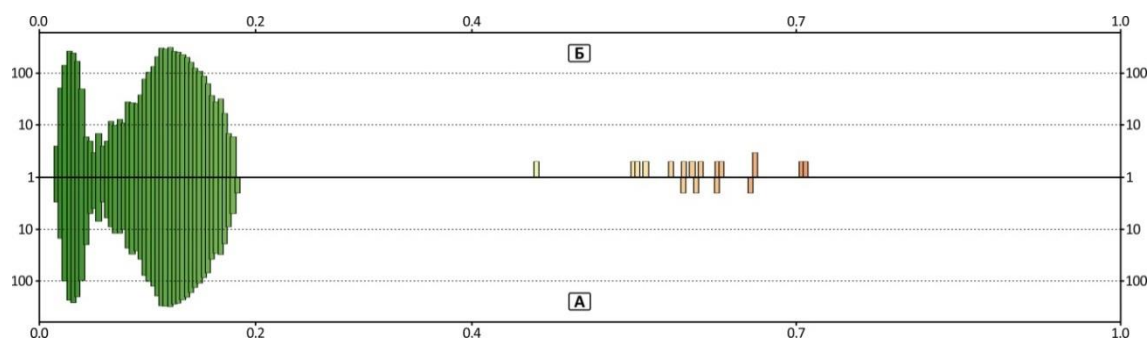
Табела 5.2.16. Промена основних статистичких параметара коефицијента ерозије  $Z$  на сливу Засковачке реке пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената

	Засковачка_01		Засковачка_02		Засковачка_03	
	2001	2008	2001	2008	2001	2008
Процентуална сагласност растера	99.50		89.29		95.27	
Просечна вредност $Z$	<b>0.104</b>	<b>0.108</b>	<b>0.095</b>	<b>0.166</b>	<b>0.098</b>	<b>0.130</b>
Минимум	0.014	0.014	0.017	0.019	0.012	0.013
Максимум	0.706	0.711	0.734	0.882	0.734	0.830
Стандардна девијација	0.056	0.066	0.062	0.194	0.059	0.133

Табела 5.2.17. Промена основних статистичких параметара коефицијента ерозије  $Z$  на сливу Засковачке реке пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената

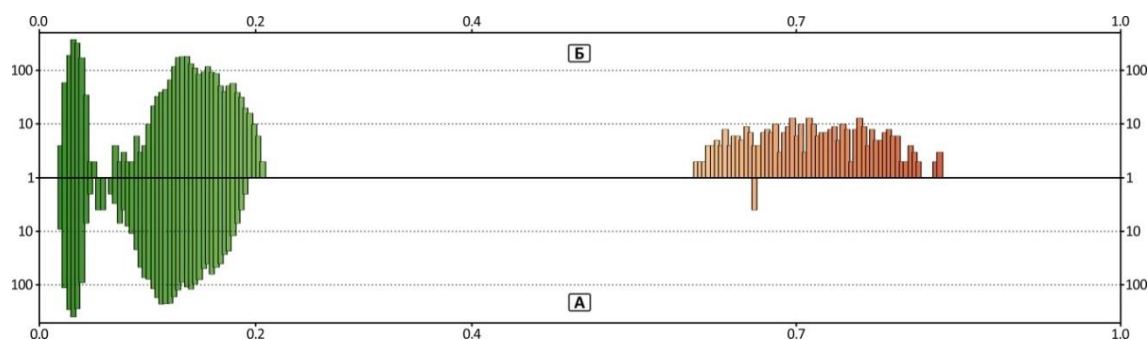
	Засковачка_04		Засковачка_05		Засковачка_06	
	2001	2008	2001	2008	2001	2008
Процентуална сагласност растера	99.29		96.66		97.16	
Просечна вредност $Z$	<b>0.071</b>	<b>0.075</b>	<b>0.088</b>	<b>0.109</b>	<b>0.085</b>	<b>0.103</b>
Минимум	0.006	0.006	0.006	0.007	0.006	0.007
Максимум	0.728	0.733	0.734	0.815	0.734	0.810
Стандардна девијација	0.062	0.074	0.061	0.116	0.060	0.109

▪ Подслив Засковачка\_01 има велики степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера (99.50%), са врло малом променом просечне вредности коефицијента  $Z$  од 3.21% (Слика 5.2.15.). Промена стандардне девијације износи 18.47%. Матрица конфузије не показује веће промене у свим категоријама ерозије (Табеле Б.11.1., Б.11.2., Б.11.3. у Прилогу Б).



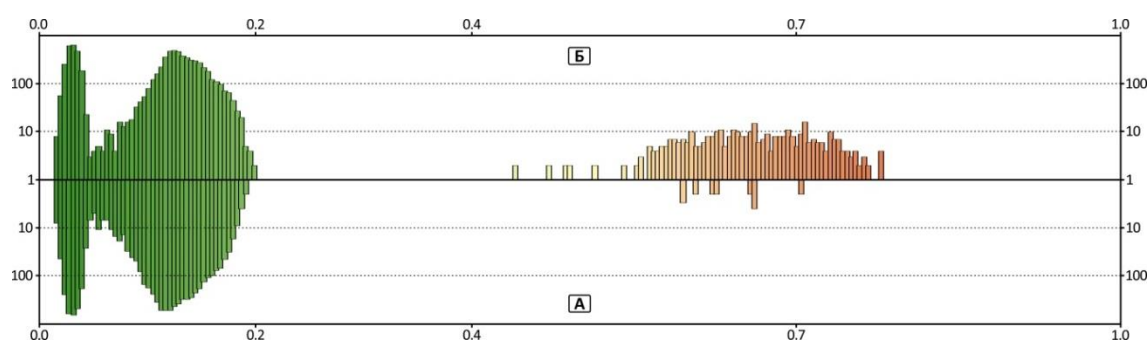
Слика 5.2.15. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Засковачка\_01 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

▪ На сливу Засковачке реке, подслив Засковачка\_02, уочен је најмањи степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера (89.29%), са израженом променом просечне вредности коефицијента  $Z$  која износи 75.17% (Слика 5.2.16.). Стандардна девијација такође показује значајну промену од 215.05%. Анализом промена се региструје повећање II категорије ерозије са 0.24ha (0.3%) на 8.32ha (6.0%). Такође, III категорија заузима површину од 6.24ha (4.5%), на супрот 0.52ha (0.4%) (Табеле Б.12.1., Б.12.2., Б.12.3. у Прилогу Б).



Слика 5.2.16. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Засковачка\_02 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

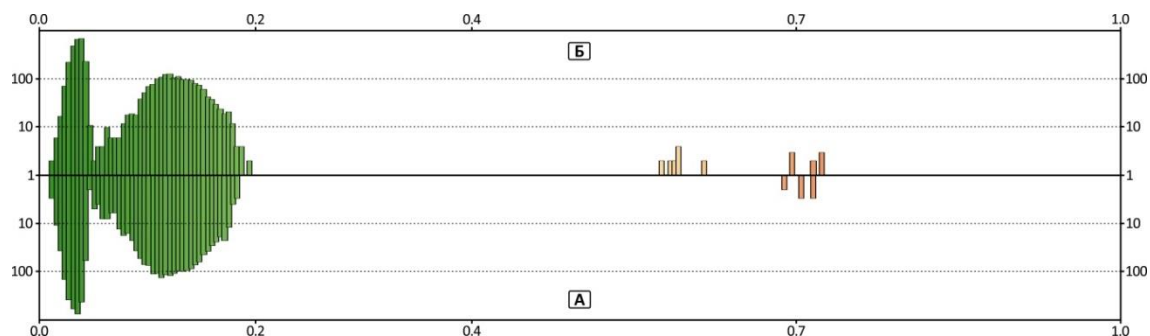
▪ Подслив Засковачка\_03 има степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера од 95.27%, као и значајну промену просечне вредности коефицијента  $Z$  од 32.32% (Слика 5.2.17.). Промена стандардне девијације износи 124.91%. Најзначајнија промена је у III категорији ерозије, која се повећала са 1.36ha (0.4%) на 11.68ha (3.7%). Такође, приметно је повећање II категорије са 0.24ha (0.1%) на 4.6ha (1.5%) (Табеле Б.13.1., Б.13.2., Б.13.3. у Прилогу Б).



Слика 5.2.17. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Засковачка\_03 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

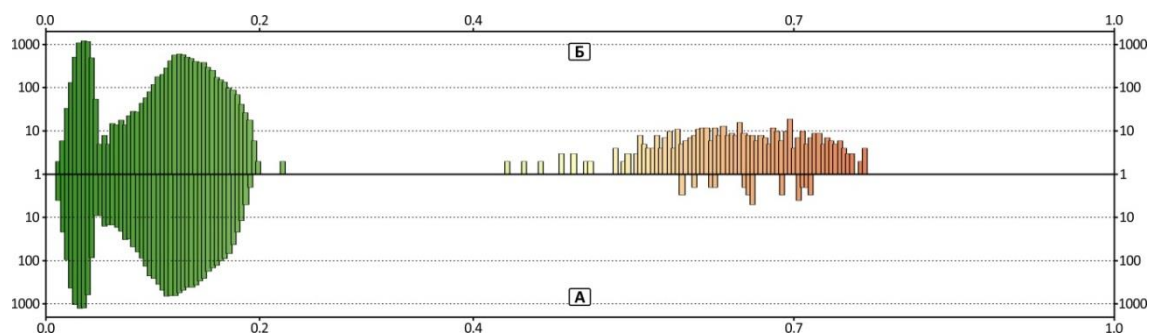
▪ Подслив Засковачка\_04 има велики степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера од 99.29%, који одсликава малу промену просечне вредности коефицијента  $Z$  од 5.65% (Слика 5.2.18.). Промена стандардне девијације је такође мала и износи 20.61%. Матрица конфузије не показује веће промене у свим категоријама ерозије (Табеле Б.14.1., Б.14.2., Б.14.3. у Прилогу Б).





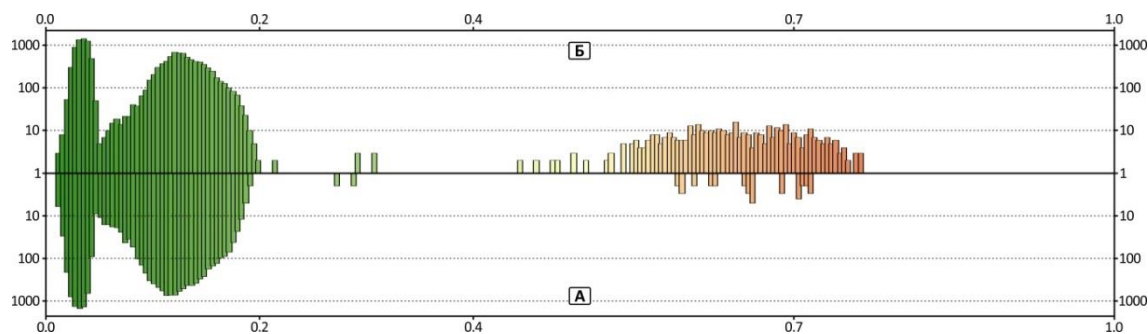
Слика 5.2.18. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Засковачка\_04 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

▪ Подслив Засковачка\_05 има релативно мали степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера, од 96.66%. Сходно томе, промена просечне вредности коефицијента  $Z$  износи 22.04%, са променом стандардне девијације од 89.91% (Слика 5.2.19.). Анализом матрице конфузије се уочава повећање II категорије ерозије са 0.64ha (0.1%) на 3.84ha (0.8%), као и значајно повећање III категорије, са 1.68ha (0.3%) на 14.28ha (2.9%) (Табеле Б.15.1., Б.15.2., Б.15.3. у Прилогу Б).



Слика 5.2.19. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Засковачка\_05 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

▪ Слив Засковачка\_06 има степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера од 97.16%, као и промену просечне вредности коефицијента  $Z$  од 21.11% (Слика 5.2.20.). Промена стандардне девијације износи 81.75%. Уочава се повећање II категорије ерозије са 0.64ha (0.1%) на 3.4ha (0.6%), као и III категорије са 1.88ha (0.3%) на 14.88ha (2.6%) (Табеле Б.16.1., Б.16.2., Б.16.3. у Прилогу Б).



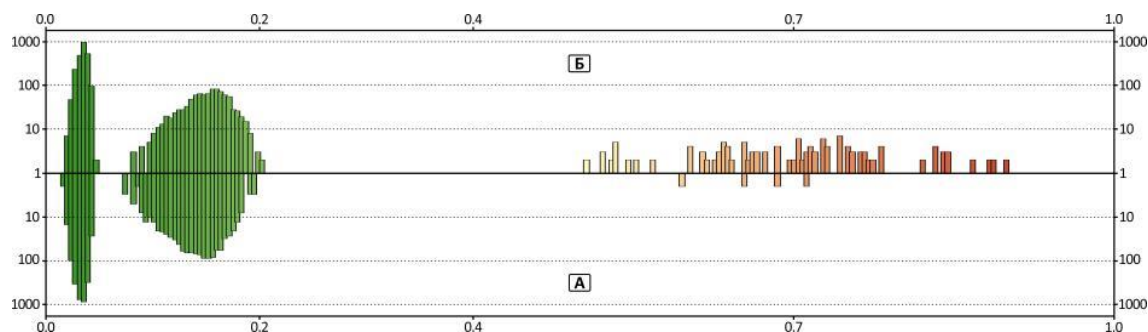
Слика 5.2.20. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Засковачка\_06 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

1.5.7. На подсливовима Рекитске реке на Старој планини коефицијент ерозије  $Z$  је промењен на следећи начин (Табела 5.2.18.):

Табела 5.2.18. Промена основних статистичких параметара коефицијента ерозије  $Z$  на сливу Рекитске реке пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената

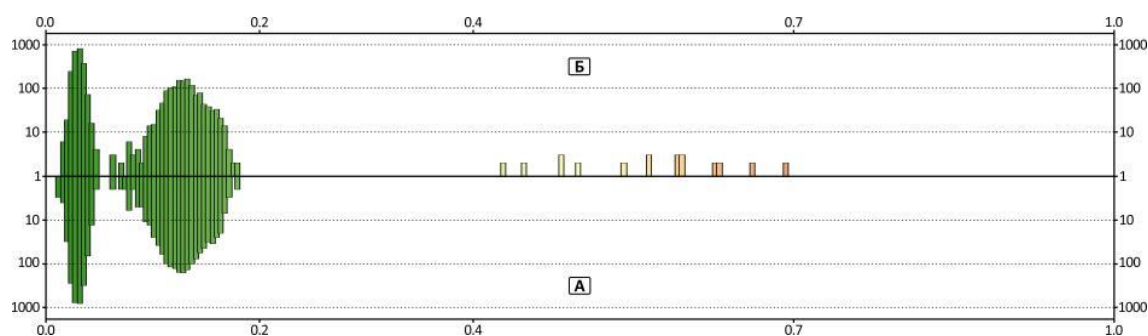
	Рекитска_01		Рекитска_02		Рекитска_03		Рекитска_04	
	2001	2008	2001	2008	2001	2008	2001	2008
Процентуална сагласност растера	95.00		98.59		96.87		97.37	
Просечна вредност $Z$	<b>0.068</b>	<b>0.100</b>	<b>0.066</b>	<b>0.074</b>	<b>0.067</b>	<b>0.086</b>	<b>0.085</b>	<b>0.101</b>
Минимум	0.014	0.016	0.010	0.011	0.008	0.009	0.008	0.009
Максимум	0.752	0.980	0.771	0.779	0.773	0.960	0.937	0.956
Стандардна девијација	0.072	0.155	0.056	0.081	0.064	0.121	0.079	0.118

▪ На сливу Рекитске реке, подслив Рекитска\_01 има најмањи степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера (95.00%), као и изражену промену просечне вредности коефицијента  $Z$ , која износи 46.92% (Слика 5.2.21.). Промена стандардне девијације је такође висока, 115.53%. У матрици конфузије приметна је изражена промена II категорије ерозије, са 0.24ha (0.2%) на 3.92ha (2.8%). Такође, III категорија је повећана са 0.96ha (0.7%) на 3.68ha (2.6%) (Табеле Б.17.1., Б.17.2., Б.17.3. у Прилогу Б).



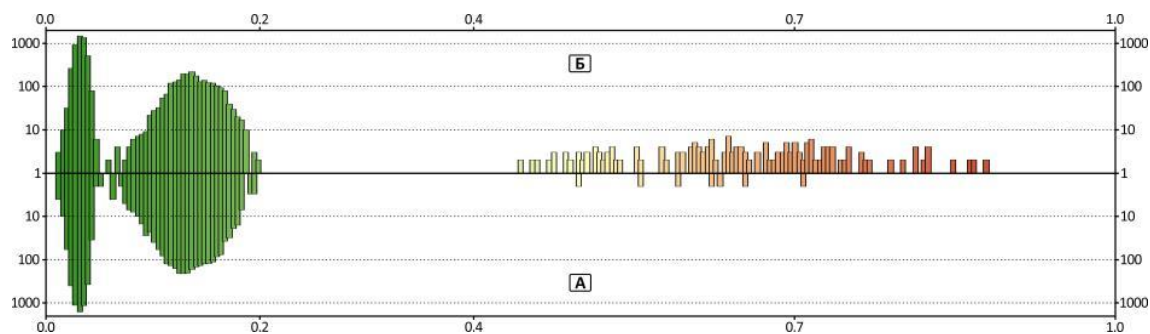
Слика 5.2.21. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Рекитска\_01 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

- Подслив Рекитска\_02 има значајан степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера од 98.59%, и сходно томе, малу промену просечне вредности коефицијента  $Z$ , 11.81% (Слика 5.2.22.). Матрица конфузије не показује веће промене у свим категоријама ерозије (Табеле Б.18.1., Б.18.2., Б.18.3. у Прилогу Б).



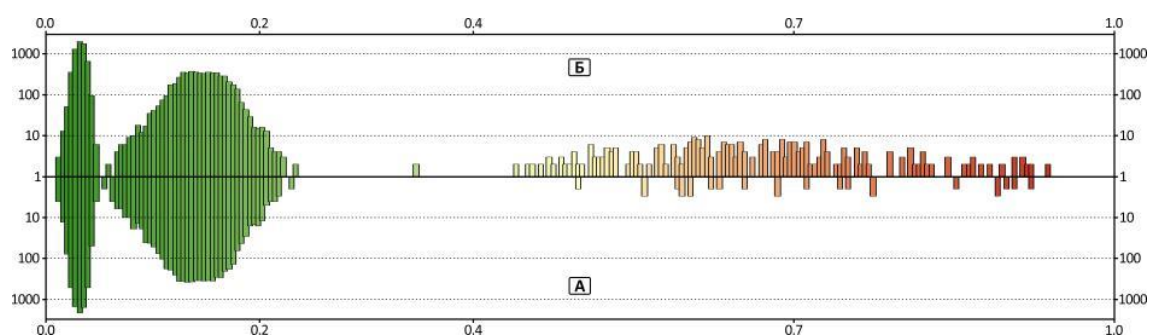
Слика 5.2.22. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Рекитска\_02 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

- Подслив Рекитска\_03 показује степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера од 96.87%, као и значајну промену просечне вредности коефицијента  $Z$  од 28.66% (Слика 5.2.23.). Промена стандардне девијације је такође изражена, са вредношћу од 88.46%. Анализом промена се уочава повећање II категорије ерозије са 0.32ha (0.1%) на 3.72ha (1.3%), као и повећање III категорије са 1.36ha (0.5%) на 6.24ha (2.1%) (Табеле Б.19.1., Б.19.2., Б.19.3. у Прилогу Б).



Слика 5.2.23. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Рекитска\_03 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

▪ Слив Рекитска\_04 има степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера од 97.37%, као и промену просечне вредности коефицијента  $Z$  од 18.31% (Слика 5.2.24.). II категорија ерозије се повећала са 1.8ha (0.4%) на 5.4ha (1.1%). Такође, III категорија ерозије се повећала са 1.76ha (0.4%) на 9.44ha (1.9%) (Табеле Б.20.1., Б.20.2., Б.20.3. у Прилогу Б).



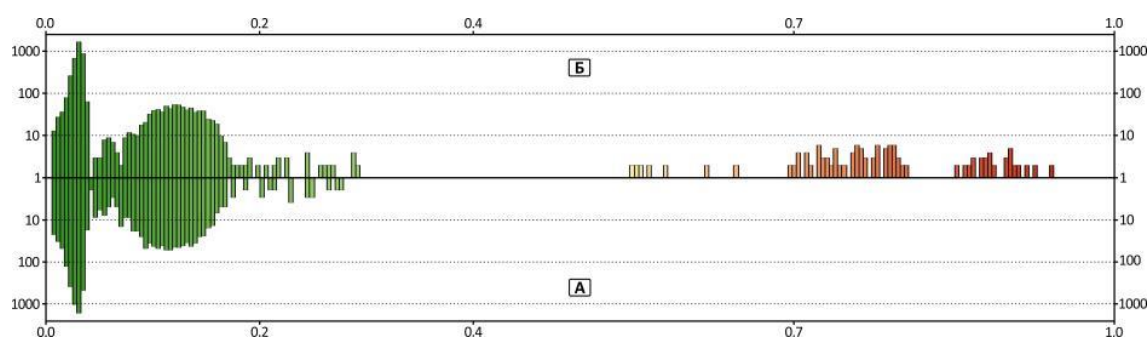
Слика 5.2.24. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Рекитска\_04 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

1.5.8. На подсливовима Станковачког потока на Златибору коефицијент ерозије  $Z$  је промењен на следећи начин (Табела 5.2.19.):

Табела 5.2.19. Промена основних статистичких параметара коефицијента ерозије  $Z$  на сливу Станковачког потока пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената

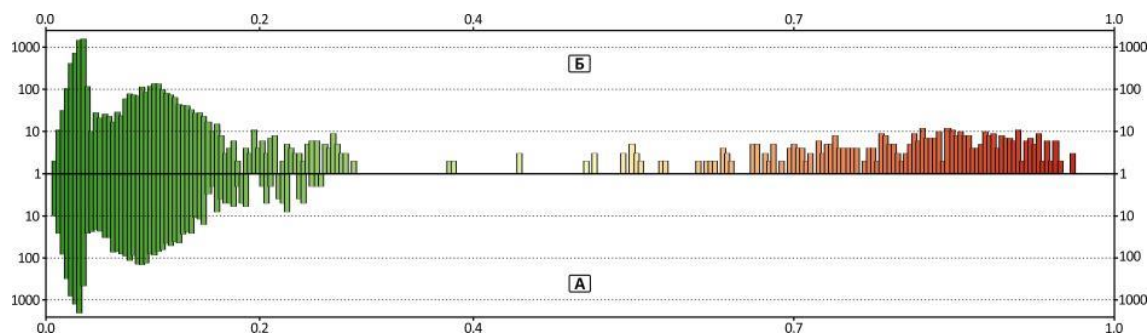
	Станковачки_01		Станковачки_02		Станковачки_03	
	1982	2008	1982	2008	1982	2008
Процентуална сагласност растера	96.15		92.11		93.81	
Просечна вредност $Z$	<b>0.043</b>	<b>0.073</b>	<b>0.044</b>	<b>0.104</b>	<b>0.044</b>	<b>0.090</b>
Минимум	0.004	0.006	0.004	0.007	0.004	0.006
Максимум	0.279	0.993	0.259	0.978	0.277	1.010
Стандардна девијација	0.038	0.143	0.035	0.195	0.036	0.175

▪ Подслив Станковачки\_01 има највећи степена сличности нумеричких вредности упоређиваних растера (96.15%), тако да је промена просечне вредности коефицијента  $Z$  релативно мала у односу на друге сливове на Златибору (69.03%) (Слика 5.2.25.). Међутим, просечна промена стандардне девијације (279.66%) ипак указује на значајну појаву већих вредности коефицијента. Најинтензивније вредности промене  $Z$  су из домена IV категорије ерозије, која се повећала са 0.6% (1.16ha) на 0.8% (1.52ha) (Табеле Б.21.1., Б.21.2., Б.21.3. у Прилогу Б).



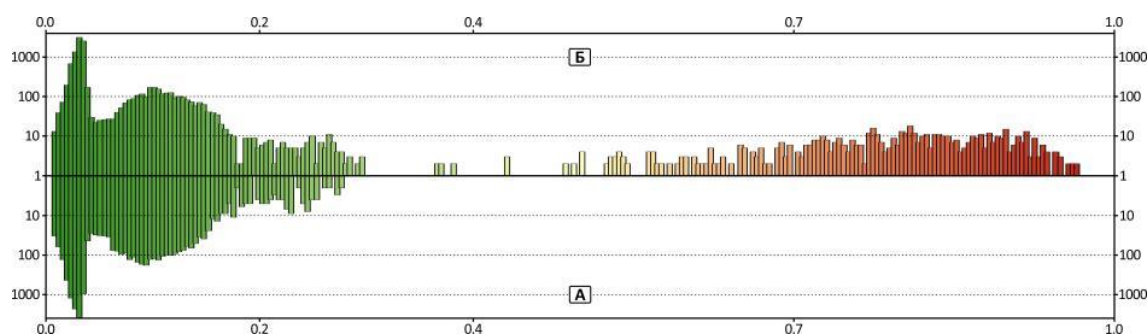
Слика 5.2.25. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Станковачки\_01 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

▪ Подслив Станковачки\_02 има најмањи степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера (92.11%), тако да је промена просечне вредности коефицијента  $Z$  највећа на подсливовима Станковачког потока (136.00%), као и промена стандардне девијације (463.06%) (Слика 5.2.26.). Анализом матрице конфузије се уочавају нове категорија ерозије: осредња ерозија (III категорија) на површини од 4.04ha (1.5%) и јака ерозија (IV категорија) на површини од 14.96ha (5.5.%). Ове категорије разорности су се повећале на рачун површина под врло слабом ерозијом (са 269ha (99.3%) на 247.76ha (91.5%)) (Табеле Б.22.1., Б.22.2., Б.22.3. у Прилогу Б).



Слика 5.2.26. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Станковачки\_02 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

- Подслив Станковачки\_03 има такође слаб степен сличности нумеричких вредности упоређиваних растера од 93.81%, и сходно томе значајне промене просечне вредности коефицијента  $Z$  (107.36%) и стандардне девијације (386.79%) (Слика 5.2.27.). Матрица конфузије такође показује појаву нових категорија ерозије: осредња ерозија (III категорија) на површини од 5.76ha (1.2%) и јака ерозија (IV категорија) на површини од 20.96ha (4.4.%) (Табеле Б.23.1., Б.23.2., Б.23.3. у Прилогу Б).



Слика 5.2.27. Логаритамски хистограм расподеле вредности коефицијента ерозије  $Z$  на подсливу Станковачки\_03 за стање пре (А) и након (Б) уноса туристичко-рекреативних елемената

## 2.0. Резултати истраживања промена укупне ерозионе продукције применом Метода потенцијала ерозије

### 2.1. Температурни коефицијент подручја ( $T$ )

2.1.1. Температурни коефицијент подручја се израчунава према формули (5.2.1.).

$$[^{\circ}\text{C}] \quad T = \sqrt{\frac{t}{10} + 0.1} \quad (5.2.1.)$$

$t$  – средња годишња температура ваздуха на сливу [ $^{\circ}\text{C}$ ]

2.1.2. За истраживано подручје на Старој планини, средња годишња температура ваздуха је одређена према моделу који је калибрисан на основу података са метеоролошких станица „Власина“ и „Топли Дол“ (5.2.2.) (Табела 5.2.20.) (Живковић, Смиљанић, 2005).

$$[^{\circ}\text{C}] \quad t = -0.0058 \cdot H_{sr} + 12.54 \quad (5.2.2.)$$

$H_{sr}$  – средња надморска висина слива [m]

Табела 5.2.20. Вредности средњих годишњих температура ваздуха на истраживаним подсливовима на Старој планини

Подслив	$t$	$T$
Козарничка_01	4.363	0.732
Козарничка_02	4.297	0.728
Козарничка_03	4.320	0.729
Козарничка_04	4.758	0.759
Козарничка_05	4.773	0.760
Дебештичка_01	5.257	0.791
Дебештичка_02	4.472	0.740
Дебештичка_03	4.863	0.766
Товарница_01	5.244	0.790
Товарница_02	5.818	0.826
Засковачка_01	3.923	0.702
Засковачка_02	3.742	0.689
Засковачка_03	3.894	0.700
Засковачка_04	4.235	0.724
Засковачка_05	4.031	0.709
Засковачка_06	4.131	0.716
Рекитска_01	4.385	0.734
Рекитска_02	4.275	0.726
Рекитска_03	4.361	0.732
Рекитска_04	4.226	0.723

2.1.3. За истраживано подручје на Златибору, средња годишња температура ваздуха је одређена према моделу који је калибрисан на основу података са метеоролошке станице „Мокра гора“ (5.2.3.) (Табела 5.2.21.) (Живковић, 2009).

$$[^{\circ}\text{C}] \quad t = -0.0043 \cdot H_{sr} + 11.49 \quad (5.2.3.)$$

$H_{sr}$  – средња надморска висина слива [m]

Табела 5.2.21. Вредности средњих годишњих температура ваздуха на истраживаним подсливовима на Златибору

Подслив	$t$	$T$
Станковачки_01	6.411	0.861
Станковачки_02	6.339	0.857
Станковачки_03	6.371	0.859

## 2.2. Средња годишња количина падавина ( $H_{sr}$ )

2.2.1. За истраживано подручје на Старој планини, средња годишња количина падавина је дефинисана према моделу који је калибрисан на основу података са метеоролошких станица „Власина“ и „Топли Дол“ (5.2.4.) (Табела 5.2.22) (Живковић, 2009).

$$[\text{mm}] \quad H_{god} = 0.506 \cdot H_{sr} + 435 \quad (5.2.4.)$$

$H_{sr}$  – средња надморска висина слива [m]

Табела 5.2.22. Вредности средњих годишњих количина падавина на истраживаним подсливовима на Старој планини

Подслив	$H_{god}$
Козарничка_01	1140.53
Козарничка_02	1146.24
Козарничка_03	1144.30
Козарничка_04	1106.02
Козарничка_05	1104.80
Дебештичка_01	1062.57
Дебештичка_02	1131.02
Дебештичка_03	1096.87
Товарница_01	1063.66
Товарница_02	1013.61
Засковачка_01	1178.87
Засковачка_02	1194.70
Засковачка_03	1181.41
Засковачка_04	1151.65
Засковачка_05	1169.49
Засковачка_06	1160.77
Рекитска_01	1138.60
Рекитска_02	1148.23



Рекитска_03	1140.67
Рекитска_04	1152.46

2.2.2. За истраживано подручје на Златибору, средња годишња количина падавина је дефинисана према моделу који је калибрисан на основу података са метеоролошке станице „Златибор“ (5.2.5.) (Табела 5.2.23.) (Живковић, 2009).

$$[mm] \quad H_{god} = 0.31 \cdot H_{sr} + 628 \quad (5.2.5.)$$

$H_{sr}$  – средња надморска висина слива [m]

Табела 5.2.23. Вредности средњих годишњих количина падавина на истраживаним подсливовима на Златибору

Подслив	$H_{god}$
Станковачки_01	994.13
Станковачки_02	999.32
Станковачки_03	997.07

### 2.3. Промена коефицијента ерозије ( $Z$ )

Коефицијент ерозије  $Z$  представља средство за класификацију ерозионих процеса према њиховом интензитету („категорија разорности“). У овом истраживању коефицијент  $Z$  је генерисан на нивоу пиксела, и сумарно изражен као аритметичка средина вредности свих пиксела у оквиру истраживаних подсливова (Табеле 5.2.24. и 5.2.25., Слика 5.2.28.).

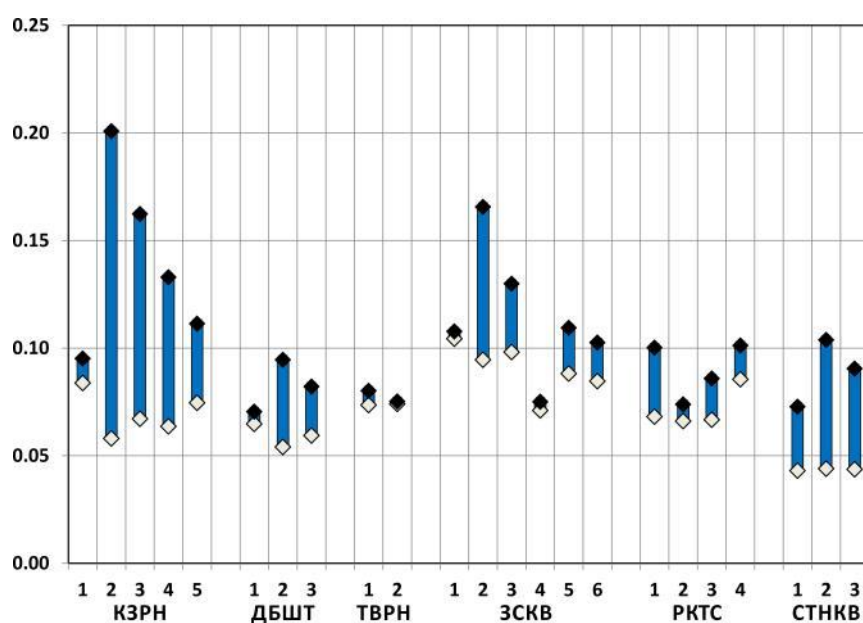
Табела 5.2.24. Вредности коефицијента ерозије  $Z$  за истраживане подсливове на Старој планини (стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената)

Подслив	Коефицијент $Z$	
	2001	2008
Козарничка_01	0.084	0.095
Козарничка_02	0.058	0.201
Козарничка_03	0.067	0.162
Козарничка_04	0.064	0.133
Козарничка_05	0.075	0.111
Добештичка_01	0.065	0.070
Добештичка_02	0.054	0.095
Добештичка_03	0.059	0.082
Товарница_01	0.074	0.080

Товарница_02	0.074	0.075
Засковачка_01	0.104	0.108
Засковачка_02	0.095	0.166
Засковачка_03	0.098	0.130
Засковачка_04	0.071	0.075
Засковачка_05	0.088	0.109
Засковачка_06	0.085	0.103
Рекитска_01	0.068	0.100
Рекитска_02	0.066	0.074
Рекитска_03	0.067	0.086
Рекитска_04	0.085	0.101

Табела 5.2.25. Вредности коефицијента ерозије  $Z$  за истраживане подсливове на Златибору (стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената)

Подслив	Коефицијент $Z$	
	1982	2008
Станковачки_01	0.043	0.073
Станковачки_02	0.044	0.104
Станковачки_03	0.044	0.090



Слика 5.2.28. Промена коефицијента ерозије  $Z$  на истраживаним подсливовима (стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената)

## 2.4. Промена укупне годишње продукције ерозионог материјала ( $W_{god}$ )

2.4.1. Према математичком изразу проф. Гавриловића (3.2.2.), и дефинисаним улазним параметрима ( $T, H_{god}, Z, A$ ), израчуната је укупна годишња продукција ерозионог материјала за стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената (Табела 5.2.26. и 5.2.27.).

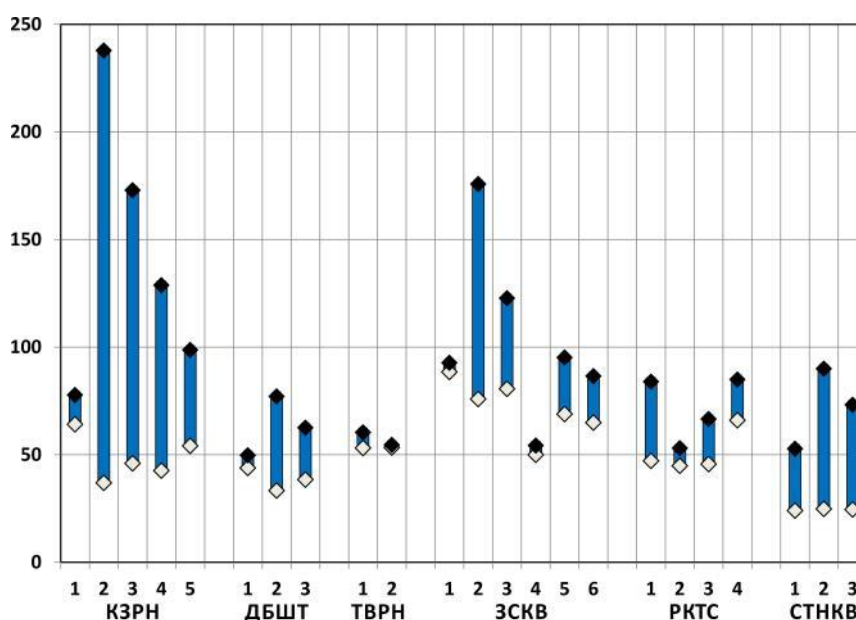
Табела 5.2.26. Вредности укупне годишње продукције ерозионог материјала  $W_{god}$  на истраживаним подсливовима на Старој планини (стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената)

Подслив	$W_{god}$ [m <sup>3</sup> /god]	
	2001	2008
Козарничка_01	71.70	86.84
Козарничка_02	80.22	516.96
Козарничка_03	151.34	569.17
Козарничка_04	195.88	592.22
Козарничка_05	454.11	828.16
Дебештичка_01	113.33	128.60
Дебештичка_02	86.89	201.00
Дебештичка_03	199.65	324.80
Товарница_01	120.86	137.56
Товарница_02	243.83	249.53
Засковачка_01	149.17	156.41
Засковачка_02	106.44	246.78
Засковачка_03	255.38	388.72
Засковачка_04	84.46	91.73
Засковачка_05	337.52	466.28
Засковачка_06	373.21	497.45
Рекитска_01	66.22	117.93
Рекитска_02	65.98	78.00
Рекитска_03	133.49	194.82
Рекитска_04	319.87	411.65

Табела 5.2.27. Вредности укупне годишње продукције ерозионог материјала  $W_{god}$  на истраживаним подсливовима на Златибору (стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената)

Подслив	$W_{god}$ [m <sup>3</sup> /god]	$W_{god}$ [m <sup>3</sup> /god]
	1982	2008
Станковачки_01	46.40	101.97
Станковачки_02	67.14	243.39
Станковачки_03	113.93	340.21

2.4.2. Највеће промене укупне годишње продукције ерозионог материјала на Старој планини су уочене на подсливовима Козарничке, Дебештичке и Засковачке реке. На сливу Козарничке реке, највећа промена је регистрована на подсливовима Козарничка\_02 (промена од 544.40%), Козарничка\_03 (промена од 276.09%) и Козарничка\_04 (промена од 202.35%). На подсливу Дебештичка\_02, продукција ерозионог материјала се повећала за 113.11%, а на подсливу Засковачка\_02 за 112.66%. На истраживаним подсливовима на Златибору, највећа промена укупне годишње продукције ерозионог материјала је на подсливу Станковачки\_02 (промена од 262.54%) (Слика 5.2.29.).



Слика 5.2.29. Промена специфичне годишње продукције ерозионог материјала  $W_{god/sp}$  на истраживаним подсливовима (стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената)

## 2.5. Коэффициент ретенције ерозионог материјала ( $R_u$ )

На основу обрасца (3.2.3.) израчунат је коэффициент ретенције ( $R_u$ ) за истраживане подсливове (Табела 5.2.28.).

Табела 5.2.28. Вредности коефицијента ретенције  $R_u$  на истраживаним подсливовима

Подслив	Коефицијент $R_u$
Козарничка_01	0.404
Козарничка_02	0.446
Козарничка_03	0.480
Козарничка_04	0.551
Козарничка_05	0.513
Дебештичка_01	0.483
Дебештичка_02	0.597
Дебештичка_03	0.558
Товарница_01	0.558
Товарница_02	0.564
Засковачка_01	0.482
Засковачка_02	0.473
Засковачка_03	0.555
Засковачка_04	0.474
Засковачка_05	0.596
Засковачка_06	0.605
Рекитска_01	0.463
Рекитска_02	0.477
Рекитска_03	0.525
Рекитска_04	0.618
Станковачки_01	0.318
Станковачки_02	0.342
Станковачки_03	0.349

## 2.6. Промена средњег годишњег проноса наноса ( $G_{god}$ )

3.2.1. Према математичким изразима проф. Гавриловића (3.2.4., 3.2.5.) израчунате су средње годишње запремине укупних количина вученог и суспендованог наноса ( $G_{god}$ ), као и специфичне средње годишње запремине укупних количина вученог и суспендованог наноса ( $G_{god/sp}$ ) за стања пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената (Табеле 5.2.29., 5.2.30., 5.2.31. и 5.2.32.).

Табела 5.2.29. Вредности средњег годишњег проноса наноса на истраживаним подсливовима на Старој планини (стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената)

Подслив	$G_{god}$ [m <sup>3</sup> /god]	
	2001	2008
Козарничка_01	28.98	35.10
Козарничка_02	35.75	230.37
Козарничка_03	72.57	272.94
Козарничка_04	107.86	326.11
Козарничка_05	232.83	424.61
Дебештичка_01	54.69	62.06
Дебештичка_02	51.85	119.95
Дебештичка_03	111.42	181.26
Товарница_01	67.41	76.72
Товарница_02	137.40	140.61
Засковачка_01	71.96	75.46
Засковачка_02	50.39	116.82
Засковачка_03	141.61	215.55
Засковачка_04	40.03	43.47
Засковачка_05	201.23	277.99
Засковачка_06	225.88	301.07
Рекитска_01	30.64	54.56
Рекитска_02	31.50	37.24
Рекитска_03	70.02	102.19
Рекитска_04	197.66	254.38

Табела 5.2.30. Вредности средњег годишњег проноса наноса на истраживаним подсливовима на Златибору (стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената)

Подслив	$G_{god}$ [m <sup>3</sup> /god]	
	2001	2008
Станковачки_01	14.75	32.41
Станковачки_02	22.93	83.14
Станковачки_03	39.82	118.90

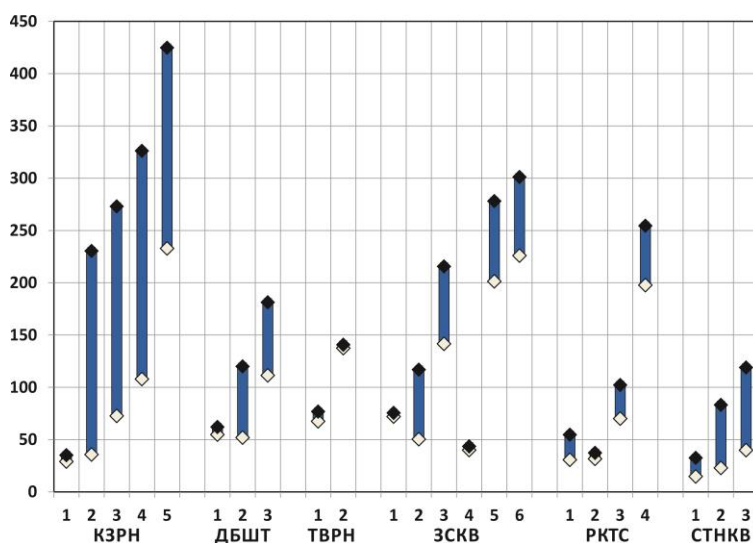
Табела 5.2.31. Вредности специфичног средњег годишњег проноса наноса на истраживаним подсливовима на Старој планини (стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената)

Подслив	$G_{god/sp}$ [m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /god]	
	2001	2008
Козарничка_01	25.92	31.39
Козарничка_02	16.44	105.96
Козарничка_03	22.05	82.91
Козарничка_04	23.45	70.91
Козарничка_05	27.74	50.59
Дебештичка_01	21.13	23.98
Дебештичка_02	19.88	45.98
Дебештичка_03	21.44	34.89
Товарница_01	29.59	33.68
Товарница_02	30.05	30.75
Засковачка_01	42.66	44.73
Засковачка_02	35.89	83.21
Засковачка_03	44.69	68.02
Засковачка_04	23.67	25.71
Засковачка_05	41.04	56.70
Засковачка_06	39.27	52.34
Рекитска_01	21.79	38.80
Рекитска_02	21.40	25.30
Рекитска_03	23.92	34.91
Рекитска_04	40.78	52.48

Табела 5.2.32. Вредности специфичног средњег годишњег проноса наноса на истраживаним подсливовима на Златибору (стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената)

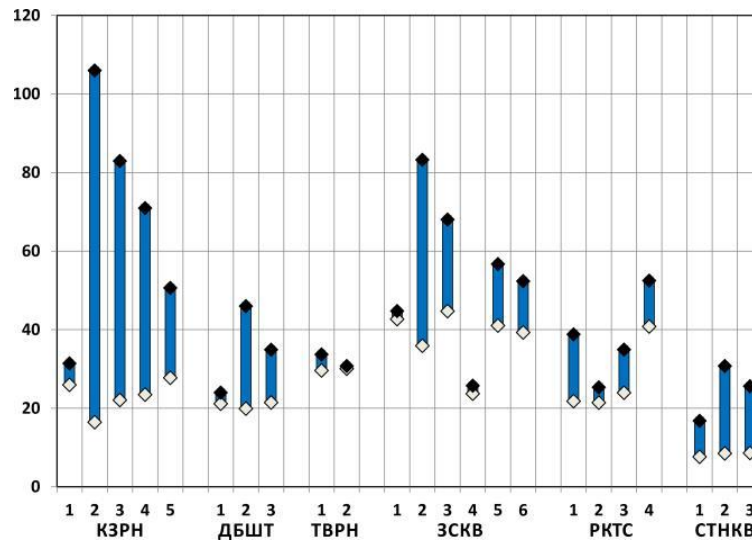
Подслив	$G_{god}$ [ $m^3/km^2/god$ ]	
	2001	2008
Станковачки_01	7.63	16.76
Станковачки_02	8.47	30.72
Станковачки_03	8.57	25.58

3.2.2. Промене средње годишње запремине наноса ( $G_{god}$ ) и специфичне средње годишње запремине наноса ( $G_{god/sp}$ ), су показале компатибилност са променама укупне годишње продукције ерозионог материјала ( $W_{god}$ ). Односно, највећа промена је регистрована на подсливовима Козарничка\_02, Козарничка\_03 и Козарничка\_04 на Старој планини и Станковачки\_02 на Златибору. Од осталих сливова, највећа промена се показује на подсливовима Дебештичка\_02 и Засковачка\_02 на Старој планини (Слике 5.2.30. и 5.2.31.).



Слика 5.2.30. Промена средње годишње запремине укупних количина вученог и суспендованог наноса  $G_{god}$  на истраживаним подсливовима (стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената)





Слика 5.2.31. Промена специфичне средње годишње запремине укупних количина вученог и суспендованог наноса  $G_{god/sp}$  на истраживаним подсливовима (стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената)

## 4.0. Модификација процеса отицаја

### 4.1. Синтетички јединични троугаони хидрограм

4.1.1. У односу на описан метод дефинисани су елементи синтетичког јединичног хидрограма на издвојеним сливним површинама на подручју Старе планине и Златибора (Табеле 5.2.33. и 5.2.34.).

Табела 5.2.33. Вредности  $t_p$ ,  $T_p$ ,  $T_r$  и  $T_b$  за истраживане подсливове за стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената на подручју Старе планине

Подслив	$t_p$ [h]		$T_p$ [h]		$T_r$ [h]		$T_b$ [h]	
	2001	2008	2001	2008	2001	2008	2001	2008
Козарничка_01	0.613	0.627	1.70	1.63	1.71	1.64	3.41	3.27
Козарничка_02	0.692	0.692	1.78	1.61	1.82	1.65	3.59	3.26
Козарничка_03	0.621	0.621	1.62	1.45	1.70	1.52	3.32	2.98
Козарничка_04	1.006	1.006	1.76	1.59	1.88	1.70	3.64	3.29
Козарничка_05	1.001	1.001	1.75	1.58	1.95	1.77	3.70	3.35
Дебештичка_01	0.720	0.720	1.89	1.89	1.95	1.95	3.83	3.83
Дебештичка_02	0.875	0.875	2.21	1.96	2.28	2.02	4.49	3.98
Дебештичка_03	0.864	0.864	1.53	1.45	1.66	1.57	3.19	3.01
Товарница_01	0.955	0.955	2.29	2.29	2.35	2.35	4.63	4.63
Товарница_02	0.896	0.896	1.56	1.56	1.67	1.67	3.24	3.24
Засковачка_01	0.678	0.678	1.76	1.76	1.79	1.79	3.55	3.55
Засковачка_02	0.694	0.694	1.78	1.69	1.80	1.72	3.58	3.41
Засковачка_03	0.798	0.798	1.97	1.97	2.05	2.05	4.02	4.02
Засковачка_04	0.739	0.739	1.91	1.91	1.94	1.94	3.84	3.84
Засковачка_05	0.855	0.854	1.52	1.44	1.64	1.55	3.16	2.99
Засковачка_06	0.815	0.815	1.40	1.40	1.52	1.52	2.92	2.92
Рекитска_01	0.622	0.622	1.71	1.62	1.73	1.65	3.44	3.27
Рекитска_02	0.652	0.652	1.73	1.65	1.76	1.68	3.50	3.33
Рекитска_03	0.738	0.738	1.90	1.82	1.98	1.89	3.88	3.71
Рекитска_04	0.565	0.565	1.06	1.06	1.15	1.15	2.21	2.21

Табела 5.2.34. Вредности  $t_p$ ,  $T_p$ ,  $T_r$  и  $T_b$  за истраживане подсливове за стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената на подручју Златибора

Подслив	$t_p$ [h]		$T_p$ [h]		$T_r$ [h]		$T_b$ [h]	
	1982	2008	1982	2008	1982	2008	1982	2008
Станковачки_01	0.947	0.945	2.45	2.28	2.49	2.32	4.94	4.60

Станковачки_02	1.180	1.180	2.93	2.68	3.03	2.77	5.96	5.45
Станковачки_03	1.218	1.218	2.13	1.97	2.29	2.11	4.43	4.08

## 4.2. Рачунска киша

4.2.1. Максимална дневна киша одређене вероватноће појаве  $H_{(24h,P)}$  се добија обрадом података са најближе кишомерне станице (издвајањем дневних максималних падавина за читав период рада станице и применом неке од теоријских функција расподеле вероватноћа; коришћене су расподеле Pearson Type III и Log Pearson Type III). У прорачуну се користе вредности екстремних дневних падавина према Log Pearson Type III расподели.

4.2.2. Приликом прорачуна максималног протицаја сматра се да он има исту вероватноћу појаве као и киша која га је изазвала. Максимална дневна киша одређене вероватноће појаве  $H_{(24h,P)}$  на истраживаном подручју Старе планине одређена је на основу обраде података осматрања са кишомерне станице Алдинац (период 1944–2011), односно, за подручје Златибора са кишомерне станице Златибор (период 1944–2011). Иако су постојале и кишомерне станице које су на мањем одстојању од истраживаних подручја (нпр. „Топли Дол“, „Ћуштица“, „Темска“ на подручју Старе планине), њихови подаци нису узети у обзир због великих прекида у раду и непоузданости података (Табела 5.2.35.).

Табела 5.2.35. Мерадавне дневне кише за различите вероватноће појаве

Кишомерна станица	$H_{(24h,0.5\%)}$ [mm]	$H_{(24h,1\%)}$ [mm]	$H_{(24h,2\%)}$ [mm]
„Алдинац“ – Стара планина	141.5	123.6	107.0
„Златибор“ - Златибор	123.3	108.7	95.4

4.2.3. Интензитет мерадавне кише је добијен на основу Јанковићеве релације (3.2.10.) (Табеле 5.2.36. и 5.2.37.):

Табела 5.2.36. Вредности интензитета меродавне кише за различите вероватноће појаве (0.5%, 1% и 2%) на истраживаним подсливовима на Старој планини за стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената

Подслив	$I_{(T,0.5\%)} [\text{mm}\cdot\text{mm}^{-1}]$		$I_{(T,1\%)} [\text{mm}\cdot\text{mm}^{-1}]$		$I_{(T,2\%)} [\text{mm}\cdot\text{mm}^{-1}]$	
	2001	2008	2001	2008	2001	2008
Козарничка_01	6.182	6.182	5.078	5.078	4.151	4.396
Козарничка_02	5.813	6.608	4.795	5.772	3.743	4.675
Козарничка_03	6.182	7.105	5.078	5.772	3.935	4.997
Козарничка_04	9.031	10.980	7.889	8.647	6.289	7.486
Козарничка_05	9.031	10.980	7.889	8.647	6.289	7.486
Дебештичка_01	5.490	5.490	4.546	4.795	3.743	3.743
Дебештичка_02	4.950	5.813	4.124	4.795	3.415	3.935
Дебештичка_03	9.900	10.980	7.889	9.591	6.829	7.486
Товарница_01	4.950	4.950	4.124	4.124	3.415	3.415
Товарница_02	9.900	9.900	8.647	8.647	6.829	6.829
Засковачка_01	5.813	6.182	4.795	4.795	3.935	3.935
Засковачка_02	5.813	6.182	4.795	5.400	3.935	4.151
Засковачка_03	5.490	5.490	4.546	4.795	3.743	3.743
Засковачка_04	5.490	5.813	4.546	4.546	3.570	3.935
Засковачка_05	9.900	10.980	8.647	8.647	6.829	6.829
Засковачка_06	10.980	10.980	8.647	8.647	6.829	7.486
Рекитска_01	5.813	6.608	5.078	5.400	4.151	4.396
Рекитска_02	5.813	6.182	4.795	5.078	3.935	4.151
Рекитска_03	5.490	5.813	4.546	4.795	3.570	3.743
Рекитска_04	12.364	12.364	9.591	10.800	8.303	8.303

Табела 5.2.37. Вредности интензитета меродавне кише за различите вероватноће појаве (0.5%, 1% и 2%) на истраживаним подсливовима на Златибору за стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената

Подслив	$I_{(T,0.5\%)} [\text{mm}\cdot\text{mm}^{-1}]$		$I_{(T,1\%)} [\text{mm}\cdot\text{mm}^{-1}]$		$I_{(T,2\%)} [\text{mm}\cdot\text{mm}^{-1}]$	
	1982	2008	1982	2008	1982	2008
Станковачки_01	3.624	3.959	3.068	3.491	2.590	2.927
Станковачки_02	3.348	3.784	2.951	3.195	2.410	2.692
Станковачки_03	6.230	7.249	5.493	5.903	4.513	5.181

### 4.3. Број криве отицаја *CN* (runoff curve number)

У односу на процентуално учешће одређених предеоних елемената (намена површина) на истраживаним подсливовима добијене су вредности *CN* (Табеле 5.2.38. и 5.2.39.).

Табела 5.2.38. Вредности *CN* на истраживаним подсливовима за стање при и након уноса туристичко-рекреативних елемената на Старој планини

Подслив	<i>CN</i>	
	2001	2008
Козарничка_01	76	78
Козарничка_02	77	84
Козарничка_03	77	84
Козарничка_04	77	82
Козарничка_05	77	82
Дебештичка_01	76	77
Дебештичка_02	76	82
Дебештичка_03	76	81
Товарница_01	78	78
Товарница_02	78	78
Засковачка_01	77	78
Засковачка_02	77	80
Засковачка_03	78	79
Засковачка_04	76	77
Засковачка_05	77	78
Засковачка_06	77	78
Рекитска_01	76	79
Рекитска_02	76	78
Рекитска_03	76	78
Рекитска_04	76	78

Табела 5.2.39. Вредности *CN* на истраживаним подсливовима за стање при и након уноса туристичко-рекреативних елемената на Златибору

Подслив	<i>CN</i>	
	1982	2008
Станковачки_01	67	72
Станковачки_02	67	74
Станковачки_03	67	73

#### 4.4. Ефективне падавине ( $P_e$ )

На основу описане трансформације бруто падавина, израчунате су вредности ефективних падавине за вероватноће појаве (0.5%, 1% и 2%) на подручју Старе планине и Златибора (Табеле 5.2.40. и 5.2.41.).

Табела 5.2.40. Вредности ефективних падавина за различите вероватноће појаве (0.5%, 1% и 2%) на истраживаним подсливовима на Старој планини за стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената

Подслив	$P_{e(0.5\%)} [mm]$		$P_{e(1\%)} [mm]$		$P_{e(2\%)} [mm]$	
	2001	2008	2001	2008	2001	2008
Козарничка_01	24.43	27.25	19.18	21.66	14.48	16.02
Козарничка_02	26.77	35.64	21.12	28.34	16.58	22.73
Козарничка_03	25.82	34.32	20.40	28.34	16.06	21.90
Козарничка_04	30.78	35.54	23.66	29.59	18.42	22.73
Козарничка_05	30.78	35.54	23.66	29.59	18.42	22.73
Дебештичка_01	26.23	27.66	20.54	21.12	15.50	16.58
Дебештичка_02	27.82	34.53	21.77	28.05	16.42	22.12
Дебештичка_03	27.82	33.87	22.34	26.56	16.42	21.40
Товарница_01	30.83	30.83	24.42	24.42	18.71	18.71
Товарница_02	30.83	30.83	23.78	23.78	18.71	18.71
Засковачка_01	26.77	27.25	21.12	22.41	16.06	17.18
Засковачка_02	26.77	30.25	21.12	23.48	16.06	18.94
Засковачка_03	29.14	30.67	23.11	23.74	17.71	18.89
Засковачка_04	26.23	26.77	20.54	21.81	15.97	16.06
Засковачка_05	29.30	29.14	22.46	23.78	17.54	18.71
Засковачка_06	27.66	29.14	22.46	23.78	17.54	17.71
Рекитска_01	25.36	27.64	19.18	22.15	14.48	17.13
Рекитска_02	25.36	27.25	19.88	21.66	15.00	16.61
Рекитска_03	26.23	28.22	20.54	22.41	15.97	17.71
Рекитска_04	24.43	27.25	19.88	20.86	14.48	16.61

Табела 5.2.41. Вредности ефективних падавина за различите вероватноће појаве (0.5%, 1% и 2%) на истраживаним подсливовима на Златибору за стање при и након уноса туристичко-рекреативних елемената

Подслив	$P_{e(0.5\%)} [mm]$		$P_{e(1\%)} [mm]$		$P_{e(2\%)} [mm]$	
	1982	2008	1982	2008	1982	2008
Станковачки_01	28.14	31.46	22.95	25.46	18.35	20.79

Станковачки_02	29.46	35.79	23.49	30.03	19.19	24.81
Станковачки_03	30.67	34.76	24.51	29.60	19.98	23.79

#### 4.5. Промена меродавне велике воде ( $Q_{max(\%)}$ )

4.5.1. Описаним поступком прорачуна, дефинисани су максимални протицаји за повратне периоде од 200, 100 и 50 година (вероватноћа појаве  $p=0.5\%$ ,  $1\%$ , и  $2\%$ ), за надпросечне услове влажности тла (Табела 5.2.42. и 5.2.43.).

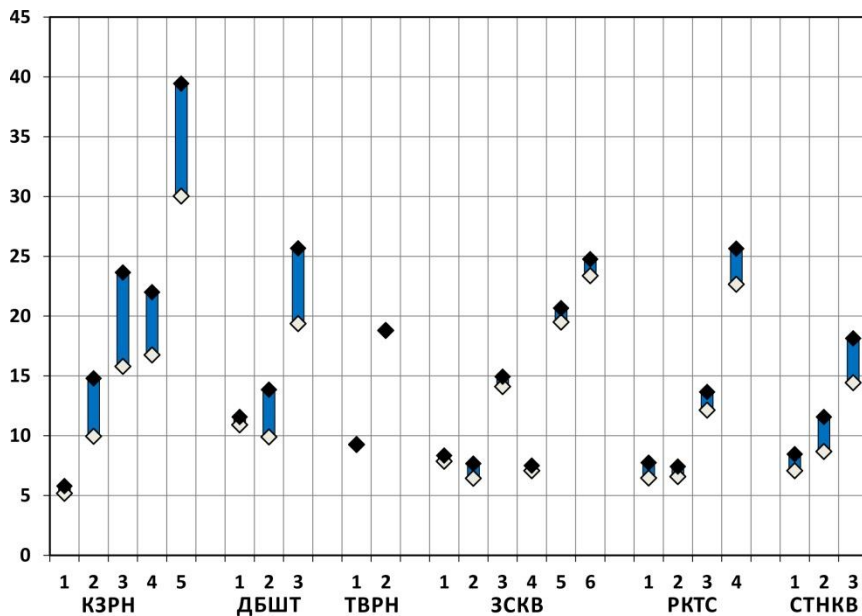
Табела 5.2.42. Вредности меродавних великих вода за различите вероватноће појаве ( $0.5\%$ ,  $1\%$  и  $2\%$ ) на истраживаним подсливовима на Старој планини за стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената

Подслив	$Q_{max(0.5\%)} [m^3 \cdot s^{-1}]$		$Q_{max(1\%)} [m^3 \cdot s^{-1}]$		$Q_{max(2\%)} [m^3 \cdot s^{-1}]$	
	2001	2008	2001	2008	2001	2008
Козарничка_01	6.85	7.54	5.18	5.78	3.78	4.28
Козарничка_02	13.03	18.60	9.94	14.79	7.33	11.45
Козарничка_03	20.73	29.78	15.79	23.64	11.61	18.26
Козарничка_04	21.79	27.80	16.75	21.99	12.45	16.89
Козарничка_05	39.06	49.85	30.03	39.43	22.32	30.29
Дебештичка_01	14.36	15.15	10.90	11.57	7.98	8.53
Дебештичка_02	12.98	17.53	9.89	13.84	7.27	10.61
Дебештичка_03	25.41	32.72	19.36	25.66	14.23	19.55
Товарница_01	11.98	11.98	9.26	9.27	6.92	6.92
Товарница_02	24.37	24.37	18.80	18.82	14.04	14.04
Засковачка_01	10.30	10.86	7.86	8.34	5.79	6.19
Засковачка_02	8.43	9.86	6.44	7.66	4.74	5.77
Засковачка_03	18.32	19.28	14.11	14.93	10.50	11.20
Засковачка_04	9.30	9.81	7.07	7.50	5.18	5.53
Засковачка_05	25.43	26.78	19.49	20.66	14.44	15.40
Засковачка_06	30.50	32.14	23.37	24.75	17.28	18.43
Рекитска_01	8.54	10.03	6.46	7.74	4.71	5.77
Рекитска_02	8.68	9.67	6.58	7.42	4.80	5.50
Рекитска_03	15.97	17.75	12.13	13.65	8.89	10.15
Рекитска_04	30.01	33.47	22.65	25.63	16.49	18.92

Табела 5.2.43. Вредности меродавних великих вода за различите вероватноће појаве (0.5%, 1% и 2%) на истраживаним подсливовима на Златибору за стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената

Подслив	$Q_{max(0.5\%)} [m^3 \cdot s^{-1}]$		$Q_{max(1\%)} [m^3 \cdot s^{-1}]$		$Q_{max(2\%)} [m^3 \cdot s^{-1}]$	
	1982	2008	1982	2008	1982	2008
Станковачки_01	8.88	10.45	7.07	8.46	5.52	6.73
Станковачки_02	10.88	14.09	8.67	11.57	6.81	9.35
Станковачки_03	18.05	22.19	14.43	18.13	11.32	14.57

2.5.2. Највеће промене максималног протицаја за повратни период од 100 година ( $Q_{max(1\%)}$ ), на Старој планини су установљене на подсливовима Козарничке и Дебештичке реке. У оквиру слива Козарничке реке, највећа промена је регистрована на подсливовима Козарничка\_03 (повећање од 49.72%) и Козарничка\_02 (повећање од 48.79%). На подсливу Дебештичка\_02, максималан протицај се повећао за 39.94%. На истраживаним подсливовима на Златибору, највећа промена максималног протицаја је уочена на подсливу Станковачки\_02 (повећање од 33.45%) (Слика 5.2.32.).



Слика 5.2.32. Промена максималног протицаја за повратни период од 100 година ( $Q_{max(1\%)}$ ) на истраживаним подсливовима (стање пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената)



## VI. ДИСКУСИЈА О РЕЗУЛТАТИМА ИСТРАЖИВАЊА

На основу теоријских постулата, описаних методолошких поступака, као и резултата истраживања, издвојена су основна разматрања о последицама уноса туристичко-рекреативних елемената у аутохтоне планинске пределе.

### 1.0. Општа разматрања

1.0. Туристичко-рекреативни елементи за потребе скијашке „индустрије“ се формирају у планинским пределима који су изложени бројним, потенцијалним негативним природним утицајима, чиме се генерише еколошки фрагилан простор. Форма и функција туристичко-рекреативних елемената мењају дотадашње констелације у композицији и конфигурацији (структури) планинских предела, чиме директно утичу на стабилност предела на различитим размерама (Turner et al., 2001). Промена структуре предела под утицајем туристичко-рекреативних елемената је предмет метрике предела истраживаних подручја на Старој планини и Златибору. Под термином *метрика* се заправо подразумева скуп математичких алгоритама који квантификују конститутивне елементе структуре предела (McGarigal et al., 2002). Што се тиче концепта *стабилности* у предметном истраживању, овим термином су представљени природни процеси условљени одговарајућом структуром предела, који се одигравају у стању метастабилности. Промене неких процеса могуће је квантификовати на основу сложених истраживачких процедура и прорачуна спроведених у дужем временском периоду (просторна дистрибуција флукса енергије, екосистемска продуктивност, угљеников циклус, евапотранспирација). Истовремено, промена стабилности предела доводи до поремећаја равнотеже неких процеса (ерозиона продукција, максималан протицај) које је могуће квантификовати применом етаблираних методолошких приступа и математичких модела (Turner, 1989; Mitas et al., 1997; Mitasova et al., 2013). Сложен концепт екосистемског кретања материје, за потребе овог рада, је посматран као мерљив процес. На основу података добијених теренским истраживањима, примене математичких релација у ГИС окружењу, и реализације одређених прорачуна, квантификовани су ерозиона продукција и

максималан протицај, у условима пре и после уноса туристичко-рекреативних елемената у аутохтону структуру предела на предметним подсливовима.

2.0. Како овај рад користи симултану и компаративну анализу (1) промена структуре предела и (2) промена процеса у пределу (деградација предела), било је неопходно дефинисати просторни и информациони степен детаљности истраживаног простора. Процес утврђивања размере истраживања, домена (границе) и димензија гранула (пиксела) се заснивао на релевантним ставовима из литературе и експерименталним процедурама у ГИС апликацијама. Анализе промене структуре предела и анализе деградације природних процеса су обављане у оквиру граница топографских сливних подручја. Слив, као истраживани ентитет, представља границу екосистемских целина на различитим просторним и организационим нивоима (Forman, Godron, 1986; Quimby, 1988; Steiner, 2008). Издвојени сливови гравитирају површини од једног километра квадратног ( $1\text{km}^2$ ), што представља минималну површину која се може сматрати пределом (Forman, Godron, 1986; Turner, 1989). С друге стране, мали сливови у планинским подручјима се одликују великим степеном осетљивости према еколошким условима средине и антропогеним утицајима (Costin et al., 1962; Chang, 2003; Morgan, 2005). Што се тиче степена информационе детаљности, утврђено је да растерска база података са димензијом пиксела од 20m показује репрезентативне реакције промене параметара структуре предела. Поред овога, растерска база овакве детаљности је препоручена према литературним наводима за анализу биофизичких елемената простора који су неопходни за анализу предеоних процеса (Hengl, 2006; Hengl, 2007; Gigović, 2010). Испуњеност услова комплементарности домена и гранула истраживаног подручја поставља у компаративну раван промене структуре предела и поремећаје равнотеже процеса у пределу.

## **2.0. Анализа промене структуре предела**

1.0. Постојање аутохтоних, очуваних предеоних елемената (шуме, ливаде), који су с аспекта величине доминантни у структури, обезбеђује већи степен стабилности кроз уравнотежено одвијање процеса у пределу, у квантитативном и квалитативном смислу (Odum, 1959; MacArthur, Wilson, 1967; Forman, Godron,

1986). Туристичко-рекреативни елементи мењају структуру предела и генеришу негативне ефекте (повећање ерозионе продукције, дисбаланс процеса отицаја) као директне и индиректне последице фрагментације предела (McIntyre, Hobbs, 1999). Поред овога, линеарна структурираност унетих елемената (ски-стазе, коридори ски-лифтова, приступни путеви) неповољно утиче на аутохтоне преоне елементе, пре свега кроз деструкцију њихове примарне структуре. Метрика просторне компактности и величине преоних елемената на истраживаним подсливовима указује на значајан степен фрагментације аутохтоне структуре планинских предела под утицајем туристичко-рекреативних елемената. Метрика предела је анализирана на нивоу класа преоних елемената као и на нивоу интегралног предела. У зависности од типа предела (типологија условљена доминацијом преоних елемената, шума или ливада), уочени су различити нивои фрагментације и деградације.

1.1. Анализа класа преоних елемената, за метрику растерске базе података, показала је значајну промену параметра PN (број преоних елемената) и PD (просторна компактност преоних елемената), на подсливовима на којима су унети туристичко-рекреативни елементи у форми ски-стаза. Очекивано, највећа промена је уочена на непосредним подсливовима на којима се налазе ски-стазе (Козарничка\_02, Дебештичка\_02 и Засковачка\_02, Станковачки\_02, Станковачки\_03), али ни надређени системи подсливова нису „имуни“ на промене. Промена метрике просторне компактности показује висок степен негативне корелације са површином анализираних подсливова Козарничке реке (за шуме као преоне елементе  $R=-0.91$ , за ливаде као преоне елементе  $R=-0.99$ ).

1.2. Метрика вектора на нивоу класе показује изразиту сензитивност на промену параметара PN и PD под утицајем унетих ски-стаза, а уочена осетљивост се појачава када анализа обухвати и унету путну мрежу. Ово је нарочито уочљиво на подсливовима Рекитске реке на Старој планини, где је за потребе изградње ски-лифтова (ски-лифт четворосед „Коњарник“, ски-лифт типа сидра „Сунчана долина“) формирана густа мрежа приступних путева, чиме су параметри PN и PD повећани за преко 95%. Метрика вектора, с аспекта компактности и величине, показује мање вредности параметара PN и PD на подсливовима на

којима су унети појединачни, велики нелинеарни предеони елементи (хотелски комплекс „Јабучко равниште“). Ово се, пре свега, односи на два подслива Товарничке реке на Старој планини (Товарничка\_01, Товарничка\_02). Комплексност векторске базе података условљава независност промене параметара метрике PN и PD од површине истраживаних подсливова.

1.3. Промене параметара PN и PD, у матрици растера, на предеоном нивоу, су најучљивије на подсливовима на којима су лоциране ски-стазе (Козарничка\_02, Дебештичка\_02, Засковачка\_02). Осетљивост је посебно изражена у односу на унос изолованих, изразито линеарних предеоних елемената (ски-стаза), што се нарочито односи на подсливова Дебештичка\_02 и Засковачка\_02. Промене параметара PN и PD показују велики степен негативне корелације са површинама анализираних подсливова Козарничке и Засковачке реке на Старој планини ( $R > -0.90$ ).

1.4. Метрике вектора параметара PN и PD још јасније одражавају фрагментацију структуре предела. Изражене промене су уочене на свим подсливовима Козарничке и Рекитске реке на Старој планини, као и на подсливовима Станковачког потока на Златибору, услед интензивног развоја путне мреже. На сливу Засковачке реке на Старој планини, значајна промена је једино изражена на подсливу Засковачка\_02. Повећањем површине истраживаних подсливова знатно се смањује промена параметара PN и PD, као последица уноса туристичко-рекреативних елемената. Изражена зависност промене параметара PN и PD од површине истраживаног подслива, уочена је на подсливовима Козарничке реке на Старој планини (PN:  $R = -0.93$ ; PD:  $R = -0.92$ ). Такође, уочено је приметно смањење вредности параметара PN и PD на сливу Товарничке реке на Старој планини, као резултат уноса једног великог предеоног елемента (хотелски комплекс „Јабучко равниште“).

2.0. Екосистемска стабилност је исходиште одређене структуре предела, која је условљена постојањем великих, природних (аутохтоних) предеоних елемената (Dramstad et al., 1996). Површински доминантни, природни предеони елементи (шуме, ливаде), стварају услове за варијабилност хабитата, а њихова стабилност (очуваност) побољшава ефекат интерцепције, инфилтрационо-ретенциона

својства земљишта, што минимизира ризик од појаве брзог, површинског отицаја (Leitao et al., 2006). Према важећим ставовима у литератури (McGarigal, Marks, 1995; McGarigal, 2013), параметар AREA\_MN (просечна површина предеоног елемента) даје највредније информације о промени структуре предела у условима антропогеног утицаја. Посебно се наглашава употреба метрике AREA\_MN на нивоу класа предеоних елемената, за детерминисање контраста између два стања у структури предела (Leitao et al., 2006).

2.1. На нивоу класа се уочава значајна промена параметра AREA\_MN након уноса туристичко-рекреативних елемената. Рашчлањавање (енг. dissection) (Forman, 1995), природних предеоних елемената је условило формирање елемената мањих површина, тако да је метрика показала знатно мање вредности AREA\_MN. У метрици растера, посебно изражене промене су уочене на подсливовима Козарничке и Дебештичке реке на Старој планини и Станковачког потока на Златибору (за предеони елемент шуме), са просечним степеном негативне корелације са површином анализираних подслива од  $R=-0.75$ . У метрици вектора, због комплексне природе базе података, није добијен сигнификантан степен корелације, али је приметан значајан пад вредности параметра AREA\_MN на свим подсливовима, који су под утицајем туристичко-рекреативних елемената.

2.2. На нивоу предела, свим подсливовима (осим слива Товарничке реке на Старој планини) је умањена површинска доминантност дотадашњег аутохтоног предеоног елемента (шуме или ливаде). Као што је и очекивано, подсливови Козарничке, Засковачке и Рекитске реке на Старој планини су, са аспекта AREA\_MN, показали знатно смањење вредности параметра, као последицу уноса туристичко-рекреативних елемената. Занимљива је метрика растера, на нивоу предела, у којој највећу промену вредности параметра AREA\_MN показује подслив Дебештичка\_02. Ово је последица специфичне ситуације у којој туристичко-рекреативни елементи приближно подједнако утичу на обе класе предеоних елемената (шуме и ливаде). Тиме је истакнут значај параметра AREA\_MN у анализи утицаја унетих елемената на маргиналне делове површински доминантних аутохтоних предеоних елемената. Овакав закључак се

односи и на утицај унетих елемената на зоне где матрица предела губи своје функционалне атрибуте.

2.3. Иако неки аутори истичу значај параметра AREA\_MD (медијана површина предеоних елемената), предметно истраживање није доказало ову тврдњу. Наиме, Hassett (2008) тврди да параметар AREA\_MD даје реалнију представу него параметар AREA\_MN, у случају утицаја екстремно великих предеоних елемената.

3.0. Статистички показатељи другог реда, као што су параметри AREA\_SD (стандардна девијација површине предеоних елемената) и AREA\_CV (коефицијент варијације површине предеоних елемента), истичу степен варијабилности површина предеоних елемената, што је један од основних индикатора хетерогености структуре предела (Wu, 2013). За разлику од параметра AREA\_MN, параметри AREA\_SD и AREA\_CV не истичу неједнакост дистрибуције предеоних елемената различитих површина, што важи и за појаву екстремно великих предеоних елемената.

3.1. Изражена линеарност туристичко-рекреативних елемената утиче на знатан број аутохтоних предеоних елемената, кроз рашчлањавање структуре предела. Директна последица оваквог процеса је стварање већег броја мањих предеоних елемената, чиме се формирају баријере (прекиди) у природним структурама. На нивоу класа, метрика показује значајан пад вредности параметара AREA\_SD и AREA\_CV на подсливовима који су предмет уноса туристичко-рекреативних елемената. Параметар AREA\_SD показује релативну постојаност тренда промена, у зависности од површине истраживаног подслива. Ово указује на чињеницу да се промена структуре предела, обухваћена параметром AREA\_SD, може очекивати и на предеоним размерама већим од оних које су коришћене у овом истраживању. Као и код параметра AREA\_MN, метрике параметара AREA\_SD и AREA\_CV показују интензивне промене на подсливовима Дебештичке реке на Старој планини, на којима су туристичко-рекреативни елементи подједнако унети у постојеће предеоне елементе шуме и ливаде.

4.0. Диверзитет структуре предела представља меру просторне распрострањености и постојаности „интегритета“ екосистема (Forman, Godron,

1986). За потребе овог рада, диверзитет ће бити третиран као параметар који детерминише интензитет промене структуре предела под утицајем туристичко-рекреативних елемената. Параметри диверзитета, Shannon индекс диверзитета и равномерности, показују јасну скалу реакција према квантитативној заступљености нових предеоних елемената. Ови параметри омогућавају једноставну идентификацију промена структуре предела. Важно је нагласити да се из резултата анализе промена, не може говорити о њиховом карактеру, већ само о интензитету, што се посебно односи на векторску базу података.

5.0. Форма предеоних елемената заузима посебно место у констелацији структуре предела и њоме условљених процеса (Lindenmayer, Fischer, 2006; McGarigal, 2013). Форма аутохтоних предеоних елемената је резултат дугог процеса адаптације хабитата на постојеће услове средине, који достижу еколошки климакс и стање метастабилности (Forman, Godron, 1986). Туристичко-рекреативни елементи нарушавају дводимензионални облик (форму) дотадашњих предеоних елемената, чиме негативно утиче на функције у пределу (Turner et al., 2001). Најпоузданији параметри који квантификују форму предеоних елемената су индекс форме предеоних елемената MSI (изведен из SHAPE параметра) и фрактална вредност предеоних елемената (MFD).

5.1. Специфичност SHAPE параметра се огледа у наглашеној сензитивности на *sensu stricto* процес фрагментације, односно, експлицитно рашчлањавање доминантних аутохтоних предеоних елемената. Истовремено, SHAPE параметар на процес рашчлањивања реагује позитивним вредностима, што може да наведе на закључак о повећаном (побољшаном) структурном диверзитету. Овај феномен је нарочито изражен у метрици класа предеоних елемената на подсливовима Дебештичке реке на Старој планини и Станковачког потока на Златибору, на којима су туристичко-рекреативни елементи изазвали експлицитне облике деградације доминантне класе аутохтоног предеоног елемента (фрагментација шуме). Тиме је условљено повећање вредности MSI параметра. Међутим, како су унети елементи антропогеног карактера, структурно и функционално у колизији са пређашњим квалитативним стањем предела, не може се говорити о њиховом позитивном утицају.

5.2. У метрици вектора, која представља сензитивну базу података са просторног и информационог аспекта, MSI параметар је такође знатно промењен. Као и код параметара који квантификују композицију структуре предела (просторна компактност и величина предеоних елемената), подсливови на којима је унета густа путна мрежа, су показали изразито негативне промене индекса форме. Ово је нарочито изражено на подсливовима Козарничке (просечна промена: -11.67%) и Рекитске (просечна промена: -18.88%) реке на Старој планини. Метрика вектора за класе предеоних елемената показује велику зависност од површине истраживаног подручја (просечна негативна промена опада са растом површине истраживаног слива), тако да се може закључити да су негативни ефекти туристичко-рекреативних елемената локалног карактера, односно, ограничени на најмање подсливове (Козарничка\_02, Дебештичка\_02, Засковачка\_02). Наравно, непостојање већег квантитативног утицаја на шири предеони контекст не „амнестира“ унете садржаје од „одговорности“ за деградационе процесе који се не могу идентификовати анализом MSI параметра.

5.3. MFD параметар показује степен одступања форме предеоних елемената од Еуклидове геометрије, и његовог приближавања постулатима фракталне геометрије. У природним системима, фракталне вредности предеоних елемената су веће од тополошких, и као такве теже вредности 2. Како су туристичко-рекреативни елементи геометријски линеарни, сложена форма аутохтоних елемената је редукована, односно, њихове фракталне вредности се приближавају вредности 1. У метрици растера и вектора, на предеоном нивоу, параметар MFD је према уносу туристичко-рекреативних елемената показао негативну реакцију, на свим истраживаним подсливовима (сем на Засковачка\_04, због занемарљиво мале заступљености нових елемената).

5.4. Метрика форме пондерисана површином предеоних елемената (AWMSI), на нивоу класе предеоних елемената, показује интензивнију промену од SHAPE параметра на сливовима на којима је доминантан предеони елемент фрагментисан. У метрици растера, промена AWMSI параметра је највише изражена на подсливовима Станковачког потока на Златибору, као и Козарничке реке на Старој планини. У метрици вектора приметна је промена на подсливовима Рекитске реке на Старој планини и Станковачког потока на



Златибору. Анализа промена параметра AWMSI указује на јак утицај у ширем предеоном контексту, с обзиром на то да је независна од површине истраживаног подручја на нивоу подсливова.

5.5. Метрика форме пондерисана површином предеоних елемената (AWMSI) на предеоном нивоу показује јасну реакцију на унос туристичко-рекреативних елемената (на подсливовима Козарничке и Засковачке реке на Старој планини и Станковачког потока на Златибору), као и малу зависност од повећања површине истраживаног подручја, што указује на степен утицаја на шири предеони контекст. С обзиром на то да предеона матрица слива Дебештичке реке није била изложена кардиналним променама (већ само њене маргиналне зоне), параметар AWMSI није показао значајну реакцију. Ово се објашњава чињеницом да SHAPE параметар није достигао степен значајности који смањује доминацију предеоног елемента шуме. С друге стране, метрика просечне фракталне вредности пондерисане површином предеоних елемената (AWFD), на предеоном нивоу, на неким сливовима (слив Козарничке реке) показује негативну функционалну корелацију са површином истраживаног подручја ( $R=-0.95$ ).

6.0. Поред форме предеоних елемената, њихове ивице делују на различите биотичке и абиотичке услове средине, што доводи до бројних еколошких феномена (Lindenmayer, Fischer, 2006; McGarigal, 2013). Антропогено индукована промена дужина ивица предеоних елемената утиче на примарне и секундарне промене у стабилности предела (Franklin, Forman, 1987; Hardis et al., 1998; Harper et al., 2005). Уношење туристичко-рекреативних елемената утиче на повећање укупне дужине ивица предеоних елемената (TE), на нивоу класа, као и на нивоу предела. Повећање дужина ивица у предметном истраживању се не може посматрати у контексту обогаћеног структурног диверзитета и еколошке динамике. У природним условима, ивице предеоних елемената су резултат комплексног и временски дугог процеса развоја, што за крајњи резултат има формирање структурно богатих прелазних хабитата, односно, екотонова (Forman, Godron, 1986). Међутим, антропогено индуковане ивице немају атрибуте који би утицали на еколошки диверзитет, јер ремете природну структуру, а тиме и функционисање предела.

6.1. На нивоу класа предеоних елемената, у метрици растера, најинтензивнија промена параметра ТЕ уочена је на подсливовима који су непосредна локација ски-стаза (подсливови Козарничке и Засковачке реке на Старој планини и подсливови Станковачког потока на Златибору). У метрици вектора, најизраженије промене уочене су на подсливовима Рекитске и Засковачке реке на Старој планини. Слив Рекитске реке показује велике промене параметра ТЕ, као резултат уноса густе путне мреже у предеони елемент шуме. Слив Засковачке реке има значајан број нових елемената који су позиционирани у, до тада, целовитом и хомогеном предеоним елементу (ливаде). На предеоним нивоу, дужина ивица је повећана на готово свим истраживаним подсливовима, осим на подсливовима Товарничке реке где је унет један велики предеони елемент (хотелски комплекс „Јабучко равниште“). У векторској бази, промена параметра ТЕ на неким подсливовима (слив Козарничке реке) има значајан степен негативне корелације ( $R=-0.95$ ) са површином истраживаног подручја.

6.2. Фрагментација природних предеоних структура је условила формирање мањих предеоних елемената, који збирно имају већу дужину ивица, што наводи на закључак о израженијој просторној компактности ивица (ED). Повећање вредности параметра ED се у литературним наводима истиче као директна последица антропогенних активности (Hargis et al., 1998; McGarigal, Marks, 1995). Уношење туристичко-рекреативних елемената је утицало на знатно повећање параметра ED на подсливовима који су непосредна локација нових елемената. У метрици растера, на нивоу класа, посебно је изражена промена на подсливовима Козарничке и Дебештичке реке на Старој планини и подсливовима Станковачког потока на Златибору. С обзиром на то да је дериват површине истраживаних подсливова, параметар ED у одређеним случајевима поседује јасну негативну корелацију са величином просторног обухвата (нпр. слив Козарничке реке:  $R=-0.90$ ).

6.3. Посебно илустративна је метрика параметра ED на предеоним нивоу. У метрици растера и вектора, најинтензивније промене су уочене на сливовима Козарничке, Дебештичке и Засковачке реке (у метрици вектора и Рекитске реке). Унос хомогеног елемента (хотелски комплекс „Јабучко равниште“) утиче на смањење вредности параметра ED. Разлике вредности параметра ED су

најизраженије на нивоу најмањих подсливова (Козарничка\_02, Дебештичка\_02, Засковачка\_02, Станковачки\_02), али са повећањем површине истраживаног подручја ове разлике прогресивно опадају. На основу изнетог, закључује се да промене параметра ED одражавају поремећаје у структури предела локалног карактера, односно, не утичу на шири предеони контекст.

6.4. Најновија генерација метрике конфигурације предела, истиче параметар који квантификује просечну дужину ивица предеоних елемената (MPE) (Rempel et al., 2012). MPE је математички хибрид који је у функцији укупне дужине ивица и броја предеоних елемената и примењује се искључиво на векторску базу података. Параметар MPE показује пад вредности, што је резултат великог броја туристичко-рекреативних елемената. На нивоу класа предеоних елемената, параметар MPE не показује логичне резултате, управо због изражене осетљивости која карактерише векторску базу података. Међутим, метрика MPE на предеоном нивоу објективно приказује карактер промена, указујући на модификацију стања на подсливовима Козарничке и Засковачке реке.

### **3.0. Анализа деградације предела**

1.0. Током дугог временског периода, као резултат природних процеса између вертикалних структура екосистема (геосфера, педосфера и биосфера/вегетација), развијен је систем међусобне условљености, чиме се одржава структурни и функционални еквилибријум. Туристичко-рекреативни елементи изазивају, пре свега, промену структуре предела у којој долази до физичке нестабилности конститутивних екосфера, што води до различитих деградационих процеса у пределу (Bakker et al., 2008). Експлицитни и имплицитни ефекти се огледају у губитку аутохтоног вегетационог покривача, деградацији или деструкцији солума, интензивној ерозионој продукцији, повољним условима за учесталију појаву брзог површинског отицаја (Geneletti, 2008; Ristić et al., 2011; Evette et al., 2011; Kangas et al., 2012). Набројани ефекти синергетски делују у правцу, мање или више сложених, поремећаја у функционисању предела.

2.0. Пре уноса туристичко-рекреативних елемената, у стању еколошке метастабилности предела, продукција ерозионог материјала се кретала у границама нормалне (природне, геолошке) ерозије. Генерално посматрано,

ерозија земљишта у планинским пределима је у функцији доминантних климатских фактора (падавине, температурни екстреми), нагиба, типа подлоге (педолошке и геолошке) и начина коришћења (Morgan, 2005; Steiner, 2008). Поменути фактори генеришу различите нивое негативних утицаја у односу на земљишне творевине. Промена намене површина у структуру предела уноси елементе који имају другачију форму и функцију, што појачава ниво утицаја на затечено стање стабилности предела.

3.0. Изградња туристичко-рекреативних елемената за потребе скијашке индустрије захтева одређене поступке који започињу са елиминацијом постојећег вегетационог покривача (Ries, 1996). У каснијим фазама долази до употребе тешке механизације ради формирања пожељне топологије локалитета, чиме се деградира или уништава земљишни профил (Titus, Tsuyuzaki, 1998; Ristić et al., 2012). Примењени поступци елиминишу ефекат интерцепције, доводе до компакције (сабијања) земљишта, редукције запремине микро и макро пора и погоршања инфилтрационо-ретенционог капацитета земљишта (Watson, 1979; Tsuyuzaki, 1995; Ristić et al., 2009). Деградиране зоне остају изложене кинетичкој енергији „бомбардовања“ кишним капима, у условима мањег површинског коефицијента рапавости, што доводи до бржег формирања површинског отицаја, повећања његове запремине, бржег течења по површини терена, повећања тангенцијалних напона, лакшег покретања и изношења честица различите гранулације (Grismer, Ellis, 2006; Wemple et al., 2007; Roux-Fouillet et al., 2011). Додатно, начин употребе изграђених површина (скијашке активности, одржавање ски-стаза у незимском периоду), отвара могућност стварања додатног притиска, чиме се интензивира деградација и онемогућава спонтан процес опоравка угрожених површина (Aerts, Kobus, 1992; Delgado et al., 2007; Ristić et al., 2011).

4.0. Квантификација утицаја туристичко-рекреативних елемената, у смислу процене укупне ерозионе продукције, је обављена применом Метода потенцијала ерозије, познатијег као „метод професора Гавриловића“ (Gavrilović, 1972). С обзиром на то да метод датира из седамдесетих година XX века, било је неопходно извршити одређене корекције у складу с резултатима савремених истраживања (Emmanouloudis, Filippidis, 1999; Globevnik et al., 2003; Emmanouloudis et al., 2003; Fanetti, Vezzoli, 2007; Zorn et al., 2007; Staut, Mikoš,

2008; Solaimani et al., 2009; Tazioli, 2009; Zorn, Komac, 2009; Zorn, 2009a; Zorn, 2009b; Mazza et al., 2011; Zorn, Komac, 2011; Deilami et al., 2012; Тошић, Драгићевић, 2012). Додатно, Метод потенцијала ерозије је калибрисан на основу теренских истраживања обављених у периоду април–септембар 2007. године. Основни параметри модела, измењени на овакав начин, су омогућили калибрацију метода и повећали његову репрезентативност, у смислу веће поузданости добијених резултата.

4.1. Према Методу потенцијала ерозије, примарна операција је везана за прорачун коефицијента ерозије  $Z$ . Захваљујући компатибилности између Гавриловићевог приступа (издвајање хомогених просторних ентитета) и логике ГИС-а (пиксел као основна градивна јединица дводимензионалног простора), употребом метрике растера генерисана је база података која изражава просторну дистрибуцију вредности коефицијента ерозије  $Z$  (Globevnik et al., 2003; Emmanouloudis et al., 2003). Резултати прорачуна, обављених за стања пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената, су упоређени преко логаритамских хистограма, статистичких параметара низова вредности коефицијента  $Z$  (за истраживане подсливове), као и помоћу процентуалне сличности нумеричких вредности растера (енг. fraction correct – FA).

4.2. На основу описаног поступка је регистрована **потпуна реципрочна** (негативна) веза између промена процентуалне сличности нумеричких вредности растера ( $\Delta FA\%$ ) и просечног коефицијента ерозије ( $\Delta Z\%$ ) (Табела 6.1.1.);  $R=0.91$  са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ . Нивои условљености (веза) између ових параметара (као и између осталих у Дискусији о резултатима истраживања) су дефинисани према Roemer-Orphal праговима корелације. Овакав степен функционалне корелације оправдава поступак статистичке анализе растера, који изражавају дистрибуцију нумеричких вредности коефицијената ерозије  $Z$ , и оставља знатан простор за даља истраживања и практичну примену.

Табела 6.1.1. Корелација промена процентуалне сличности нумеричких вредности растера ( $\Delta FA\%$ ) и просечног коефицијента ерозије ( $\Delta Z\%$ )

Упоредљиви параметри	Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
$\Delta FA\%$ $\Delta Z\%$	0.9123	0.8323	$\Delta FA\% = \frac{1}{10,167 \cdot 10^3 + 7,186 \cdot 10^6 \cdot \Delta Z\%}$

4.3. Детерминисани просечни коефицијенти ерозије  $Z$ , на истраживаним подсливовима, представљају полазну основу за израчунавање укупне ерозионе продукције и просечне годишње запремине наноса. Највеће промене ерозионе продукције су регистроване на подсливовима Козарничке, Засковачке и Дебештичке реке на Старој планини, као и на подсливовима Станковачког потока на Златибору. Највећа промена је уочена на подсливовима који представљају непосредне локације унетих туристичко-рекреативних елемената: Козарничка\_02 (промена: +544.40%), Засковачка\_02 (промена: +131.84%), Дебештичка\_02 (промена: +131.32%) и Станковачки\_02 (промена: +262.54). Истраживано подручје има наглашене природне предиспозиције за појаву деградационих процеса (буран плувиометријски режим, изражени нагиби, плитка земљишта, еродибилне стенске формације). У таквом просторном амбијенту аутохтони предеони елементи имају улогу „вертикалне матрице“, и као такви представљају есенцијалан фактор који утиче на стабилност земљишног супстрата. Промена квантитативних карактеристика структуре предела је утицала на губитак атрибута који се тичу физичке стабилности предела на различитим просторним размерама. Подсливови Козарничке реке поседују развијена речна корита, са аспекта развијености подужних профила (апсолутни нагиби речних корита су већи од уравних). Поред тога, пре уноса туристичко-рекреативних елемената, матрицу предела је чинила стабилна формација шумске вегетације. Уклањање „само“  $0.328\text{km}^2$  шумске вегетације (3.9% од укупне површине слива Козарничке реке) је произвело физичку нестабилност земљишних творевина, што је за последицу имало енормно повећање ерозионе продукције (са  $454.11\text{ m}^3/\text{god}$  на  $828.16\text{ m}^3/\text{god}$ ). На сливу Дебештичке реке, туристичко-рекреативни елементи су позиционирани на маргиналним деловима матрице предела (Дебештичка\_02), која је у одређеном проценту амортизовала негативан утицај, при чему се укупна ерозиона продукција прогресивно смањивала с повећањем површине истраживаног подручја. Подсливови Засковачке реке имају слабо развијена речна корита, с аспекта развијености подужних профила (апсолутни нагиби речних корита су мањи од уравних). Такође, највећа промена ерозионе продукције је регистрована на подсливу Засковачка\_02, која се прогресивно смањује с повећањем површине истраживаног подручја. На подручју Златибора, уклањање 5.35% шуме од укупне

површине слива Станковачког потока ( $0.250\text{km}^2$ ) је изазвало повећање ерозионе продукције за 262.54% (са  $113.93\text{ m}^3/\text{god}$  на  $340.21\text{ m}^3/\text{god}$ ).

5.0. Анализа утицаја туристичко-рекреативних елемената на модификацију процеса отицаја, у домену максималних протицаја, је обављена применом теорије синтетичког јединичног троугаоног хидрограма и SCS (Soil Conservation Service) методологије за раздвајање ефективних од укупних падавина. Туристичко-рекреативни елементи ремете затечену, природну структуру земљишта, које у новим околностима (после изградње) има знатно редукован инфилтрационо-ретенциони капацитет. Уз елиминацију повољних ефеката процеса интерцепције, новоформирани предеони елементи немају потребан степен отпорности на деструктивно дејство „бомбардовања“ земљишта кишним капима. Збирно, земљишта унетих предеоних елемената имају другачију (неповољну) хидролошку класу, са повећаним бројем криве отицаја CN, у односу на аутохтоне предеоне елементе. На основу дефинисаних хидролошких параметара, за стања пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената, израчунати су максимални протицаји за различите повратне периоде (200, 100 и 50 година), односно, различите вероватноће појаве (0.5%, 1% и 2%).

5.1. Применом описане методологије, за дефинисан систем подсливова утврђене су промене максималног протицаја, на подсливовима Козарничке, Дебештичке, Засковачке и Рекитске реке на Старој планини, као и на подсливовима Станковачког потока на Златибору. Највећа промена протицаја је уочена на сливу Козарничке реке, нарочито на подсливовима Козарничка\_02 ( $42.75\%_{(0.5\%)}$ ,  $48.79\%_{(1\%)}$ ,  $56.21\%_{(2\%)}$ ) и Козарничка\_03 ( $43.66\%_{(0.5\%)}$ ,  $49.72\%_{(1\%)}$ ,  $57.28\%_{(2\%)}$ ). На сливу Дебештичке реке највеће промене су уочене на подсливу Дебештичка\_02 ( $35.05\%_{(0.5\%)}$ ,  $39.94\%_{(1\%)}$ ,  $45.94\%_{(2\%)}$ ), који је непосредна локација туристичко-рекреативних елемената, што је случај и на подсливовима Засковачка\_02 ( $16.96\%_{(0.5\%)}$ ,  $18.94\%_{(1\%)}$ ,  $21.73\%_{(2\%)}$ ) и Рекитска\_01 ( $17.45\%_{(0.5\%)}$ ,  $19.81\%_{(1\%)}$ ,  $22.51\%_{(2\%)}$ ). На Златибору, највећа промена протицаја је на подсливу Станковачки\_02 ( $29.50\%_{(0.5\%)}$ ,  $33.45\%_{(1\%)}$ ,  $37.30\%_{(2\%)}$ ). Промене максималног протицаја не показују стабилну статистичку корелациону везу са повећањем површине истраживаног подручја, док је на подсливовима са унетим предеоним елементима (локална размера), промена протицаја наглашено уочљива.

6.0. Упоредном анализом промена максималног протицаја ( $\Delta Q\%$ ) и укупне продукције ерозионог материјала ( $\Delta W\%$ ), уочава се **врло јака** корелациона веза ( $R=0.88$  за прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ ) (Табела 6.1.2.). Ова условљеност оправдава употребу одабраних методолошких поступака за прорачун ефеката уноса туристичко-рекреативних елемената на деградацију предела. Одабране методе на јасан начин одсликавају утицај туристичко-рекреативних елемената на деградацију физичких елемената предела. Поред овога, на основу овакве условљености, промене  $\Delta Q\%$  и  $\Delta W\%$  се могу дефинисати као јединствени деградациони процес ( $\Delta QW\%$ ). Анализа ових процеса, на овај начин, омогућава њихово обједињавање у форми једног низа промена, састављеног од аритметичких средина вредности, за истраживане подсливове.

Табела 6.1.2. Корелација промена максималног протицаја ( $\Delta Q\%$ ) и укупне продукције ерозионог материјала ( $\Delta W\%$ )

Упоређивани параметри		Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
$\Delta Q\%$	$\Delta W\%$	0.8773	0.7697	$\Delta Q\% = -1.627 + 2.393 \cdot \sqrt{\Delta W\%}$

#### 4.0. Компаративна анализа промене структуре и деградације предела

1.0. Промена структуре предела, под утицајем туристичко-рекреативних елемената, индукује деградационе процесе одређеног интензитета. Промена структуре предела је предмет метрике предела, док се деградација предела квантитативно изражава применом прорачуна заснованих на математичким моделима. Промене у параметрима структуре, на различитим организационим нивоима (метрика класа предеоних елемената; метрика интегралне структуре предела), као и промене индикатора деградације предела (укупна ерозиона продукција, промене максималног протицаја), показују различите нивое статистичке значајности.

2.0. Применом корелација и вишеструких регресија, промена метрике предела на нивоу класа предеоних елемената за предеоне елементе шуме и ливаде, као и промена јединственог параметра деградације, су постављене у однос функционалне статистичке зависности (са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ ).



2.1. На нивоу класе, за предеони елемент ливада, за метрику растера и вектора, нису уочене значајне статистичке везе које би утицале на промену јединственог параметра деградације предела (Табеле 6.1.3., 6.1.4. и 6.1.5.).

Табела 6.1.3. Корелација промена метрике просторне компактности и величине на нивоу класе за предеони елемент ливаде и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ )

Упореджвани параметри		Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
P	$\Delta PN\%$	0.0120	0.0144	$\Delta QW\% = 60.59 + 0.09 \cdot \Delta PN\%$
	$\Delta PD\%$	0.0122	0.0148	$\Delta QW\% = 60.58 + 0.09 \cdot \Delta PD\%$
	$\Delta AREA\_MN\%$	-0.4043	0.1635	$\Delta QW\% = 51.43 - 2.61 \cdot \Delta AREA\_MN\%$
	$\Delta AREA\_SD\%$	-0.3583	0.1283	$\Delta QW\% = 43.64 - 2.06 \cdot \Delta AREA\_SD\%$
	$\Delta AREA\_CV\%$	-0.5036	0.2536	$\Delta QW\% = 57.17 - 11.46 \cdot \Delta AREA\_CV\%$
$\Delta QW\%$	$\Delta PN\%$	-0.2288	0.0624	$\Delta QW\% = 72.06 - 0.73 \cdot \Delta PN\%$
	$\Delta PD\%$	-0.2285	0.0522	$\Delta QW\% = 72.04 - 0.77 \cdot \Delta PD\%$
B	$\Delta AREA\_MN\%$	0.0054	0.0029	$\Delta QW\% = 61.34 + 0.02 \cdot \Delta AREA\_MN\%$
	$\Delta AREA\_SD\%$	-0.1608	0.0259	$\Delta QW\% = 49.21 - 0.56 \cdot \Delta AREA\_SD\%$
	$\Delta AREA\_CV\%$	-0.2451	0.0601	$\Delta QW\% = 54.34 - 0.93 \cdot \Delta AREA\_CV\%$

Табела 6.1.4. Корелација промена метрике форме на нивоу класе за предеони елемент ливаде и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ )

Упореджвани параметри		Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
P	$\Delta SHAPE\%$	-0.1138	0.0129	$\Delta QW\% = 61.90 - 2.78 \cdot \Delta SHAPE\%$
	$\Delta AWMSI\%$	-0.1883	0.0354	$\Delta QW\% = 68.17 - 1.15 \cdot \Delta AWMSI\%$
B	$\Delta SHAPE\%$	-0.0661	0.0044	$\Delta QW\% = 62.35 - 0.52 \cdot \Delta SHAPE\%$
	$\Delta AWMSI\%$	-0.1754	0.0308	$\Delta QW\% = 56.82 - 0.85 \cdot \Delta AWMSI\%$

Табела 6.1.5. Корелација промена метрике ивица на нивоу класе за предеони елемент ливаде и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ )

Упореджвани параметри		Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
R	$\Delta TE\%$	-0.1889	0.0357	$\Delta QW\% = 68.30 - 1.09 \cdot \Delta TE\%$
	$\Delta ED\%$	0.0451	0.0002	$\Delta QW\% = 61.15 - 0.39 \cdot \Delta ED\%$
V	$\Delta TE\%$	-0.3235	0.1046	$\Delta QW\% = 76.05 - 1.98 \cdot \Delta TE\%$
	$\Delta ED\%$	-0.3237	0.1048	$\Delta QW\% = 76.07 - 1.98 \cdot \Delta ED\%$
	$\Delta MPE\%$	0.0002	0.00003	$\Delta QW\% = 61.05 + 0.001 \cdot \Delta MPE\%$

2.2. За следеће параметре метрике предела, на нивоу класе за предеони елемент шума, нису регистроване сигнификантне корелационе везе које би утицале на промену јединственог параметра деградације предела (Табела 6.1.6.).

Табела 6.1.6. Корелација промена метрике предела на нивоу класе за предеони елемент шуме и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ )

	Упоредљиви параметри	Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
P	$\Delta SHAPE\%$	0.1767	0.0312	$\Delta QW\% = 56.69 + 1.75 \cdot \Delta SHAPE\%$
	$\Delta AREA\_SD\%$	-0.4652	0.2164	$\Delta QW\% = 29.88 - 1.66 \cdot \Delta AREA\_SD\%$
B	$\Delta AWMSI\%$	-0.0045	0.0021	$\Delta QW\% = 60.92 + 0.02 \cdot \Delta AWMSI\%$
	$\Delta TE\%$	0.2986	0.0891	$\Delta QW\% = 43.3 + 1.06 \cdot \Delta TE\%$
	$\Delta ED\%$	0.2983	0.0889	$\Delta QW\% = 43.29 + 1.06 \cdot \Delta ED\%$

3.0. За следеће параметре метрике предела, који условљавају промене јединственог параметра деградације предела, на нивоу класе за предеони елемент шума, су уочене изражене статистичке везе (Табеле 6.1.7., 6.1.8). Све статистичке анализе су рађене за праг значајности  $\alpha=0.05\%$ .

3.1. На нивоу класе за предеони елемент шуме, у метрици растера, вишеструка регресија промена параметара метрике просторне компактности и величине предеоних елемената ( $\Delta PD\%$ ,  $\Delta AREA\_MN\%$ ,  $\Delta AREA\_SD\%$ ,  $\Delta AREA\_CV\%$ ) показује **потпун** степен вишеструке корелационе везе са променом јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ ) ( $R^2=0.94$ , са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ ) (Табела 6.1.7.).

Табела 6.1.7. Регресија промена метрике просторне компактности и величине предеоних елемената ( $\Delta PD\%$ ,  $\Delta AREA\_MN\%$ ,  $\Delta AREA\_SD\%$ ,) на нивоу класе за предеони елемент шуме и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ )

	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
P	0.9379	$\Delta QW\% = 24.09 + 0.15 \cdot \Delta PD\% + 8.54 \cdot \Delta AREA\_MN\% - 13.26 \cdot \Delta AREA\_SD\% + 4.28 \cdot \Delta AREA\_CV\%$

3.2. На нивоу класе за предеони елемент шуме, у метрици вектора, вишеструка регресија промена параметара метрике просторне компактности и величине предеоних елемената ( $\Delta PD\%$ ,  $\Delta AREA\_MN\%$ ,  $\Delta AREA\_SD\%$ ,  $\Delta AREA\_CV\%$ ), показује **врло јак** степен статистичке везе са променом јединственог параметра

деградације предела ( $\Delta QW\%$ ) ( $R^2=0.77$ , са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ ) (Табела 6.1.8).

Табела 6.1.8. Регресија промена метрике просторне компактности и величине предеоних елемената ( $\Delta PD\%$ ,  $\Delta AREA\_MN\%$ ,  $\Delta AREA\_SD\%$ ) на нивоу класе за предеони елемент шуме и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ )

	Коефицијент дисперзије	Математичка функција условљености
B	0.7706	$\Delta QW\% = 17.65 + 0.09 \cdot PD\% + 1.73 \cdot AREA\_MN\% - 2.83 \cdot AREA\_SD\% + 1.96 \cdot AREA\_CV\%$

3.3. Промена метрике форме ( $\Delta SHAPE\%$ ) векторске базе података за предеони елемент шуме, показује **јак** степен статистичке условљености параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ ) ( $R=-0.6$ , са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ ) (Табела 6.1.9).

Табела 6.1.9. Корелација промена метрике форме ( $\Delta SHAPE\%$ ) на нивоу класе за предеони елемент шуме и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ )

	Упоредљиви Параметри	Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
B	$\Delta QW\%$ $\Delta SHAPE\%$	-0.5991	0.3589	$\Delta QW\% = 37.21 - 6.88 \cdot \Delta SHAPE\%$

3.4. Промена индекса форме, који је пондерисан површином предеоног елемента ( $\Delta AWMSI\%$ ), у растерској бази података за предеони елемент шуме, показује **потпун** степен статистичке сигнификантности промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ ) ( $R=0.93$ , са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ ) (Табела 6.1.10.).

Табела 6.1.10. Корелација промена метрике форме ( $\Delta AWMSI\%$ ) и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ )

	Упоредљиви параметри	Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
P	$\Delta QW\%$ $\Delta AWMSI\%$	0.9299	0.8647	$\Delta QW\% = 20.34 + 3.86 \cdot \Delta AWMSI\%$

3.5. Вишеструка регресија промена метрике ивица на нивоу класе предеоних елемената ( $\Delta TE\%$ ,  $\Delta ED\%$ ) и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ ), у растерској бази података, указује на **јаку** статистичку везу ( $R^2=0.86$ , са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ ) (Табела 6.1.11).

Табела 6.1.11. Регресија промена метрике ивица ( $\Delta TE_{\%}$ ,  $\Delta ED_{\%}$ ) на нивоу класе за предеони елемент шуме и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW_{\%}$ )

	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
P	0.8645	$\Delta QW_{\%} = 22.89 - 136.63 \cdot \Delta TE_{\%} + 140.15 \cdot \Delta ED_{\%}$

3.6. У метрици ивица предеоних елемената, на нивоу класа, у векторској бази података, промена просечне дужине ивица предеоних елемената ( $\Delta MPE_{\%}$ ) указује на **врло јаку** статистичку везу са променом јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW_{\%}$ ) ( $R=-0.80$ , са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ ) (Табела 6.1.12).

Табела 6.1.12. Корелација промене метрике форме ( $\Delta MPE_{\%}$ ) на нивоу класе за предеони елемент шуме и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW_{\%}$ )

Упоредљиви параметри		Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
$\Delta QW_{\%}$	$\Delta MPE_{\%}$	-0.7987	0.6381	$\Delta QW_{\%} = (4.29 - 0.15 \cdot \Delta MPE_{\%})^2$

3.7. На нивоу класа предеоних елемената, за предеони елемент ливаде, промена свих параметара структуре, је показала слабу или никакву статистичку значајност, са променом јединственог параметра деградације предела. Истовремено, промене неких параметара за предеони елемент шуме су такође показали слабу или никакву статистичку значајност, док су неки показали изражену статистичку значајност. На основу изнетог, закључује се следеће:

- На истраживаном подручју, шума, као предеони елемент, је носилац атрибута матрице, што јој обезбеђује улогу функционално доминантног ентитета у пределу, и као таква пресудно утиче на еколошке процесе.
- Фрагментација, као последица уноса туристичко-рекреативних елемента, резултира променом параметара структуре предеоног елемента шуме, при чему негативно утиче на стабилност предела услед деградације предела на различитим просторним размерама.
- Како је постојање предеоног елемента шуме високо вредновано у концепту опште противерозионе заштите, неповољна промена структуре овог предеоног елемента утиче на интензивирање динамике деградације предела.

- Коришћени модели за квантификацију деградације предела се базирају на процентуалном учешћу одређених предеоних елемената, односно, на њиховим својствима, у контексту стабилности предела. На основу изнетог, промена параметара композиције (метрика просторне компактности и величине предеоних елемената) доминантног предеоног елемента, показује **врло јак** степен компатибилности са променом јединственог параметра деградације предела.
- Промена параметара деградације предела показује **врло јак** степен зависности према промени параметара конфигурације доминантног предеоног елемента (форме и ивице), који нису заступљени у моделима за квантификацију ерозије. Ова чињеница указује на то да је деградација предела комплексан процес, који има реципрочну зависност од форме предеоних елемената.
- Повећање ивица предеоних елемената, услед антропогеног дејства, генерише маргиналне хабитате који су еколошки и физички нестабилни, тако да метрика ивица у вишекритеријумској регресији указује на висок степен повезаности са деградацијом предела.

4.0. Промене параметара метрике на нивоу интегралног предела, као и промене јединственог параметра деградације, су статистички обрађене применом корелација и вишеструких регресија, са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ .

4.1. За промену параметра структуре (у метрици растера и вектора), на организационом нивоу интегралног предела, нису установљене значајне статистичке везе са променом јединственог параметра деградације предела (Табела 6.1.13).

Табела 6.1.13. Корелације промена метрике на нивоу интегралног предела и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW_{\%}$ )

	Упоређивани параметри	Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
Р	$\Delta AREA_{MN\%}$	-0.3450	0.1190	$\Delta QW_{\%} = 19.91 - 1.88 \cdot \Delta AREA_{MN\%}$
	$\Delta AREA_{CV\%}$	-0.2562	0.0656	$\Delta QW_{\%} = 80.50 - 2.30 \cdot \Delta AREA_{CV\%}$
	$\Delta MPFD_{\%}$	-0.0620	0.0038	$\Delta QW_{\%} = 54.13 - 1.70 \cdot \Delta MPFD_{\%}$
В	$\Delta AREA_{CV\%}$	0.0760	0.0058	$\Delta QW_{\%} = 55.5 - 1.72 \cdot \Delta AREA_{CV\%}$
	$\Delta SHAPE_{\%}$	-0.0759	0.0058	$\Delta QW_{\%} = 62.42 - 0.28 \cdot \Delta SHAPE_{\%}$
	$\Delta AWMSI_{\%}$	0.2111	0.0147	$\Delta QW_{\%} = 61.18 + 0.70 \cdot \Delta AWMSI_{\%}$
	$\Delta MPFD_{\%}$	-0.1574	0.0248	$\Delta QW_{\%} = 47.88 - 5.40 \cdot \Delta MPFD_{\%}$

5.0. Одређени параметри метрике, примењени на нивоу интегралног предела, показали су сигнификантну статистичку везу са променом јединственог параметра деградације предела, са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ .

5.1. Промена параметара композиције предела (метрика просторне компактности и величине предеоних елемената;  $\Delta AREA\_SD\%$ ,  $\Delta AREA\_MN\%$ ) показује негативну, **јаку** и **врло јаку** статистичку везу са променом јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ ) (Табела 6.1.14.).

Табела 6.1.14. Корелације промена метрике просторне компактности и величине ( $\Delta AREA\_SD\%$ ,  $\Delta AREA\_MN\%$ ) на нивоу интегралног предела и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ )

	Упоређивани параметри	Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
P	$\Delta AREA\_SD\%$	-0.7202	0.5188	$\Delta QW\% = \exp(2.04 - 0.09 \cdot \Delta AREA\_SD\%)$
B	$\Delta QW\%$ $\Delta AREA\_SD\%$	-0.7046	0.4965	$\Delta QW\% = \exp(2.17 - 0.04 \cdot \Delta AREA\_SD\%)$
	$\Delta AREA\_MN\%$	-0.8101	0.6563	$\Delta QW\% = \exp(1.87 - 0.06 \cdot \Delta AREA\_MN\%)$

5.2. Вишеструка регресија промена метрике просторне компактности и величине предеоних елемената ( $\Delta PD\%$ ,  $\Delta AREA\_MN\%$ ), као и промена јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ ), у векторској бази података указује на **врло јаку** статистичку везу ( $R^2=0.77$ , са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ ) (Табела 6.1.15.).

Табела 6.1.15. Регресија промена метрике просторне компактности и величине ( $\Delta PD\%$ ,  $\Delta AREA\_MN\%$ ) на нивоу интегралног предела и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ )

	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
B	0.7660	$\Delta QW\% = 32.07 + 2.08 \cdot \Delta PD\% + 2.20 \cdot \Delta AREA\_MN\%$

5.3. Од свих група параметара структуре предела, промена параметара метрике диверзитета показује статистички најевидентније корелације са променом деградације предела. Осим у Shanon индексу равномерности растерске базе података, остале промене параметара метрике диверзитета указују на **потпуну** (осим у случају  $\Delta SHEI\%$  **врло јаку**) статистичку везу са променом јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW\%$ ) (Табела 6.1.16.).

Табела 6.1.16. Корелације промена метрике диверзитета ( $\Delta SHDI_{\%}$ ,  $\Delta SHEI_{\%}$ ) на нивоу интегралног предела и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW_{\%}$ )

		Упоредљиви параметри	Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
P	$\Delta QW_{\%}$	$\Delta SHDI_{\%}$	0.9540	0.9100	$\Delta QW_{\%} = -3.71 + 2.45 \cdot \Delta SHDI_{\%}$
		$\Delta SHEI_{\%}$	0.8306	0.6900	$\Delta QW_{\%} = 97.47 + 2.70 \cdot \Delta SHEI_{\%}$
B	$\Delta QW_{\%}$	$\Delta SHDI_{\%}$	0.9617	0.9248	$\Delta QW_{\%} = -13.93 + 2.58 \cdot \Delta SHDI_{\%}$
		$\Delta SHEI_{\%}$	0.9343	0.8730	$\Delta QW_{\%} = 62.09 + 3.06 \cdot \Delta SHEI_{\%}$

5.4. Промене параметара конфигурације предела показују сигнификантну статистичку везу са променом јединственог параметра деградације предела. У овом скупу параметара, издваја се промена метрике форме пондерисана површином предеоног елемента ( $\Delta AWMSI_{\%}$ ), која указује на **потпуну** условљеност промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW_{\%}$ ) ( $R=0.93$ , са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ ) (Табела 6.1.17.).

Табела 6.1.17. Корелације промена метрике форме ( $\Delta SHAPE_{\%}$ ,  $\Delta AWMSI_{\%}$ ,  $\Delta AWFD_{\%}$ ) на нивоу интегралног предела и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW_{\%}$ )

		Упоредљиви Параметри	Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
P	$\Delta QW_{\%}$	$\Delta SHAPE_{\%}$	0.8268	0.6836	$\Delta QW_{\%} = (5.66 + 0.65 \cdot \Delta SHAPE_{\%})^2$
		$\Delta AWMSI_{\%}$	0.9313	0.8674	$\Delta QW_{\%} = 3.89 + 4.93 \cdot \Delta AWMSI_{\%}$
B		$\Delta AWFD_{\%}$	0.7600	0.5774	$\Delta QW_{\%} = (3.77 + 2.56 \cdot \Delta AWFD_{\%})^2$

5.5. Примена вишеструке регресије, између параметара конфигурације предела (укупна дужина ивица и просторна компактност ивица), и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW_{\%}$ ), указује на статистички **јаку** зависност, са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ ) (Табела 6.1.18.).

Табела 6.1.18. Регресија промена метрике ивица ( $\Delta TE_{\%}$ ,  $\Delta ED_{\%}$ ) на нивоу интегралног предела и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW_{\%}$ )

		Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
P		0.5451	$\Delta QW_{\%} = 10.75 + 1402.8 \cdot \Delta TE_{\%} - 1400.13 \cdot \Delta ED_{\%}$
B		0.5342	$\Delta QW_{\%} = -15.01 - 2765.74 \cdot \Delta TE_{\%} + 2768.37 \cdot \Delta ED_{\%}$

5.6. Промена параметра који обједињује промену ивица и броја предеоних елемената (MPE), показује негативну **врло јаку** корелациону везу са променом јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW_{\%}$ ) ( $R=-0.82$ , са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ ) (Табела 6.1.19.).

Табела 6.1.19. Корелација промена метрике ивица ( $\Delta MPE_{\%}$ ) на нивоу интегралног предела и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW_{\%}$ )

Упоређивани параметри		Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
$\Delta QW_{\%}$	$\Delta MPE_{\%}$	-0.8205	0.6733	$\Delta QW_{\%} = 12.63 - 5.83 \cdot \Delta MPE_{\%}$

5.7. На основу установљених зависности, може се закључити следеће:

- Структура предела има есенцијалну важност за његову стабилност.
- Промењена структура, под утицајем туристичко-рекреативних елемената, експлицитно утиче на смањење метастабилности планинских предела.
- Промене параметара композиције и конфигурације предела показују јаку статистичку зависност према деградацији предела.
- Фрагментација предела, под утицајем туристичко-рекреативних елемената, утиче на повећање броја предеоних елемената и на смањење просечне површине предеоних елемената. Како просторно доминантни аутохтони предеони елементи имају инхибиторски ефекат према развоју деградационих процеса, фрагментација предела утиче на развој деградационих процеса.
- Деградација предела показује већи степен зависности од параметара метрике просторне компактности и величине предеоних елемента, који су посматрани јединствено, него од њихових индивидуалних корелација.
- Метрика диверзитета предела је систем сврсисходних параметара који врло прецизно указују на степен промене у структури предела. Комплексан систем унетих туристичко-рекреативних елемената утиче на разноврсност, која се не може сматрати еколошком, јер је порекло „нових“ елемената антропогеног карактера. Метрика диверзитета, заправо, истиче степен промена аутохтоне структуре предела, које су у функционалној корелацији са променама деградације предела. Иако значајна, као индикатор интензитета промена, метрика диверзитета ни на који начин не одражава карактер промена.
- Поред параметара који описују промене композиције структуре предела, метрика форме и ивица, такође, указује на промене предела које су условиле његову деградацију.



- Промене параметара везаних за ивице предеоних елемената и индекс форме, показују **јак** или **врло јак** степен статистичке значајности са променом јединственог параметра деградације предела. Ова зависност указује на чињеницу да поремећаји предела, настали као резултат деловања туристичко-рекреативних елемената, доводе до повећања броја индукованих маргиналних хабитата, који исказују значајан степен физичке нестабилности.
- Како линеарне форме туристичко-рекреативних елемената мењају структуру предела по различитим основама, најјаче статистичке везе се могу уочити код параметара који се односе на синтетизоване елементе из домена композиције и конфигурације структуре предела.

5.8. За потребе анализе ефеката туристичко-рекреативних елемената на аутохтону структуру планинских предела, у смислу деградације предела, предлаже се употреба хибридног параметра структуре предела, који подразумева елементе композиције и конфигурације предела (ски-центрима изазвана деградација предела, Ski Resort Landscape Degradation – SRLD) (6.1.1.):

$$SRLD = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[ \left( \frac{2 \cdot \ln p_{ij}}{\ln a_{ij}} \right) \cdot \left( \frac{a_{ij}}{A} \right) \right] \cdot \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij}}{PN} \quad (6.1.1.)$$

$n_i$  – број предеоних елемената у оквиру анализиране класе

$p_{ij}$  – обим предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$a_{ij}$  – површина предеоног елемента  $i$ , класе  $j$

$i=1 \dots n$  – број класа предеоних елемената

$j=1 \dots m$  – број предеоних елемената

$A$  – укупна површина истраживаног подручја

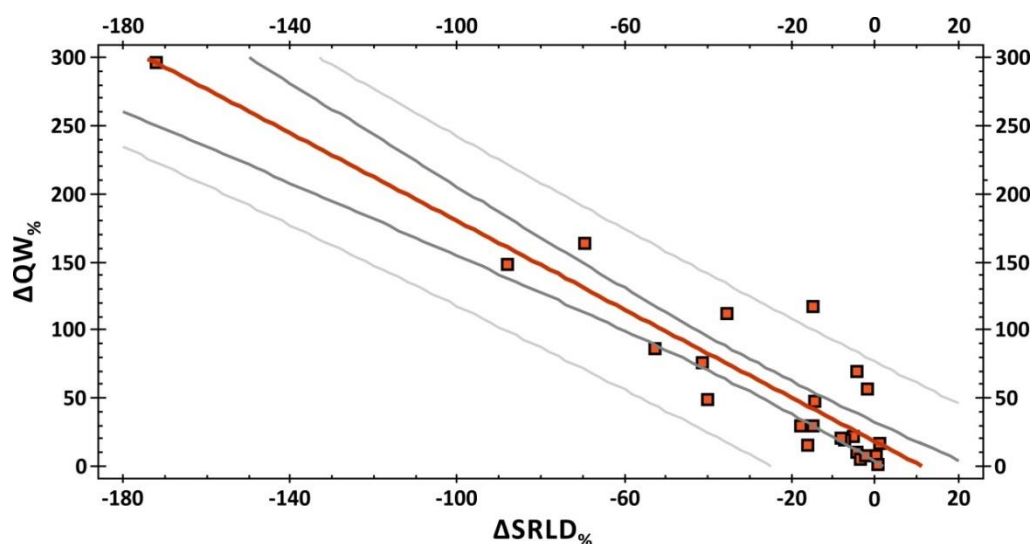
5.8.1. Основни мотив за дефинисање новог параметра лежи у ставу да унети елементи мењају структуру предела, на следеће начине:

- Изразита линеарност унетих елемената угрожава значајан број аутохтоних елемената, утичући на повећање броја предеоних елемената и смањење просечне величине предеоних елемената.
- Геометријске форме линијских елемената утичу на смањење фракталне вредности предеоних елемената, истовремено повећавајући просечне дужине ивица.

5.8.2. Са употребом овакве математичке релације, у метрици вектора и растера, промена предложеног параметра остварује **потпуно функционалну** корелациону везу са променом јединственог параметра деградације предела (за растерску базу података  $R=-0.92$ , за векторску базу података  $R=-0.91$ ; са прагом значајности  $\alpha=0.05\%$ ) (Табеле 6.1.20. и 6.1.21., Сlike 6.1.1. и 6.1.2.).

Табела 6.20. Корелација промена предложеног параметра метрике предела ( $\Delta SRLD_{\%}$ ) примењене на растерску базу података и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW_{\%}$ )

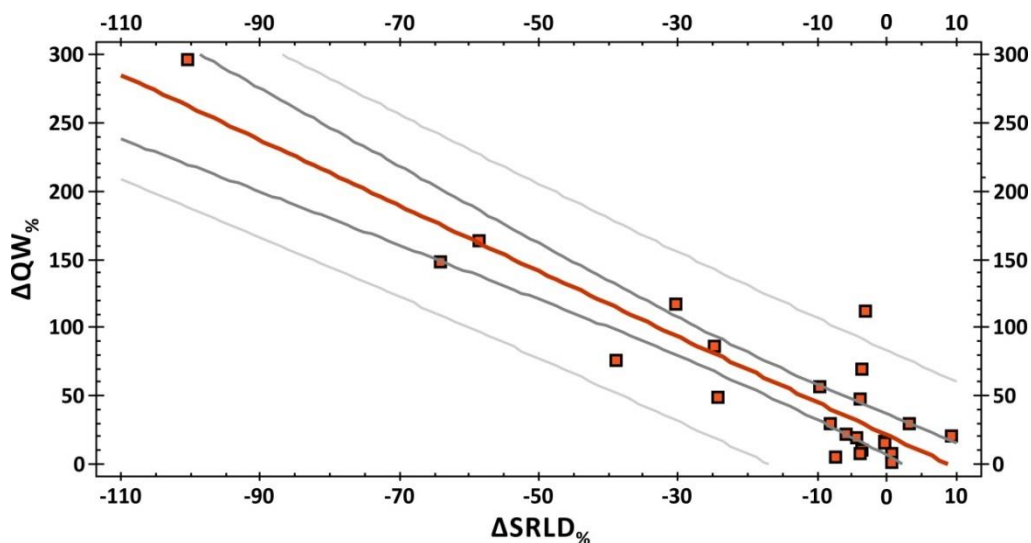
	Упоређивани параметри		Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
P	$\Delta QW_{\%}$	$\Delta SRLD_{\%}$	-0.9230	0.8520	$\Delta QW_{\%} = 18.11 - 1.62 \cdot \Delta SRLC_{\%}$



Слика 6.1.1. Графичка функција зависности параметра  $\Delta SRLD_{\%}$  и јединственог параметра деградације предела  $\Delta QW_{\%}$  за растерску базу података

Табела 6.21. Корелација промена предложеног параметра метрике предела ( $\Delta SRLD_{\%}$ ) примењене на векторску базу података и промене јединственог параметра деградације предела ( $\Delta QW_{\%}$ )

	Упоређивани параметри		Коефицијент корелације	Коефицијент дисперзије	Математичка функција зависности
B	$\Delta QW_{\%}$	$\Delta SRLD_{\%}$	-0.9130	0.8335	$\Delta QW_{\%} = 21.23 - 2.4 \cdot \Delta SRLC_{\%}$



Слика 6.1.2. Графичка функција зависности параметра  $\Delta\text{SRLD}\%$  и јединственог параметра деградације предела  $\Delta\text{QW}\%$  за векторску базу података

## 5.0. Значај и могућност примене резултата истраживања

5.1. Значај и могућност примене резултата овог истраживања су антиципирани у односу на постављени циљни модел, којим се прати промена динамике структуре предела. Услед промене намене површина, односно увођењем туристичко-рекреативних елемената у аутохтону структуру планинских предела, долази до промена динамике структуре предела, са последичном деградацијом. Значај примене треба тражити у све актуелнијој проблематици процене стабилности различитих типова предела на различитим нивоима просторног развоја.

5.2. Предложен и проверен модел (SRLD), заснован на параметрима метрике предела, којима се утврђује композиција и конфигурација структуре предела, указује на квалитативне и квантитативне индикаторе деградације квантификоване кроз повећања укупне продукције ерозионог материјала и меродавних протицаја. С обзиром на то да је модел формиран према студији случаја Јавних скијалишта „Стара планина“ и „Торник“, његови резултати и релације налазе практичну примену у анализи утицаја планских и пројектних решења која се односе на изградњу или проширење капацитета линијских инфраструктурних објеката у планинским пределима.

5.3. Према Закону о заштити природе „планирање, уређење и коришћење простора, предела, природе, природних вредности и заштићених природних добара спроводи се на основу просторних и урбанистичких планова, планске и пројектне документације, основа и програма управљања и коришћења природних ресурса и добара“ [...] „у складу са мерама и условима заштите природе одређеним у сврху очувања природе и њених вредности“ (Сл. гласник РС, 135/2004; 36/2009; 36/2009; 72/2009; 43/2011). С обзиром на неразвијен однос према проблематици предела, његовој заштити и уређењу, поред поменутог Закона о заштити природе, могућност примене овог модела треба тражити у оквирима Закона о заштити животне средине (Сл. гласник РС, 135/2004; 36/2009; 72/2009; 43/2011), Закона о стратешкој процени утицаја (Сл. гласник РС, 135/2004, 88/2010) и Закона о процени утицаја (Сл. гласник РС, 135/2004; 36/2009).

5.4. Једно од основних начела заштите природе упућује на неопходност примене мера и услова заштите природе као обавезног дела планова, пројеката основа и програма (Сл. гласник РС, 135/2004; 36/2009; 36/2009; 72/2009; 43/2011). Поред мера за очување биолошке и геолошке разноврсности, услови заштите природе обухватају и мере за очување специфичног предеоног обрасца (структуре предела), као и утврђивање индикатора степена хетерогености. **Постављене законске пропозиције је могуће квантитативно изразити применом предложеног модела, односно, одређених параметара структуре предела** (PN – број предеоних елемената, AREA\_MN – просечна површина предеоног елемента, MPFD – фрактална вредност предеоног елемента, MPE – просечна дужина ивице предеоног елемента).

5.5. Законском регулативом (Закон о стратешкој процени утицаја и Закон о процени утицаја) су дефинисани услови, начини и поступци израде процене утицаја одређених планова, програма и пројеката на животну средину ради обезбеђивања њене заштите (Сл. гласник РС, 135/2004, 88/2010; Сл. гласник РС, 135/2004; 36/2009). Правилник о садржини студије о стратешкој процени утицаја и процени утицаја на животну средину међу чиниоце животне средине за које постоји могућност да буду изложени ризику услед извођења предложеног плана, односно, пројекта, убраја и предео (у закону „пејзаж“). Опис могућих утицаја

планских решења, односно пројеката, на животну средину предвиђа квалитативни и квантитативни приказ могућих промена структуре предела, односно његове композиције и конфигурације, за време извођења пројекта, редовног функционисања и у случају „удеса“, као и процену да ли су промене привременог или трајног карактера. Уз помоћ предложеног модела је могуће утврдити **индикаторе стабилности предела, односно, критеријуме за утврђивање и праћење нивоа осетљивости предела на планиране утицаје**. У односу на карактеристике прогнозираног утицаја, моделом могу бити дефинисане и мере за спречавање или ограничавање негативних утицаја, односно, увећање позитивних утицаја на животну средину (на стабилност предела, његову структуру, као и диверзитет). Употреба предложеног модела омогућава **развијање (анализу) сценарија о ефектима предложених варијанти плана или програма кроз степен очувања стабилности предела, при чему се унапређује квалитет израде, повећава ефикасност доношења одлука, олакшава идентификација нових могућности и избегавају неодржива решења**.

5.6. Као део специфичног карактера утицаја туристичких објеката на животну средину, како у планским тако и у пројектним документима, резултати и релације овог модела посебно налазе примену у анализи утицаја линијских инфраструктурних објеката, као што су магистрални и регионални путеви, хидротехнички објекти за транспорт вода између речних сливова, надземни далеководи и водови за пренос електричне енергије, мелиорациони системи, цевоводи са пратећим објектима за транспорт течних и гасовитих супстанци итд. Предложени модел омогућава утврђивање **осетљивости структуре предела и стабилности предела на одређеном простору мање површине, на основу чега се могу предвидети интензитет и размера промена у укупној ерозионој продукцији и максималном протицају**.

5.7. Захваљујући премиси просторности одређених феномена и техникама развијених модела (векторска мрежа квадрата или шестоугаоника), примена предложеног модела омогућава **лоцирање зона планског/пројектног решења на којима је потребно применити додатне мере за спречавање, смањење или отклањање ефеката деградације предела**. Под овим се пре свега мисли на

потенцијално повећања цене коштања одређених целина пројектног решења или примену другачијих техничко-технолошких метода, нпр. биоинжењерских мера и радова.

## VII. ЗАКЉУЧАК

- Разноврсност и богатство просторних и осталих природних ресурса планинских предела Старе планине и Златибора представљају изузетан потенцијал. Топографска комплексност, специфични климатски услови, геолошка и педолошка својства, формирали су простор са бројним микро и макро хабитатима, значајног диверзитета врста. У таквим условима, атрактивна својства предела постала су предмет интересовања за различите видове антропогених активности, између осталог, и за развој туристичко-рекреативних садржаја. Неплански развој скијашких активности довео је до прекомерног притиска на ове потенцијално осетљиве просторе, и појаве интензивних деградационих процеса. На тај начин, створен је конфликт између потребе да се очувају планинске области са изузетно вредним предеоним јединицама и целинама, и настојања да се такви садржаји комерцијализују и вреднују искључиво с аспекта стварања профита. Ова иманентна контрадикторност рађа потребу да се процес планирања, развоја и експлоатације скијалишта одвија у условима примене мултидисциплинарне анализе која обухвата предеоно-еколошке, просторно-планерске, техничко-технолошке и социоекономске аспекте, што је изостало у случају скијалишта „Стара планина“ и „Торник“.
- Истраживање ефеката уноса туристичко-рекреативних елемената обављено је применом одговарајуће размере за анализу просторних односа, која је омогућила идентификацију и квантификацију утицаја, чиме су постављени у поредбени однос: (1) анализе промене структуре предела; (2) поремећаји равнотеже процеса у пределу (ерозиона продукција, максималан протицај). Домен анализе утицаја туристичко-рекреативних елемената је позициониран унутар граница топографског сливног подручја, приближне величине од  $1\text{km}^2$ , што представља ентитет предела. Информациони квалитет података, односно, резолуција базе података, на основу ГИС калибрације сведена је на димензију пиксела од

20m, чиме је омогућен оптималан ниво репрезентативности за потребе предеоних и деградационих анализа.

- Промена структуре предела је анализирана употребом математичких алгоритама, који квантификују елементе композиције и конфигурације предела, односно, применом метрике предела. Основни индикатор фрагментације предела, идентификован је преко промена структуре матрице предела, што одражава квантитативне и квалитативне промене својстава процеса у пределу. Утицај на процесе у пределу анализиран је кроз промене укупне ерозионе продукције и модификације максималног протицаја, у условима пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената. Оба аспекта промена, која се односе на структуру и процесе у пределу, су анализирана применом геостатистичких процедура на основу различитих ГИС апликација.
- Метрика диверзитета структуре предела (SHDI, SHEI – Шенонови индекси диверзитета и равномерности) је индикативан параметар за детерминисање просторног обухвата промена, без могућности да изрази њихов карактер. У оквиру анализе композиције, метрика просторне компактности (PD) и величине предеоних елемената (AREA параметри), указала је на значајан степен фрагментације аутохтоне структуре под утицајем туристичко-рекреативних елемената. Једна од најевидентнијих промена је повећање вредности параметара који се односе на бројност (PN) и просторну компактност предеоних елемената. Параметри површине предеоних елемената (AREA\_MN – просечна површина предеоних елемента; AREA\_SD – стандардна девијација површина предеоних елемената; AREA\_CV – коефицијент варијације површина предеоних елемената) показују знатно смањење вредности након уноса туристичко-рекреативних елемената. Метрике форме (MSI; MFD) и ивица (TE; ED; MPE), као сегменти конфигурације предела, квантификују дводимензионалну промену облика предеоних елемената, што такође утиче на квалитет процеса у пределу. Параметри метрике форме су адекватни за детерминисање природе промена, што се посебно уочава приликом употребе групе параметара који се тичу фракталних вредности



предеоних елемената. Наиме, изражена геометријска линеарност туристичко-рекреативних елемената редукује сложену форму аутохтоних предеоних елемената, услед чега се фракталне вредности приближавају тополошким. Туристичко-рекреативни елементи изазивају фрагментацију предела, односно, формирање већег броја мањих предеоних елемената, са повећаном укупном дужином ивица. Параметри композиције су показали израженију промену у анализи растерске базе података, док су параметри конфигурације израженији у векторској бази, као просторно осетљивијој.

- Пре уноса туристичко-рекреативних елемената, истраживана подручја су егзистирала у стању еколошке метастабилности, која се, између осталог, манифестовала природним степеном продукције ерозионог материјала и уравнотеженим режимом отицаја. Промена структуре предела у осетљивим екосистемима истраживаних подручја индуковала је физичку нестабилност конститутивних екосфера, са последичном појавом различитих деградационих процеса у пределу. Изградња скијашке инфраструктуре (ски-стазе, жичаре, приступни путеви, смештајни капацитети, комунална инфраструктура) обављена је на рачун шумских и ливадских површина, употребом тешке механизације, што је довело до уништења или деградације вегетационог и земљишног покривача. Изостанак ефекта интерцепције, и редукован инфилтрационо-ретенциони капацитет земљишта на огољеним површинама, довели су до појаве интензивних ерозионих процеса и учесталије појаве брзог површинског отицаја. Интензитет ерозионе продукције, у условима пре и након уноса туристичко-рекреативних елемената, процењен је применом Метода потенцијала ерозије, који је додатно калибрисан детаљним теренским истраживањима, што је повећало његову репрезентативност за дате услове средине. Модификација максималног протицаја је анализирана применом теорије синтетичког јединичног хидрограма и SCS методологије за раздвајање ефективних од укупних падавина. Индикативан је резултат анализе на подсливу Козарничка\_02, где је у условима пре градње скијалишта специфичан пронос наноса имао вредност  $G_{god/sp}=39.6m^3/km^2/god$ , док је после градње износио  $G_{god/sp}=235.8$

$m^3/km^2/god$ , односно, увећан је за 544.4%. Истовремено, максимални протицај вероватноће појаве  $p=1\%$  је имао увећање за 48.8%. Упоредном анализом промена укупне продукције ерозионог материјала и максималног протицаја на нивоу елементарних сливова, уочена је врло јака корелациона веза. На основу овакве условљености, промене функција предела, материјализоване кроз ерозиону продукцију и максималан протицај, могу се дефинисати као јединствен деградациони процес.

- Компаративном анализом промена структуре предела и јединственог деградационог процеса, под утицајем туристичко-рекреативних елемената, се уочавају различите јачине статистичких веза. На основу просторних анализа класа предеоних елемената се констатује да је предеони елемент шуме носилац атрибута матрице предела, што му обезбеђује улогу функционално доминантног елемента на истраживаном подручју. Промена параметара метрике, који се односе на композицију матрице, експлицитно указује на деградацију предела кроз ерозионе и хидролошке процесе. Поред ових, параметри конфигурације, који се односе на матрицу предела, такође указују на деградацију кроз квантификацију нестабилних маргиналних (ивичних) хабитата. На основу анализа промене интегралне структуре предела, установљена је директна веза између структуре и њоме условљених процеса. Поред етаблираних параметара који квантификују структуру, детерминисан је хибридни параметар структуре предела (Ски-центрима изазвана деградиација предела, Ski Resort Landscape Degradation – SRLD), који обухвата елементе композиције и конфигурације предела. Параметар SRLD обједињује основне просторне карактеристике унетих туристичко-рекреативних елемената, у смислу промењене форме аутохтоне структуре предела (MFD), повећаних ивица предеоних елемената (TE), повећања броја предеоних елемената (PN) и смањене просечне величине предеоних елемената (AREA\_MN). SRLD параметар остварује потпуну функционалну корелацију са јединственим параметром деградиације предела.

- Форма и функција туристичко-рекреативних елемената промениле су дотадашњу констелацију елемената унутар аутохтоне структуре предела. Промена мерљивих параметара композиције и конфигурације структуре предела пореметила је хоризонталну стабилност структуре, што је имало негативан утицај на еколошки капацитет природних хабитата. Поремећај вертикалне стабилности конститутивних екосфера, која је била оптимална унутар аутохтоних предеоних елемената, условио је појаву деградационих процеса са негативним утицајем на предео и функционалност скијалишта.
- Представљена методологија омогућава разумевање, односно, квантификовање структуре предела (предеоног обрасца) и њоме условљених функција (процеса) предела. Ова два аспекта предела, представљају незаобилазне методолошке и материјалне основе које су често занемарене у планским документима. Предложени модел омогућава утврђивање индикатора стабилности предела који су предмет законске регулативе из домена заштите природе и процене утицаја на животну средину. Поред овога, успостављене релације, налазе место у концепцији, пропозицији и правилима уређења, унапређења и заштите природе и природних система (предела), при чему се повећава ефикасност доношења одлука, олакшава идентификација нових могућности и указује на неодржива решења.

## VIII. ЛИТЕРАТУРА

1. Aerts J.C.J.H., Kobus A.J.T. (1992): *An integrated inventory system for ski-runs at a 1:2000 scale as applied to a ski-run near Innerlaterns, Vorarlberg, Austria.* Internationales Symposium Interpretation 3: 345–364.
2. Ahnert F. (1994): *Equilibrium, scale and inheritance in geomorphology.* Geomorphology 11(2), 125–140.
3. Amo L., Lopez P., Martin J. (2007): *Habitat deterioration affects body condition of lizards: A behavioral approach with Iberolacerta cyreni lizards inhabiting ski resorts.* Biological conservation 135: 77–85.
4. Andren H. (1994): *Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: A review.* Oikos 71(3): 355–366.
5. Antonović G.M. (1976): *Pedološka karta Pirot 1 i Pirot 2*, Institut za proučavanje zemljišta Topčider - Beograd, Zavod za Kartografiju "Geokarta" - Beograd.
6. Argenti G., Ferrari L. (2009): *Plant cover evolution and naturalisation of revegetated ski runs in an Apennine ski resort (Italy).* iForest - Biogeosciences and Forestry 2: 178–182.
7. Arlettaz R., Patthey P., Baltic M., Leu T., Schaub M., Palme R., Eiermann S.J. (2007): *Spreading free-riding snow sports represent a novel serious threat for wildlife.* Proceedings of the Royal society Biological sciences: 1219–1224.
8. Arnold J.G., Srinivasan R., Muttiah R.S., Williams J.R. (1998): *Large area hydrologic modelling and assessment: Part I. Model development.* Journal of the American Water Resources Association 34 (1): 73–89.
9. August P. (1983): *The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal's communities.* Ecology 64(6): 1495–1507.
10. Baiderin V.V. (1980): *Experimental modelling of ecological consequences of winter recreations.* Soviet Journal of Ecology 11(3): 140–146.
11. Baiderin V.V. (1983): *Winter recreation and subnival plant development.* Soviet Journal of Ecology 13(5): 287–291.

12. Bakker M.M., Govers G., van Doorn A., Quetier F., Chouvardas D., Rounsevell M. (2008): *The response of soil erosion and sediment export to land-use change in four areas of Europe: The importance of landscape pattern*. *Geomorphology* 98: 213–226.
13. Barni E., Freppaz M., Siniscalco C. (2007): *Interactions between Vegetation, Roots, and Soil Stability in Restored High-Altitude Ski Runs in the Alps*. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 39(1): 25–33.
14. Barnsley M. (1988): *Fractals Everywhere*, Academic Press, New York (394).
15. Bayfield N. G. (1984): *Colonization of Bulldozed Track Verges in the Cairngorm Mountains, Scotland*. *Journal of Applied Ecology* 21(1): 343–354.
16. Bayfield N.G. (1980): *Replacement of Vegetation on Disturbed Ground near Ski Lifts in the Cairngorm Mountains, Scotland*. *Journal of Biogeography* 7(3): 249–260.
17. Bayfield N.G. (1996): *Long-Term Changes in Colonization of Bulldozed Ski Pistes at Cairn Gorm, Scotland*. *Journal of Applied Ecology* 33(6): 1359–1365.
18. Belanović S. (2006): *Ekološki kvalitet zemljišta brdsko-planinskog područja istočne Srbije*. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu (210).
19. Bell K., Bliss L. (1973): *Alpine disturbance studies: Olympic National Park, USA*. *Biological Conservation* 5(1): 25–32.
20. Bell S. (1999): *Landscape: Pattern, Perception and Process*. Taylor & Francis Group (360).
21. Beniston M. (1997): *Variations of snow depth and duration in the Swiss Alps over the last 50 years: Links to changes in large-scale climatic forcings*. *Climatic Change* 36: 49–68.
22. Beniston M. (2003): *Climatic change in mountain regions: a review of possible impacts*. *Climatic Change* 59: 5–31.
23. Beniston M., Fox D., Adhikary S., Andressen R., Guisan A., Holten J.I., Innes J., Maitima J., Price M.F., Tessier L. (1996): *Impacts of climate change on mountain regions*. *Climate change 1995: Impact, adaptation and mitigation of climate change: Scientific-Technical Analyses*. (Ed. R.T. Watson, M.C.

- Zinyowera, R.H. Moss) Chambridge University Press, Cambridge: 194-213 (851).
24. Bochet E., Rubio J.L., Poesen J. (1998): *Relative efficiency of three representative matorral species in reducing water erosion at the microscale in a semi-arid climate (Valencia, Spain)*. *Geomorphology* 23: 139–150.
  25. Bogaert J., Farina A., Ceulemans R. (2005): *Entropy increase of fragmented habitats: A sign of human impact?* *Ecological Indicators* 5: 207–212.
  26. Brabant P. (2010): *A land degradation assessment and mapping method. A standard guideline proposal*, Les dossiers thématiques du CSFD. N°8. November 2010. CSFD/Agropolis International, Montpellier, France, (52).
  27. Brown R.W., Johnston R.S., Cleve van K. (1978): *Rehabilitation problems in alpine and arctic regions*, *Reclamation of Drastically Disturbed Lands* (Ed. F. Schaller, P. Sutton), Madison, Wisconsin: 23–44 (1082).
  28. Buechner M. (1989): *Are small-scale landscape features important factors for field studies of small mammal dispersal sinks?* *Landscape ecology* 2(3): 191–199.
  29. Bunnell F. (1999): *Let's kill a panchreston: giving fragmentation a meaning*. *Forest Fragmentation: Wildlife and Management Implications* (Ed. J.A. Rochelle, L.A. Lehmann, J. Wisniewski), Brill academic publishers: vii-xiii (322).
  30. Burri K., Graf F., Boll A. (2009): *Revegetation measures improve soil aggregate stability: A case study of a landslide area in Central Switzerland*. *Forest Snow and Landscape Research* 82: 45–60.
  31. Burt J.W. (2012): *Developing restoration planting mixes for active ski slopes: a multi-site reference community approach*. *Environmental Management* 49(3): 636–648.
  32. Burt J.W., Rice K.J. (2009): *Not all ski slopes are created equal: Disturbance intensity affects ecosystem properties*. *Ecological Applications* 19(8): 2242–2253.
  33. Caprio E., Chamberlain D.E., Isaia M., Rolando A. (2011): *Landscape changes caused by high altitude ski-pistes affect bird species richness and distribution in the Alps*. *Biological Conservation* 144: 2242–2253.

34. Chang, M. (2003): *Forest hydrology*. CRC Press, New York (388).
35. Chen J., Franklin J.F., Spies T.A. (1993): *Contrasting microclimates among clearcut, edge, and interior of old-growth Douglas-fir forest*. *Agricultural and Forest Meteorology* 63: 219–237.
36. Collinge S.K. (1996): *Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning*. *Landscape and Urban Planning* 36: 59–77.
37. Colwell R.K. (2009): *Biodiversity: Concepts, Patterns and Measurement*, *The Princeton Guide to Ecology*, (Ed. S. Levin), Princeton University Press: 257–263 (842).
38. Costin A., Mecote T.A., Munreanu S. (1962): *Le probleme de classification des bassins torrentiels*, FAO, European Forestry Commission – Working Party on Torrent Control, Protection from Avalanches and Watershed Management – Sixth Session – Italy, 29 Aug - 8 Sep 1962 (6).
39. Covington W.W. (1981): *Changes in Forest Floor Organic Matter and Nutrient Content Following Clear Cutting in Northern Hardwoods*. *Ecology* 62(1): 41–48.
40. Ćirić A., Obradinović Z., Novković D., Popević A., Karajičić Lj., Jović B., Serdar R. (1977): *Osnovna geološka karta 1:100000, Tumač za list Prijepolje (K34-16)*. Savezni geološki zavod (Zavod za geološka i geofizička istraživanja), Beograd (55).
41. Daily G.C. (1997): *Introduction: What are ecosystem services?* *Nature's Services: Societal dependence on natural ecosystems* (Ed. G.C. Daily), Island Press, Washington, D.C. (11).
42. Dale M.R.T., Dixon P., Fortin M.-J., Legendre P., Myers D.E., Rosenberg M.S. (2002): *Conceptual and mathematical relationships among methods for spatial analysis*. *Ecography* 25: 558–77.
43. David G.C.L., Bledsoe B.P., Merritt D.M., Wohl E. (2009): *The impacts of ski slope development on stream channel morphology in the White River National Forest, Colorado, USA*. *Geomorphology* 103: 375–388.
44. Davidson D.A., Grieve I.C. (2004): *Trends in soil erosion*. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 054 (ROAME No. F00AC106).

45. Deilami B.R., Sheikhi M.L.A., Al-Saffar M.R.A., Barati V. (2012): *Estimation of Erosion and Sedimentation in Karoon Basin using EPM with in Geographic Information System*. Engineering Science and Technology 2(5): 2250–3498.
46. Delgado R., Sanchez-Maranon M., Martin-Garcia J.M., Aranda V., Serrano-Bernardo F., Rosua J.L. (2007): *Impact of ski pistes on soil properties: a case study from a mountainous area in the Mediterranean region*. Soil Use and Management 23(3): 269–277.
47. Dendy F.E., Bolton G.C. (1976): *Sediment yield-runoff-drainage area relationships in the United States*. Journal of Soil and Water Conservation 31: 264–266.
48. Doležal J., Šrutek M. (2002): *Altitudinal changes in composition and structure of mountain-temperate vegetation: A case study from the western Carpathians*. Plant Ecology 158(2): 201–221.
49. Dramstad W.E., Olson J. D., Forman R.T.T. (1996): *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*, Harvard University Graduate School of Design, Island Press & American Society of Landscape Architects (80).
50. Ducić V., Milovanović B., Đurđić S. (2011): *Identification of recent factors that affect the formation of the upper tree line in Eastern Serbia*. Archives of Biological Science Belgrade 63(3): 825–830.
51. Dunne T., Leopold L. (1978): *Water in Environmental Planning*. W. H. Freeman (818).
52. Dunning J.B., Danielson B.J., Pulliam H.R. (1992): *Ecological Processes That Affect Populations in Complex Landscapes*. Oikos 65(1): 169–175.
53. Dušek R., Popelkova R. (2012): *Theoretical View of the Shannon Index in the Evaluation of Landscape Diversity*. Acta Universitatis Carolinae Geographica, 47(2): 5–13.
54. Eagles P.F.J., McCool S.F., Haynes C.D.A. (2002). *Sustainable Tourism in Protected Areas: Guidelines for Planning and Management*. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK (183).
55. Ecosign (2007): *Stara Planina resort area master plan*. Ecosign-Mountain Resort Planners Ltd.



56. Elsasser H., Messerli P. (2001): *The Vulnerability of the Snow Industry in the Swiss Alps*. Mountain Research and Development 21(4): 335–339.
57. Emmanouloudis D.A., Christou O. P., Filippidis E. I. (2003): *Quantitative estimation of degradation in the Aliakmon River basin using GIS*, Erosion Prediction in Ungauged Basins: Integrating Methods and Techniques, IAHS Publications 279: 234–240.
58. Emmanouloudis D.A., Filippidis E.I. (1999): *Modified quantitative estimation model of erosion and degradation in four mountainous basins*; Integrated Methods in Catchment Hydrology – Tracer, Remote Sensing and New Hydrometric Techniques, IAHS Publications 258: 275–279.
59. Evette A., Peyras L., Francois H., Gaucherand S. (2011): *Environmental risks and impacts of mountain reservoirs for artificial snow*. Journal of Alpine Research 99(3): 1–12.
60. Fahey B., Wardle K. (1998): *Likely impacts of snow grooming and related activities in the West Otego ski fields*. Science for Conservation 85, Department of Conservation, Wellington, New Zealand (46).
61. Fahey B., Wardle K., Weir P. (1999): *Environmental effects associated with snow grooming and skiing at Treble Cone Ski Field*. Science for Conservation 120: 49–62.
62. Fahrig L. (2003): *Effects of habitat fragmentation on biodiversity*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 34: 487–515.
63. Fahrig L., Nettle A.K. (2005): *Population ecology in spatially heterogeneous environments*. Ecosystem function in heterogeneous landscapes (Ed. G. Lovett, C. Jones, M. Turner, K. Weathers) Springer: 95–118.
64. Fanetti D., Vezzoli L. (2007): *Sediment input and evolution of lacustrine deltas: The Breggia and Greggio rivers case study (Lake Como, Italy)*. Quaternary International 173-174: 113–124.
65. FAO (1988): *Soil Map of the World, Revised legend*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, International Soil Reference and Information Centre, Rome (115).
66. Farina A. (2000): *Landscape Ecology in Action*. Springer (217).

67. Fattorini M. (2001): *Establishment of transplants on machine-graded ski runs above timberline in the Swiss Alps*. Restoration Ecology 9(2): 119–126.
68. Fleming W.M., Smart A.W. (1985): *Consumptive water use in artificial snowmaking Santa Re ski area, New Mexico*. New Mexico State Engineer Office, Technical Report 45 (20).
69. Forbes B.C. (1992): Tundra disturbance studies. I. Long-term effects of vehicles on species richness and biomass. Environmental Conservation 19: 48–58.
70. Forman R.T. T., Godron M. (1986): *Landscape Ecology*. Wiley (640).
71. Forman R.T.T. (1995): *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*, Cambridge University Press (656).
72. Franklin J.F. (2005): *Spatial pattern and ecosystem function: Reflection on current knowledge and future directions*, Ecosystem function in heterogeneous landscapes, (Ed. G. Lovett, C. Jones, M. Turner, K. Weathers) Springer: 427–441 (507).
73. Franklin J.F., Forman R.T.T. (1987): *Creating landscape patterns by forest cutting: Ecological consequences and principles*. Landscape ecology 1(1): 5–18.
74. Franklin J.F., Van Pelt R. (2004): *Spatial Aspects of structural complexity in old-growth forests*. Journal of Forestry 102(3): 22–28.
75. Freppaz M., Filippa G., Caimi A., Zanini E. (2010): *Sustainable tourism in northwestern Alps: Winter sports impact on pasture lands*. The yearbook of the “Gh. Zane” Institute of economic researches 19: 79–93.
76. Gavrilović S. (1972): *Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji*. Časopis „Izgradnja“, Specijalno izdanje, Beograd (292).
77. Geneletti D. (2004): *Using spatial indicators and value functions to assess ecosystem fragmentation caused by linear infrastructures*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 5: 1–15.
78. Geneletti D. (2008): *Impact assessment of proposed ski areas: A GIS approach integrating biological, physical and landscape indicators*. Environmental Impact Assessment Review 28: 116–130.
79. Gigović Lj. (2010): *Digitalni modeli visina i njihova primena u vojnoj analizi terena*. Vojnotehnički glasnik 58(2): 165–178.

80. Globevnik L., Holjević D., Petkovšek G., Rubinić J. (2003): *Applicability of the Gavrilovic method in erosion calculation using spatial data manipulation techniques*. Erosion Prediction in Ungauged Basins: Integrating Methods and Techniques, IAHS Publication 279.
81. Gordon J.E., Dvorak I.J., Jonasson C., Josefsson M., Kocianova M., Thompson B.A. (2002): *Geo-Ecology and Management of Sensitive Montane Landscapes*. Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography 84(3-4): 193–203.
82. Gosz J.R. (1993): *Ecotone Hierarchies*. Ecological Applications 3(3): 369–376.
83. Grabherr G. (1985): *Damage to vegetation by recreation in the Austrian and German Alps*. The ecological impacts of outdoor recreation on mountain areas in Europe and North America (Ed. N. Bayfield, G. Barrow), Recreational Ecology Research Group Report 9: 74–92.
84. Grace J., Berninger F., Nagy L. (2002): *Impacts of Climate Change on the Tree Line*. Annals of Botany 90: 537–544.
85. Graiss W., Krautzer B., Parti C. (2008): *The influence of vegetation on erosion following restoration in high zones*. Internationales Symposium Interpraevent, Conference Proceedings 2(9).
86. Gray D.H., Sotir R.B. (1996): *Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization: A Practical Guide for Erosion Control*. Wiley, New York (366).
87. Grismer M.E., Ellis A.L. (2006): *Erosion control reduces fine particles in runoff to Lake Tahoe*. California Agriculture 60(2): 72–76.
88. Grismer M.E., Hogan M.P. (2004): *Simulated rainfall evaluation of revegetation/mulch erosion control in the Lake Tahoe Basin – 1: Method assessment*. Land Degradation & Development 15(6): 573–588.
89. Grismer M.E., Hogan M.P. (2005b): *Simulated rainfall evaluation of revegetation/mulch erosion control in the Lake Tahoe basin – 3: Soil treatment effects*. Land Degradation & Development 16(5): 489–501.
90. Grismer M.E., Hogan M.P. (2005a): *Simulated rainfall evaluation of revegetation/mulch erosion control in the Lake Tahoe basin – 2: Bare soil assessment*. Land Degradation & Development 16(4): 397–404.

91. Grismer M.E., Schnurrenberger C., Arst R., Hogan M.P. (2008): *Integrated monitoring and assessment of soil restoration treatments in the Lake Tahoe Basin*. Environmental Monitoring and Assessment 150(1-4): 365–383.
92. Groot de R.S., Hein L. (2007): *Concept and valuation of landscape functions at different scales*. Multifunctional land use (Ed. U. Mander, H. Wiggering, K. Helming), Springer Verlag: 15–36.
93. Gros R., Jocteur-Monrozier L., Bartoli F., Chotte JL., Faivre P. (2004): *Relationships between soil physico-chemical properties and microbial activity along a restoration chronosequence of alpine grasslands following ski run construction*. Applied Soil Ecology 27: 7–22.
94. Guleryuz G., Kirmizi S., Arslan H. (2010): *Nutrient status in soil of Ski runs in the sub-alpine belt of Uludag Mountain, Bursa, Turkey*. Journal of Environmental Biology 31: 219–223.
95. Gustafson E.J. (1998): *Quantifying Landscape Spatial Pattern: What Is the State of the Art?* Ecosystems 1(2): 143–156.
96. Gyssels G., Poesen J. (2003): *The importance of plant root characteristics in controlling concentrated flow erosion rates*. Earth Surface Processes and Landforms 28: 371–384.
97. Gyssels G., Poesen J., Bochet E., Li Y. (2005): *Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: A review*. Progress in Physical Geography 29(2): 189–217.
98. Hagen A. (2002): *Multi-method assessment of map similarity*, 5th AGILE Conference on Geographic Information Science, Spain: 1–8.
99. Haila Y. (1999): *Islands and fragments*. Maintaining biodiversity in forest ecosystems (Ed. M.L. Hunter), Cambridge University Press: 234–264.
100. Haila Y. (2002): *A conceptual genealogy of fragmentation research: From island biogeography to landscape ecology*. Ecological Applications 12(2): 321–334.
101. Haimayer P. (1989): *Glacier-Skiing Areas in Austria: A Socio-Political Perspective*. Mountain Research and Development 9(1): 51–58.

102. Haire S.L., McGarigal K. (2009): *Changes in fire severity across gradients of climate, fire size, and topography: A landscape ecological perspective*. *Fire ecology* 5(2): 86–103.
103. Hamilton E.H. (1981): *The alpine vegetation of Marmot Basin, Jasper National Park, Alberta, and the impact of ski activities upon it*. M.Sc. Thesis, University of Alberta, Edmonton, Alberta (170).
104. Hardt R.A., Forman R.T.T. (1989): *Boundary form effects on woody colonization of reclaimed surface mines*. *Ecology* 70(5): 1252–1260.
105. Hargis C.D., Bissonette J.A., David J.L. (1998): *The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation*. *Landscape Ecology* 13: 167–186.
106. Harper K.A., Macdonald E.S., Burton P.J., Chen J., Brosofske K.D., Saunders S.C., Euskirchen E.S., Roberts D., Jaiteh M.S., Esseen P. (2005): *Edge Influence on Forest Structure and Composition in Fragmented Landscapes*. *Conservation Biology* 19(3): 768–782.
107. Hartley E. P. (1979): *Visitor impact on subalpine meadow vegetation in Glacier National Park, Montana*. First Conference on Scientific Research in the National Parks. U.S. National Park Service, (Ed. R.M. Linn), Transactions and Proceedings Series 5: 1279–1286.
108. Haslett J.R. (1997): *Mountain Ecology: Organism Responses to Environmental Change*. *Mountain Ecology: Organism Responses to Environmental Change, Global Ecology and Biogeography Letters* 6(1): 3–6.
109. Hassett E.M. (2008): *Statistical sampling for estimating landscape pattern metrics*. M.Sc. Thesis, State university of New York, Soleege of environmental science and forestry, New York (67).
110. Hatch G. (1999): *Restoration of Ski Areas in the Swiss Alps*, *Restoration and Reclamation Review* 4(2): 1–7.
111. Hedl R., Houška J., Banaš M., Zeidler M. (2012): *Effects of skiing and slope gradient on topsoil properties in an alpine environment*. *Polish journal of ecology* 60(3): 491–501.

112. Heegaard E., Okland R.H., Bratli H., Dramstad W.E., Engan G., Pedersen O., Solstad H. (2007): *Regularity of species richness relationships to patch size and shape*. *Ecography* 30: 589–597.
113. Hengl T. (2006): *Finding the right pixel size*. *Computers & Geosciences* 32: 1283–1298.
114. Hengl T. (2007): *A practical guide to geostatistical mapping of environmental variables*. EUR 22904 EN. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg (143).
115. Hobbs R.J. (2009): *Restoration ecology*. *The Princeton Guide to Ecology* (Ed. S. Levin), Princeton University Press: 566–572 (842).
116. Hokit D.G., Stith B.M., Branch L.C. (1999): *Effects of landscape structure in Florida scrub: A population perspective*. *Ecological Applications* 9: 124–134.
117. Holling C.S. (1973): *Resilience and Stability of Ecological Systems*. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 1–23.
118. Holtmeier F.K., Broll G. (2005): *Sensitivity and response of northern hemisphere altitudinal and polar tree lines to environmental change at landscape and local scales*. *Global Ecology and Biogeography* 14: 395–410.
119. Hornbeck J.W., Adams M.B., Corbett E.S., Verry E.S., Lynch J.A. (1993): *Long-term impacts of forest treatments on water yield: A summary for northeastern USA*. *Journal of Hydrology* 150: 323–344.
120. Hrnčiarová T. (1995). *Evaluation of the ski trails according to landscape-ecological limits for purposes of environmental impact assessment*. *Acta environmentalica Universitatis Comenianae Bratislava* 4-5: 75–80.
121. Hubbell S.P. (2001): *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*. Princeton university press, Princeton and Oxford (375).
122. Ingegnoli V. (2002): *Landscape Ecology: A Widening Foundation*. Springer (340).
123. Isselin-Nondedeu F., Bedecarrats A. (2007): *Influence of alpine plants growing on steep slopes on sediment trapping and transport by runoff*. *Catena* 71: 330–339.

124. Isselin-Nondedeu F., Rey F., Bedecarrats A. (2006): *Contributions of vegetation cover and cattle hoof prints towards seed runoff control on ski pistes*. *Ecological engineering* 27: 193–201.
125. Jakeman A.J., Green T.R., Beavis S.G., Zhang L., Dietrich C.R., Crapper P.F. (1999): *Modelling upland and in-stream erosion, sediment and phosphorus transport in a large catchment*. *Hydrological Processes* 13 (5): 745–752.
126. Jewell K.J., Arcese P., Gergel S.E. (2007): *Robust predictions of species distribution: Spatial habitat models for a brood parasite*. *Biological conservation* 140: 259–272.
127. Jones J.A., Post D.A. (2004): *Seasonal and successional stream flow response to forest cutting and regrowth in the northwest and eastern United States*. *Water resources research* 40: 1–19.
128. Kachmar M., Sanchez-Azofeifa G.A., Rivard B., Kakubari Y. (2005): *Improved Forest Cover Classification in an Industrialized Mountain Area in Japan*. *Mountain Research and Development* 25(4): 349–356.
129. Kadović R. (1999): *Protiverozioni agroekosistemi – Konzervacija zemljišta*, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
130. Kangas K., Vuori K.M., Maatta-Juntunen H., Siikamaki P. (2012): *Impacts of ski resorts on water quality of boreal lakes: a case study in northern Finland*. *Boreal environment research* 17: 313–325.
131. Kapos V. (1989): *Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon*. *Journal of Tropical Ecology* 5: 173–185.
132. Kattelman R. (1985): *Snow management at ski areas: hydrologic effects*. *Watershed Management in the Eighties (Proceedings)*: 264–272.
133. Keddy P.A., Spavold J., Keddy C. (1979) *Snowmobile impact on old field and marsh vegetation in Nova Scotia, Canada: An Experimental Study*. *Environmental Management* (3)5: 409–415.
134. Kedrov B.M. (1969): *Predmet i uzajamna veza prirodnih nauka*. Nolit, Beograd (310).
135. Kelly M., Tuxenc K.A., Stralberg D. (2001): *Mapping changes to vegetation pattern in a restoring wetland: Finding pattern metrics that are consistent across spatial scale and time*. *Ecological Indicators* 11: 263–273.

136. Kertesz A. (2009): *The global problem of land degradation and desertification*. Hungarian Geographical Bulletin 58(1): 19–31.
137. Keyworth S., Jarman M., Medcalf K. (2009): *Assessing the extent and severity of erosion on the upland organic soils of Scotland using earth observation*. A GIFTSS Implementation Test, FINAL Report, Environment Systems Limited, Ceredigion, Wales, UK (88).
138. Kirkby M.J., Irvine B.J., Jones R.J.A, Govers G. (2008): *The PESERA coarse scale erosion model for Europe: I - Model rationale and implementation*. European Journal of Soil Science 59(6): 1293–1306.
139. Kirschbaum M.U.F., Fischlin A., Cannell M.G.R., Cruz R.V., Galinski W., Cramer W.A. (1996): *Climate change impacts on forests*. Climate change 1995: Impact, adaptation and mitigation of climate change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of working group II to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change (Ed. R.T. Watson, M.C. Zinyowera, R.H. Moss), Chambridge University Press, Chambridge: 94-129.
140. Knisel W.G. (1980): *CREAMS: A Field Scale Model for Chemicals, Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems*. USDA.
141. Kostadinov S. (2008): *Bujični tokovi i erozija*. Univerzitet u Beogradu Šumarski fakultet, Beograd (505).
142. Krautzer B., Graiss W., Peratoner G., Partl C., Venerus S., Klug B. (2011): *The influence of recultivation technique and seed mixture on erosion stability after restoration in mountain environment*. Natural Hazards 56(2): 547–557.
143. Krautzer B., Wittmann H., Peratoner G., Graiss W., Partl C., Parente G., Venerus S., Rixen C., Streit M. (2006): *Site-Specific High Zone Restoration in the Alpine Region*. Federal Research and Education Center (HBLFA), Raumberg-Gumpenstein (135).
144. Krstić B., Rakić B., Kalenić M., Rajčević D., Dolić D., Banković V., Veselinović M. (1970): *Osnovna geološka karta 1:100000, Tumač za listove Knjaževac (K34-21) i Belogradčik (K34-22)*. Savezni geološki zavod (Zavod za geološka i geofizička istraživanja), Beograd (78).
145. Lagriffoul A., Boudenne J.L., Absi R., Ballet J.J., Berjeaud J.M., Chevalier S., Creppy E.E., Gilli E., Gadonna J.P., Gadonna-Widehem P., Morris C.E., Zini S.



- (2010): *Bacterial-based additives for the production of artificial snow: what are the risks to human health?* *Science of the Total Environment* 408 (2010): 1659–1666.
146. Laiolo P., Rolando A. (2005): *Forest bird diversity and ski-runs: a case of negative edge effect.* *Animal Conservation* 7: 9–16.
  147. Leitao A.B., Miller J., Ahern J., McGarigal K. (2006): *Measuring landscapes: A planner's handbook.* Island Press (272).
  148. Levin L.A. (1992): *The problem of pattern and scale in ecology.* *Ecology* 73(6): 1943–1967.
  149. Levin S. (2000): *Fragile dominion: complexity and the commons,* Basic books, New York, USA (272).
  150. Li H., Wu J. (2004): *Use and misuse of landscape indices.* *Landscape Ecology* 19: 389–399.
  151. Lindenmayer D.B., Fischer J. (2006): *Habitat Fragmentation and Landscape Change: An Ecological and Conservation Synthesis,* Island Press (352).
  152. Lorite J., Molina-Morales M., Canadas E.M., Ballesteros M., Penas J. (2010): *Evaluating a vegetation-recovery plan in Mediterranean alpine ski slopes: A chronosequence-based study in Sierra Nevada (SE Spain),* *Landscape and Urban Planning* 97: 92–97.
  153. Lovett G., Jones C., Turner M., Weathers K. (2005): *Ecosystem Function in Heterogeneous Landscapes,* *Ecosystem function in heterogeneous landscapes* (Ed. G. Lovett, C. Jones, M. Turner, K. Weathers), Springer: 1-5.
  154. Luce C.H., Black T.A. (1999): *Sediment production from forest roads in western Oregon.* *Water Resources Research* 35(8): 2561–2570.
  155. Luce C.H., Cundy T.W. (1994): *Parameter identification for a runoff model for forest roads.* *Water Resources Research* 30(4): 1057–1069.
  156. Macan G., Krstić M., Ristić R., Macan I. (1997): *Variability of erosion production as a consequence of thinning cuttings.* The 3<sup>rd</sup> international conference on the development of forestry and wood science (proceedings), Belgrade, Serbia: 243–248.

157. MacArthur R.H., & Wilson E.O. (2001): *The Theory of Island Biogeography*. Princeton Landmarks in Biology, Princeton University Press [I edition 1967] (224).
158. Magurran A.E. (1988): *Ecological diversity and its Measurement*, Princeton university press, Princeton, New Jersey (93).
159. Maidment D. (Ed.) (2002) *Arc Hydro: GIS for Water Resources*, ESRI, Redlands, CA.
160. Mandelbrot B.B. (1983): *The Fractal Geometry of Nature*, W.H. Freeman, San Francisco (468).
161. Marinović-Uzelac A. (2001): *Prostorno planiranje*. Dom i svijet, Biblioteka posebna izdanja, Zagreb (541).
162. Martin C., Pohl M., Alewell C., Korner C., Rixen C. (2010): *Interrill erosion at disturbed alpine sites: Effects of plant functional diversity and vegetation cover*. Basic and Applied Ecology 11: 619–626.
163. Martin D.A., Moody J.A. (2001): *Comparison of soil infiltration rates in burned and unburned mountainous watersheds*. Hydrological processes 15: 2893–2903.
164. Matlack G.E., Litvaitis J.A. (1999): *Forest edges*. Maintaining biodiversity in forest ecosystems (Ed. M.L. Hunter), Cambridge University Press: 210–233 (716).
165. Mayer A.L., Cameron G.N. (2003): *Landscape characteristics, spatial extent, and breeding bird diversity in Ohio, USA*. Diversity and Distributions 9(4): 297–311.
166. Mazza F., Longoni L., Papini M., Brambilla D. (2011): *A hybrid Monte Carlo-possibilistic method to evaluate soil erosion*, River Basin Management VI (146), (Ed. C.A. Brebbia), Wessex Institute of Technology, UK, (416).
167. McGarigal K. (2002) *Landscape pattern metrics*, Encyclopedia of Environmentrics, Volume 2, (Ed. A.H. El-Shaarawi, W.W Piegorsch), John Wiley & Sons, Sussex, England: 1135–1142.
168. McGarigal K. (2013): *Fragstats*, Department of Environmental Conservation, University of Massachusetts, Amherst (180).

169. McGarigal K., Cushman S. A., Neel M.C., Ene E. (2002): *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps*, Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst.
170. McGarigal K., Cushman S.A., Ene E. (2012) *FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps*, Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst.
171. McGarigal K., Marks B.J. (1995): *FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
172. McGarigal K., McComb W.C. (1995): *Relationships Between Landscape Structure and Breeding Birds in the Oregon Coast Range*, Ecological Monographs 65(3): 235–260.
173. McIntyre S., Hobbs R. (1999): *A Framework for Conceptualizing Human Effects on Landscapes and Its Relevance to Management and Research Models*, Conservation Biology 13(6): 1282–1292.
174. Medcalf K.A., Jarman M.W. Keyworth S.J. (2010): *Assessing the extent and severity of erosion on the upland organic soils of Scotland using earth observation and object orientated classification methods*, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVIII-4/C7: 1-5.
175. Messerli P. (1983): *The Concept of Stability and Instability of Mountain Ecosystems Derived from the Swiss MAB-6 Studies of the Aletsch Area*, Mountain Research and Development 3(3): 281–290.
176. Meyer E. (1993): *The impact of summer and winter tourism on the fauna of alpine soils in western Austria (Oetztal Alps, Ratikon)*. Revue Suisse de Zoologie 100(3): 519–527.
177. Milijić S., Banićević D., Krunić N. (2009): *Strategic evaluation of economic feasibility of mountain tourist region development - Case study of Stara planina*, SPATIUM International Review 17-18: 56–68.
178. Mišić V., Jovanović-Dunjić R., Popović M., Borisavljević Lj., Antić M., Dinić, A., Danon, J., Blaženčić Z. (1978): *Biljne zajednice i staništa Stare planine*.

- Srpska akademija nauka i umetnosti – Odeljenje prirodno-matematičkih nauka, Beograd [knjiga DXI] (389).
179. Mitas L., Brown W.M., Mitasova H. (1997): *Role of dynamic cartography in simulations of landscape processes based on multivariate fields*. Computers & Geosciences 23 (4): 437–446.
  180. Mitasova H., Barton M., Ullah I., Hofierka J., and Harmon R.S. (2013): *GIS-Based Soil Erosion Modeling*, Treatise on Geomorphology 3 (Ed. J.F. Shroder), Academic Press, San Diego: 228–258.
  181. Mojsilović S., Baklajić D., Đoković I., Avramović V. (1971): *Osnovna geološka karta 1:100000, Tumač za list Titovo Užice (K34-4)*. Savezni geološki zavod (Zavod za geološka i geofizička istraživanja), Beograd (51).
  182. Moore D.I., Gosz J.R., White C.S. (1978): *Impact of a ski basin on a mountain watershed: II Heavy metals*. Water, Air, and Soil Pollution 10: 81–93.
  183. Morgan R. P. C. (2005): *Soil Erosion and Conservation*. Wiley-Blackwell (316).
  184. Morgan R.P.C., Quinton J.N., Smith R.E., Govers G., Poesen J.W.A., Auerswald K., Chisci G., Torri D., Styczen M.E., Folly A.J.V. (1998): *The European Soil Erosion Model (EUROSEM): documentation and user guide*. Silsoe College, Cranfield University (124).
  185. Morgan R.P.C., Quinton J.N. (2001): *Erosion Modelling*. Landscape Erosion and Evolution Modelling (Ed. R.S. Harmon, W.W. Doe), Kluwer Academic, New York: 117–142.
  186. Morgan R.P.C., Quinton J.N., Smith R.E., Govers G., Poesen J., Auerswald K., Chisci G., Torri D., Styczen M.E. (1998): *The European Soil Erosion Model (EUROSEM): a dynamic approach for predicting sediment transport from fields and small catchments*. Earth Surface Processes and Landforms 23: 527–544.
  187. Moser D., Zechmeister H. G., Plutzar C., Sauberer N., Wrбка T., Grabherr G. (2002): *Landscape patch shape complexity as an effective measure for plant species richness in rural landscapes*. Landscape Ecology 17: 657–669.
  188. Mosimann, T. (1985) *Geo-ecological impacts of ski piste construction in the Swiss Alps*. Applied Geography 5: 29–37.
  189. Mugisha S., Huising J. (2002): *Optimal resolution for large-scale vegetation mapping using airborne multispectral data*, The International Archives of the

- Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXIV-6/W6: 155–161.
190. Muthoo M. (2002): *Mountain environment and development*, Unasyuva-2002 International year of the Mountains 208(53): 26–35.
  191. MEA - Millennium Ecosystem Assessment (2005): *Ecosystems and human well-being: Synthesis*, Washington, DC: Island Press.
  192. Nash J.E. (1959): *Systematic determination of unit hydrograph parameters*, Journal of geophysical research 64: 111–115.
  193. Naveh Z. (1982): *Mediterranean landscape evolution and degradation as multivariate bio functions: Theoretical and practical implications*. Landscape Planning 9(2): 125–146.
  194. Naveh Z. (1993): *Interactions of landscapes and cultures*. Landscape and Urban Planning 32: 43–54.
  195. Naveh Z., Lieberman A. S. (1993): *Landscape Ecology: Theory and Application*, Springer (360).
  196. Naylor L.A., Viles H.A., Carter N.E.A. (2002): *Bio geomorphology revisited: looking towards the future*. Geomorphology 47: 3–14.
  197. Negro M., Isaia M., Palestrini C., Schoenhofer A., Rolando A. (2010): *The impact of high-altitude ski pistes on ground-dwelling arthropods in the Alps*. Biodiversity Conservation 19: 1853–1870.
  198. Neumann P.W., Merriam H.G. (1972): *Ecological effects of snowmobiles*. The Canadian Field-Naturalist 86: 207–212.
  199. Nikić Z., Kovačević J., Papić P. (2008): *Uranium in the Groundwater of Permo-Triassic Aquifers of the Visok Region, Stara Planina, Eastern Serbia*. Water, Air, and Soil Pollution 192(1-4): 47–58.
  200. Nikić Z., Srećković-Batočanin D., Burazer M., Ristić R., Papić P., Nikolić V. (2013): *A conceptual model of mildly alkaline water discharging from the Zlatibor ultramafic massif, western Serbia*. Hydrogeology Journal 21: 1147–1163.
  201. Noss R.F. (1990): *Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach*. Conservation Biology 4(4): 355–364.

202. NSAA – National Ski Areas Association (2004): *Estimated U.S. Ski Industry Skier Visits by Region*. Denver, CO: National Ski Areas Association.
203. Nyberg L., Stahli M., Mellander P.E., Bishop K. (2001): *Soil frost effects on soil water and runoff dynamics along a boreal forest transect: 1. Field investigations*. Hydrological processes 15: 909–926.
204. O'Callaghan J., Mark D. (1984): *The extraction of drainage networks from digital elevation data*. Computer vision, graphics, and image processing 28: 323–344.
205. Odum E., Barrett G.W. (2004): *Fundamentals of ecology*, Brooks Cole; V edition [I edition 1953] (624).
206. Odum E.P. (1969): *The Strategy of Ecosystem Development*. Science (New Series) 164(3877): 262–270.
207. O'Neill R.V., Hunsaker C.T., Jones B.K., Riitters K.H., Wickham J.D., Schwartz P.M., Goodman I.A., Jackson B.L., Baillargeon W.S. (1997): *Monitoring Environmental Quality at the Landscape Scale*. BioScience 47(8): 513–519.
208. Panizza M. (1996): *Environmental geomorphology*. Developments in earth surface processes, Elsevier Science (280).
209. Patton D.R. (1975): *A Diversity Index for Quantifying Habitat "Edge"*. Wildlife Society Bulletin 3(4): 171–173.
210. Pauli H., Gottfried M., Grabherr G. (1996): *Effects of climate change on mountain ecosystems*. World Resource Review 8: 382–390.
211. Peet R.K. (1974): *The measurement of species diversity*. Annual review of ecology and systematic 5: 285–307.
212. Perrin C., Michel C., Andreassian V. (2001): *Does a large number of parameters enhance model performance? Comparative assessment of common catchment model structures on 429 catchments*. Journal of Hydrology 242: 275–301.
213. Pesant A.R. (1987): *Snowmobiling impact on soil properties and winter cereal crops*. Canadian Field Naturalist 101: 22–32.
214. Pickering C.M., Harrington J., Worboys G. (2003): *Environmental Impacts of Tourism on the Australian Alps Protected Areas*. Mountain Research and Development 23(3): 247–254.

215. Pignatti S. (1993): *Impact of tourism on the mountain landscape of central Italy*, Landscape and Urban Planning 24(1-4): 49–53.
216. Pohl M., Alig D., Korner C., Rixen C. (2009): *Higher plant diversity enhances soil stability in disturbed alpine ecosystems*. Plant Soil 324: 91–102.
217. Price M.F. (1985): *Impacts of Recreational Activities on Alpine Vegetation in Western North America*. Mountain Research and Development 5(3): 263–278.
218. Puigdefabregas J. (2005): *The role of vegetation patterns in structuring runoff and sediment fluxes in dry lands*. Earth Surface Processes and Landforms 30: 133–147.
219. Quinby P.A. (1988). *The contribution of ecological science to the development of landscape ecology: a brief history*. Landscape Research 13(3): 9–11.
220. Quinton J.N., Edwards G.M., Morgan R.P.C. (1997): *The influence of vegetation species and plant properties on runoff and soil erosion: results from a rainfall simulation study in south east Spain*. Soil Use and Management 13: 143–148.
221. Radić B., Ristić R., Vasiljević N., Malušević I. (2012a). *Modification of landscape stability as response on rural depopulation: Example of watershed of Kupinovačka River, Serbia*. Sustainable land management and climate changes, Land conservation – LANDCON 1209, Danube region, Serbia.
222. Radić B., Ristić R., Vasiljević N., Nikić Z., Beloica J. (2012b): *Multi-level landscape degradation due to tourist-oriented land use changes in Serbian mountainous regions*. Geophysical Research Abstracts 14 (EGU2012-14024, 2012), EGU General Assembly.
223. Randelović M., Randelović V. (2002): *Značaj i ugroženost flore Stare planine u istočnoj Srbiji*, VII simpozijum o flori jugoistočne Srbije i susednih područja, Zbornik rezimea: 34–35.
224. Reed R.A., Johnson-Barnard J., Baker W.L. (1996): *Contribution of Roads to Forest Fragmentation in the Rocky Mountains*. Conservation Biology 10(4): 1098–1106.
225. Rempel R.S., Kaukinen D., Carr A.P. (2012) *Patch Analyst and Patch Grid*. Ontario Ministry of Natural Resources, Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario.

226. Renschler C.S., Harbor J. (2002): *Soil erosion assessment tools from point to regional scales – the role of geomorphologists in land management research and implementation*. *Geomorphology* 47: 189–209.
227. Reubens B., Poesen J., Danjon F., Geudens G., Muys B. (2007): *The role of fine and coarse roots in shallow slope stability and soil erosion control with a focus on root system architecture: A review*. *Trees* 21: 385–402.
228. Reynolds J.F., Li H. (1995): *On definition and quantification of heterogeneity*. *Oikos* 73(2): 280–284.
229. Rickard W.E., Brown J. (1974): *Effects of vehicles on arctic tundra*. *Environmental Conservation* 1(1): 55–62.
230. Riebsame W. E., Gosnell H., Theobald D. M. (1996): *Land Use and Landscape Change in the Colorado Mountains. Theory, Scale, and Pattern*, *Mountain Research and Development* 16(4): 395–405.
231. Ries J.B. (1996): *Landscape damage by skiing at the Schauinsland in the Black forest, Germany*. *Mountain Research and Development* 16(1): 27–40.
232. Ristić R., Kašanin-Grubin M., Radić B., Nikić Z., Vasiljević N. (2012): *Land Degradation at the Stara Planina Ski Resort*. *Environmental Management* 49, 580–592.
233. Ristić R., Marković A., Radić B., Nikić Z., Vasiljević N., Živković N., Dragičević S. (2011): *Environmental impacts in Serbian ski resorts*. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 6(2): 125–134.
234. Ristić R., Vasiljević N., Radić B., Radivojević S. (2009): *Degradation of the landscape in Serbian ski resorts – Aspects of scale and transfer of impact*, *Spatium International Review* 20: 49–52.
235. Rivera J., Leon P., Koerber C. (2006): *Is Greener Whiter Yet? The Sustainable Slopes Program after Five Years*. *The Policy Studies Journal* 34(2): 195–221.
236. Rixen C., Haeberli W., Stoeckli V. (2004): *Ground Temperatures under Ski Pistes with Artificial and Natural Snow*. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 36(4): 419–427.
237. Rixen C., Stoeckli V., Ammann W. (2003): *Does artificial snow production affect soil and vegetation of ski pistes? A review*. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 5. 219–230.



238. Rolando A., Caprio E., Rinaldi E., Ellena I. (2007): *The impact of high-altitude ski-runs on alpine grassland bird communities*. Journal of Applied Ecology 44: 210–219.
239. Romme W. (1982): *Fire and landscape diversity in subalpine forests of Yellowstone National Park*. Ecological Monographs, 52(2): 199–221.
240. Roux-Fouillet P., Wipf S., Rixen C. (2011): *Long-term impacts of ski piste management on alpine vegetation and soil*. Journal of Applied Ecology 48(4): 906–915.
241. Rowntree K.M., Meiklejohn K.I., Foster I.D.L. (2012): *Landscape denudation or land degradation? Interrogating the geomorphic processes of landscape change in Southern Africa*. Land degradation and development 23: 505–507.
242. Ruth-Balaganskaya E., Myllynen-Malinen K. (2000): *Soil nutrient status and revegetation practices of downhill skiing areas in Finnish Lapland – a case study of Mt. Yllas*. Landscape and Urban Planning 50: 259–268.
243. Rutledge D. (2003): *Landscape indices as measures of the effects of fragmentation: can pattern reflect process?* DOC Science International Series 98, Department of Conservation, Wellington (27).
244. SAEFL – Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape (1997): *The Environment in Switzerland 1997: Facts, Figures, Perspectives*. Swiss Federal Statistical Office (SFSO), Bern, Switzerland (376).
245. Sanecki G.M., Green K., Wood H., Lindenmayer D. (2006): *The implications of snow-based recreation for small mammals in the subnivean space in south-east Australia*. Biological conservation 129: 511–518.
246. Saunders D.A., Hobbs R.J., Margules C.R. (1991): *Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review*. Conservation Biology 5: 18–32.
247. Saura S. (2002): *Effects of minimum mapping unit on land cover data spatial configuration and composition*. International Journal of Remote Sensing 23(22): 4853–4880.
248. Saura S., Castro S. (2007): *Scaling functions for landscape pattern metrics derived from remotely sensed data: Are their sub pixel estimates really accurate?* ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 62: 201–216.

249. Scheffer M. (2009): *Alternative stable states and regime shifts in ecosystems*. The Princeton Guide to Ecology, (Ed. S. Levin), Princeton University Press: 395–406 (842).
250. SCS – Soil Conservation Service (1979): *National engineering handbook, section 4: hydrology*. US Department of Agriculture, Washington.
251. Sepp K. (2012): *Landscape Functions and Ecosystem Services*. Rural development and land use (Ed. I. Karlsson, L. Ryden). The Baltic University Programme, Uppsala University: 39–51.
252. Shannon C.E. (1948): *The mathematical theory of communication*. The Bell System Technical Journal 27: 379–423.
253. Sivapalan M. (2003): *Prediction in ungauged basins: a grand challenge for theoretical hydrology*, Hydrological processes 17, 3163–3170.
254. Solaimani K., Modallaldoust S., Lotfi S. (2009): *Investigation of land use changes on soil erosion process using geographical information system*. International Journal of Environmental Science and Technology 6(3): 415–424.
255. StatPoint Inc. (2006): *STATGRAPHICS® Centurion XV Software* (version 15.2.11.0). Statistical Graphics Corp., Warrenton, Virginia.
256. Staut M., Mikoš M. (2008): *Spremembe intenzivnosti erozije v porečju Dragonje v drugi polovici 20. Stoletja*. Series historia naturalis 18(1): 137–152.
257. Stefanović V. (1986): *Fitocenologija sa pregledom šumskih fitocenoza Jugoslavije*, Svjetlost, OOUR Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo (269).
258. Steffen W., Grinevald J., Crutzen P., McNeill, J. (2011) *The Anthropocene: conceptual and historical perspectives*, Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences 369: 842–867.
259. Steiner F.R. (2008): *The Living Landscape*. Island press (496).
260. Stošić, M., Lazarević, D. (2009): *Country pasture/forage resource profiles: Republic of Serbia*, Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (36).
261. Škorić A., Filipovski G., Ćirić M. (1985): *Klasifikacija zemljišta Jugoslavije*. Posebno izdanje Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Odjelo prirodnih i matematičkih nauka, LXXVIII, Sarajevo.

262. Tanasijević Đ., Jeremić M., Filipović Đ., Aleksić Ž., Nikodijević V., Antonović G., Spasojević M. (1963): *Pedološka karta 1:50000, list Vardište 4*. Institut za poučavanje zemljišta Topčider, Beograd.
263. Tazioli A. (2009): *Evaluation of erosion in equipped basins: preliminary results of a comparison between the Gavrilovic model and direct measurements of sediment transport*. Environmental Geology 56: 825–831.
264. Tinker D.B., Catherine . Resor C.A.C., Beauvais G.P., Kipfmueller K.F., Fernandes C. I., Baker W.L. (1998): *Watershed analysis of forest fragmentation by clearcuts and roads in a Wyoming forest*. Landscape Ecology 13: 149–165.
265. Titus J., Tsuyuzaki S. (1998): *Ski slope vegetation at Snoqualmie Pass, Washington State, USA, and a comparison with ski slope vegetation in temperate coniferous forest zones*. Ecological Research 13(2): 97–104.
266. Titus J., Tsuyuzaki S. (1999): *Ski Slope Vegetation of Mount Hood, Oregon, U.S.A*. Arctic, Antarctic, and Alpine Research 31(3): 283–292.
267. Titus J.H., Landau F. (2003): *Ski slope vegetation of Lee canyon, Nevada, USA*. The Southwestern Naturalist 48(4): 491–504.
268. Tomić Z., Rakonjac Lj. (2013): *Šumske fitocenoze Srbije*. Univerzitet Singidunim, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Institut za šumarstvo, Beograd (177).
269. Tongway D.J., Ludwig J.A. (2009): *Landscape dynamic*. The Princeton Guide to Ecology (Ed S. Levin), Princeton University Press: 425–430 (842).
270. Trimble, G. R., Howard W.L. (1956): *The role of forest humus in watershed management in New England*. Station Paper NE-85. Upper Darby, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station (34).
271. Troendle C. A., King R. M. (1985): *The effect of timber harvest on the Fool Creek watershed, 30 years later*. Water Resources Research 21(12): 1915–1922.
272. Tsuyuzaki S. (1990): *Species Composition and Soil Erosion on a Ski Area in Hokkaido, Northern Japan*. Environmental Management 14(2): 203–207.
273. Tsuyuzaki S. (1994): *Environmental Deterioration Resulting from Ski-resort Construction in Japan*. Environmental Conservation 21(2): 121–125.

274. Tsuyuzaki S. (1995): *Ski Slope Vegetation in Central Honshu, Japan*. Environmental Management 19(5): 773–777.
275. Tsuyuzaki S. (2002): *Vegetation development patterns on ski slopes in lowland Hokkaido, northern Japan*. Biological Conservation 108: 239–246.
276. Tsuyuzaki S. (2005): *Miscanthus sinensis grassland is an indicator plant community to predict forest regeneration and development on ski slopes in Japan*. Ecological Indicators 5: 109–115.
277. Turner B.L., Meyer W.B., Skole D.L. (1994): *Global Land-Use/Land-Cover Change: Towards an Integrated Study*, Integrating Earth System Science, Ambio 23(1): 91–95.
278. Turner M.G. (1989): *Landscape ecology: The effect of pattern on process*. Annual Review of Ecology and Systematics 20: 171–197.
279. Turner M.G., Gardner R. H., O'Neill R. V. (2001): *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. Springer (414).
280. Turner M.G., Chapin F.S. III (2005): *Causes and consequences of spatial heterogeneity in ecosystem function*. Ecosystem function in heterogeneous landscapes (Ed. G. Lovett, C. Jones, M. Turner, K. Weathers), Springer: 9–30 (507).
281. UNEP – United Nations Environment Programme (1992): *Agenda 21*. United Nations Conference on Environment & Development, Rio De Janeiro, Brazil.
282. UNEP – United Nations Environment Programme (2007): *Tourism and Mountains: A Practical Guide to Managing the Environmental and Social Impacts of Mountain Tours*. Tour Operators' Initiative Secretariat c/o World Tourism Organisation (29).
283. Urbanska K.M. (1997): *Restoration ecology research above the timberline: Colonization of safety islands on a machine-graded alpine ski run*. Biodiversity and Conservation 6: 1655–1670.
284. Urbanska K.M., Erdt S., Fattorini M. (1998): *Seed rain in natural grassland and adjacent ski run in the Swiss Alps: A preliminary report*. Restoration Ecology 6(2): 159–165.

285. Uuemaa E., Antrop M., Roosaare J., Marja R., Mandrer U. (2009): *Landscape metric and indices: An overview of their use in landscape research*. Living Reviews in Landscape Research 3: 1–28.
286. Vanat L. (2011): *International report on mountain tourism - Overview of the key industry figures for ski resorts*. l'Institut de la Montagne, France (72).
287. Vasiljević N. (2005): *Funkcije nekih manastirskih šuma u Nacionalnom parku Fruška Gora*. Magistraski rad, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu (164).
288. Vente de J., Poesen J. (2005): *Predicting soil erosion and sediment yield at the basin scale: Scale issues and semi-quantitative models*. Earth-Science Reviews 71: 95–125.
289. Visser H., Nijs de T. (2006): *The Map Comparison Kit*. Environmental Modelling & Software 21: 346–358.
290. Wagener T., Bloschl G., Goodrich D. C., Gupta H. V., Sivapalan M., Tachikawa Y., Troch P. A., Weiler M. (2013): *A synthesis framework for runoff prediction in ungauged basins*. Runoff Prediction in Ungauged Basins: Synthesis across Processes, Places and Scales (Ed. G. Bloschl, M. Sivapalan, T. Wagener, A. Viglione, H.Savenije), Cambridge University Press (465).
291. Walter S. (2001): *Climate Change and the Skiing Industry: Impacts and Potential Responses*. Research Seminar at the Arctic Studies Programme (Ed. J Moore) (23).
292. Wanek W.J. (1971): *Snowmobile impacts on vegetation, temperatures, and soil microbes*. Snowmobile and off-road vehicle research symposium (Ed. M. Chubb), Michigan State University, East Lansing: 116–129.
293. Wanek W.J. (1974): *A continuing study of the ecological impacts of snowmobiling in northern Minnesota*. Final report for 1973/74, Center for Environmental Studies, Bemidji State College, Bemidji, Minn. (54).
294. Wasson R.J. (2002): *What approach to the modelling of catchment scale erosion and sediment transport should be adopted?* Modelling Erosion, Sediment Transport and Sediment Yield (Ed W. Summer, D.E. Walling), IHP-VI Technical Documents in Hydrology (UNESCO), Paris (11).
295. Watson A. (1979): *Bird and Mammal Numbers in Relation to Human Impact at Ski Lifts on Scottish Hills*. Journal of Applied Ecology 16(3): 753–764.

296. Wemple B., Shanley J., Denner J., Ross D., Mills K. (2007): *Hydrology and water quality in two mountain basins of the northeastern US: assessing baseline conditions and effects of ski area development*. Hydrological processes 21: 1639–1650.
297. Wipf S., Rixen C., Fischer M., Schmid B., Stoeckli V. (2005): *Effects of ski piste preparation on alpine vegetation*. Journal of Applied Ecology 42: 306–316.
298. Wischmeier W.H., Smith D.D. (1978): *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning*. Agriculture Handbook 537. USDA/Science and Education Administration, US. Govt. Printing Office, Washington (58).
299. Wood T.F. (1987) *Methods for assessing relative risk of damage to soils and vegetation arising from winter sports development in the Scottish highlands*. Journal of Environmental Management 25: 253–270.
300. Wrbka T., Szerencsits E., Reiter K., Kiss A. (1999): *Identifying sustainable land-use by describing landscape structure. A case study in alpine and lowland agricultural landscapes of Austria*. Transactions on Ecology and the Environment 27: 209–224.
301. Wu J. (2009): *Ecological dynamic in fragmented landscapes*. The Princeton Guide to Ecology (Ed. S. Levin), Princeton University Press: 438–444 (842).
302. Wu J. (2013a): *Key concepts and research topics in landscape ecology revisited: 30 years after the Allerton Park workshop*. Landscape Ecology 28: 1–11.
303. Wu J. (2013b): *Landscape, hydrological and social factors affecting water quantity and quality in urban headwater streams of central Iowa*, PhD dissertation, Iowa State University (168).
304. Wu J., Hobbs R. (2002): *Key issues and research priorities in landscape ecology: An idiosyncratic synthesis*. Landscape Ecology 17: 355–365.
305. Young R.A., Onstad C.A., Bosch D.D., Anderson W.P. (1989): *AGNPS: A nonpoint-source pollution model for evaluating agricultural watersheds*. Journal of soil and water conservation 44(2): 168–173.
306. Zorn M. (2009a): *Erosion processes in Slovene Istria – part 1: Soil erosion*. Acta geographica Slovenica 49(1): 39–87.
307. Zorn M. (2009b): *Erosion processes in Slovene Istria – part 2: Badlands*, Acta geographica Slovenica 49(2): 291–341.

308. Zorn M., Komac B. (2009): *Response of Soil Erosion to Land Use Change with Particular Reference to the Last 200 Years (Julian Alps, Western Slovenia)*. IAG Regional Conference on Geomorphology: Landslides, Floods and Global Environmental Change in Mountain Regions, Brasov, Romania, *Revista de geomorfologie* 11: 39–47.
309. Zorn M., Komac B., Gabrovec M. (2007): *Influence of land use changes on erosion in the Slovenian Alps*. *Man in the landscape across frontiers*, IGU-LUCC Central Europe Conference: 221–234.
310. Zorn, M., Komac, B., 2011: *The Importance of Measuring Erosion Processes on the Example of Slovenia*. *Hrvatski geografski glasnik* 73(2): 19–34.
311. Белановић С., Кнежевић М., Кадовић Р. (2003): *Статус ацидификације и тешки метали у дистричним земљиштима Старе планине*, Шумарство 3-4: 31–40.
312. Белановић С., Кошанин О. (2005): *Изменљиви катјони у неким земљиштима Старе планине*, Гласник Шумарског факултета 91: 63–76.
313. Васиљевић Н. (2012): *Планирање предела као инструмент просторног развоја Србије*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду Шумарски факултет (224).
314. Ђорђевић А., Кнежевић М., Томић З., Голубовић С., Оњија А., Животић Љ., Николић Н. (2011): *Методологија за систематско праћење квалитета и стања земљишта у Републици Србији*. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун (180).
315. Ђорђевић Д., Дабовић Т. (2007): *Велике дилеме просторног планирања*. Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ 57: 55–60.
316. Ђоровић М. (1984): *Одређивање хидролошке групе земљишта при дефинисању отицања у методи SCS*. *Водопривреда* 87: 57–60.
317. Живковић Н. (2009): *Просечни годишњи и сезонски отицаји река у Србији*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду Географски факултет (175).
318. Живковић Н., Смиљанић С. (2005): *Изотермна карта источне Србије*, Гласник Српског географског друштва. LXXXV/1: 31–38.

319. Јанковић, Д (1994): *Карактеристике јаких киша за територију Србије*. Грађевински календар, Београд.
320. Кошанин О., Кнежевић М. (2006): *Едафски услови неких храстових заједница на силикатним супстратима Србије*. Шумарство 58(4): 47–58.
321. Лазаревић Р. (2009): *Ерозија у Србији*. Желнид, Београд (294).
322. Миловановић Б. (2010): *Клима Старе планине*. Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, Република Србија (135).
323. Мишић, В. (1996): *Флора Старе планине*. Завод за заштиту природе Србије, Београд.
324. Никић З., Павловић Р. (2012): *Хидрогеологија са геоморфологијом*. Универзитет у Београду Шумарски факултет (404).
325. Обратов-Петковић Д., Поповић И., Белановић С., Перовић М., Кошанин О. (2006): *Диверзитет MAPs у неким фитоценозама Старе планине*. Гласник Шумарског факултета 94: 231–256.
326. Ристић Р. (2000): *Режим појаве и карактеристике великих вода на бујичним сливовима у Србији*. Докторска дисертација, Шумарски факултет Универзитета у Београду (155).
327. Ристић Р., Малошевић Д. (2011): *Хидрологија бујичних токова*, Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд (221).
328. Ристић Р., Мацан Г. (2002): *Истраживање процеса интерцепције у буково-јеловој састојини на планини Гоч*, Гласник Шумарског факултета 86: 181–188.
329. Ристић Р., Радић Б., Васиљевић Н. (2009): *Рестаурација еродираних површина у ски-центрима Србије*, Гласник Шумарског факултета 100: 31–54.
330. Ристић, Р. (2003): *Време кашњења отицаја на бујичним сливовима у Србији*, Гласник Шумарског факултета 87: 51–65.
331. Ршумовић Р., Милојевић М., Лазаревић М. (1991): *Златибор – географска студија*. Српска академија наука и уметности – Одељење друштвених наука, Београд [DCVII] (288).
332. Сл. гласник РС. (2006): *Закон о јавним скијалиштима*. Службени гласник Републике Србије 46/2006; ЈП „Службени гласник“, Београд.



333. Сл. гласник РС. (2009): *Закон о процени утицаја на животну средину*. Службени гласник Републике Србије 135/2004, 36/2009; ЈП „Службени гласник“, Београд.
334. Сл. гласник РС. (2009): *Уредба о заштити Парка природе „Стара планина“*. Службени гласник Републике Србије 19/1997, 23/2009; ЈП „Службени гласник“, Београд.
335. Сл. гласник РС. (2010): *Закон о стратешкој процени утицаја на животну средину*. Службени гласник Републике Србије 135/2004, 88/2010; ЈП „Службени гласник“, Београд.
336. Сл. гласник РС. (2011): *Закон о заштити животне средине*. Службени гласник Републике Србије 135/2004, 36/2009, 72/2009, 43/2011; ЈП „Службени гласник“, Београд.
337. Сл. гласник РС. (2011): *Закон о заштити природе*. Службени гласник Републике Србије 135/2004, 36/2009, 36/2009, 72/2009, 43/2011; ЈП „Службени гласник“, Београд.
338. Татић Б., Томић З. (2006): *Шуме црног и белог бора, Базифилне шуме борова*. Вегетација Србије II – Шумске заједнице 2 (ур. Д.М. Шкорић), Српска академија наука и уметности, Одељење хемијских и биолошких наука, Београд: 127-150 (369)
339. Томић З. (2004): *Шумарска фитоценологија*. Шумарски факултет Универзитета у Београду (261).
340. Тошић Р., Славољуб Д. (2012): *Иновирање методологије за одређивање коефицијента ерозије (Z)*. Гласник Српског географског друштва 92(1): 11–26.
341. Цвејић Ј., Васиљевић Н., Тутунџић А. (2008): Типологија предела Београда за потребе примене Европске конвенције о пределима. Универзитет у Београду Шумарски факултет, Град Београд – Градска управа, Секретаријат за заштиту животне средине, Београд (109).
342. Цвијић Ј. (1926): *Геоморфологија 1-2*. [издање 1991] Завод за уџбенике и наставна средства, Београд (584).

## **ПРИЛОГА**

**Табела А.1.1.** Метрика растера **PN** на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде (Стара планина)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка 01	2	10	2	10	0	0
Козарничка 02	2	9	5	9	150	0
Козарничка 03	3	18	6	18	100	0
Козарничка 04	5	38	8	38	60	0
Козарничка 05	10	65	13	65	30	0
Дебештичка 01	6	17	6	17	0	5.88
Дебештичка 02	3	15	3	20	33.33	46.67
Дебештичка 03	7	29	7	34	14.29	20.69
Товарничка 01	8	21	8	21	0	0
Товарничка 02	9	43	9	41	0	-4.65
Засковачка 01	15	4	15	4	0	0
Засковачка 02	7	15	7	18	0	20
Засковачка 03	19	19	19	22	0	15.79
Засковачка 04	2	16	2	17	0	6.25
Засковачка 05	19	27	19	30	0	11.11
Засковачка 06	22	39	22	42	0	7.69
Рекитска 01	2	10	2	10	0	0
Рекитска 02	6	16	6	16	0	0
Рекитска 03	5	23	5	23	0	0
Рекитска 04	8	27	8	27	0	0

**Табела А.1.2.** Метрика растера **PN** на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде (Златибор)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки 01	4	52	5	51	25.00	-1.92
Станковачки 02	15	56	25	59	66.67	5.36
Станковачки 03	16	98	23	101	43.75	3.06

**Табела А.2.1.** Метрика вектора **PN** на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде (Стара планина)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка 01	7	13	8	14	14.29	7.69
Козарничка 02	4	11	14	10	250	-9.09
Козарничка 03	8	22	18	22	125.00	0
Козарничка 04	8	47	20	47	150	0
Козарничка 05	21	88	33	87	57.14	-1.14
Дебештичка 01	10	30	12	30	20	0
Дебештичка 02	6	20	10	22	66.67	10
Дебештичка 03	11	40	16	42	45.45	5.00
Товарничка 01	19	37	15	30	-21.05	-18.92
Товарничка 02	36	78	30	68	-16.67	-12.82
Засковачка 01	21	6	21	10	0	66.67
Засковачка 02	8	15	8	23	0	53.33
Засковачка 03	26	19	26	28	0	47.37
Засковачка 04	4	19	4	20	0	5.26
Засковачка 05	27	32	27	41	0	28.13
Засковачка 06	33	39	33	48	0	23.08
Рекитска 01	8	17	19	24	137.50	41.18
Рекитска 02	13	21	19	23	46.15	9.52
Рекитска 03	13	35	26	41	100	17.14
Рекитска 04	17	48	36	64	111.76	33.33

**Табела А.2.2. Метрика вектора PN на нивоу класе за предеоне елементе шуме и ливаде (Златибор)**

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2007		промена [%]	
Станковачки 01	30	81	35	85	16.67	4.94
Станковачки 02	22	58	48	70	118.18	20.69
Станковачки 03	42	126	73	143	73.81	13.49

**Табела А.3.1. Метрика растера и вектора PN на предеоном нивоу (Стара планина)**

	PN растер 2001	PN растер 2008	PN растер Промена [%]	PN вектор 2001	PN вектор 2008	PN вектор Промена [%]
Козарничка 01	15	15	0.00	25	30	20
Козарничка 02	15	34	126.67	29	72	148.28
Козарничка 03	31	54	74.19	45	91	102.22
Козарничка 04	53	70	32.08	71	119	67.61
Козарничка 05	91	104	14.29	134	181	35.07
Дебештичка 01	27	29	7.41	47	52	10.64
Дебештичка 02	23	42	82.61	32	46	43.75
Дебештичка 03	41	57	39.02	58	76	31.03
Товарничка 01	37	36	-2.70	70	62	-11.43
Товарничка 02	72	70	-2.78	145	129	-11.03
Засковачка 01	20	22	10.00	29	37	27.59
Засковачка 02	24	45	87.50	27	45	66.67
Засковачка 03	42	63	50.00	50	70	40
Засковачка 04	20	22	10.00	25	29	16.00
Засковачка 05	51	72	41.18	66	87	31.82
Засковачка 06	69	90	30.43	80	102	27.50
Рекитска 01	12	16	33.33	29	55	89.66
Рекитска 02	23	26	13.04	38	49	28.95
Рекитска 03	30	35	16.67	53	76	43.40
Рекитска 04	37	43	16.22	74	114	54.05

**Табела А.3.2. Метрика растера и вектора PN на предеоном нивоу (Златибор)**

	PN растер 1982	PN растер 2008	PN растер Промена [%]	PN вектор 1982	PN вектор 2008	PN вектор Промена [%]
Станковачки 01	68	81	19.12	127	150	18.11
Станковачки 02	70	151	115.71	95	185	94.74
Станковачки 03	141	195	38.30	208	281	35.10

**Табела А.4.1. Метрика растера PD на нивоу класе (No/km<sup>2</sup>) (Стара планина)**

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка 01	1.79	8.94	1.79	8.94	0	0
Козарничка 02	0.92	4.14	2.30	4.14	150	0
Козарничка 03	0.91	5.47	1.82	5.47	100	0
Козарничка 04	1.09	8.26	1.74	8.26	60	0
Козарничка 05	1.19	7.74	1.55	7.74	30	0
Дебештичка 01	2.32	6.57	2.32	6.57	0	0
Дебештичка 02	1.15	5.75	1.15	7.67	0	33.33
Дебештичка 03	1.35	5.58	1.35	6.54	0	17.24
Товарничка 01	3.51	9.22	3.51	9.22	0	0
Товарничка 02	1.97	9.40	1.97	8.97	0	-4.65
Засковачка 01	8.89	2.37	8.89	2.37	0	0
Засковачка 02	4.98	10.68	4.98	12.82	0	20
Засковачка 03	5.99	6.00	5.99	6.94	0	15.79
Засковачка 04	1.18	9.46	1.18	10.05	0	6.25
Засковачка 05	3.88	5.51	3.88	6.12	0	11.11
Засковачка 06	3.83	6.78	3.83	7.30	0	7.69
Рекитска 01	1.42	7.11	1.42	7.11	0	0

Рекитска 02	4.08	10.87	4.08	10.87	0	0
Рекитска 03	1.71	7.86	1.71	7.86	0	0
Рекитска 04	1.65	5.57	1.65	5.57	0	0

**Табела А.4.2.** Метрика растера **PD** на нивоу класе (Златибор)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки 01	2.07	26.93	2.59	26.41	25.12	-1.93
Станковачки 02	5.54	20.68	9.23	21.78	66.61	5.32
Станковачки 03	3.44	21.08	4.95	21.73	43.90	3.08

**Табела А.5.1.** Метрика вектора за **PD** на нивоу класе (Стара планина)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка 01	6.26	11.63	7.16	12.52	14.29	7.69
Козарничка 02	1.84	5.06	6.44	4.60	250	-9.09
Козарничка 03	2.43	6.68	5.47	6.68	125.00	0
Козарничка 04	1.74	10.22	4.35	10.22	150	0
Козарничка 05	2.50	10.48	3.93	10.37	57.14	-1.14
Дебештичка 01	3.86	11.59	4.64	11.59	20	0
Дебештичка 02	2.30	7.67	3.83	8.43	66.67	10
Дебештичка 03	2.12	7.70	3.08	8.08	45.45	5.00
Товарничка 01	8.34	16.24	6.58	13.17	-21.05	-18.92
Товарничка 02	7.87	17.06	6.56	14.87	-16.67	-12.82
Засковачка 01	12.45	3.56	12.45	5.93	0	66.67
Засковачка 02	5.70	10.68	5.70	16.38	0	53.33
Засковачка 03	8.20	6.00	8.20	8.84	0	47.37
Засковачка 04	2.37	11.24	2.37	11.83	0	5.26
Засковачка 05	5.51	6.53	5.51	8.36	0	28.13
Засковачка 06	5.74	6.78	5.74	8.34	0	23.08
Рекитска 01	5.69	12.09	13.51	17.07	137.50	41.18
Рекитска 02	8.83	14.27	12.91	15.63	46.15	9.52
Рекитска 03	4.44	11.96	8.88	14.01	100	17.14
Рекитска 04	3.51	9.90	7.43	13.20	111.76	33.33

**Табела А.5.2.** Метрика вектора **PD** на нивоу класе (Златибор)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки 01	15.51	41.88	18.10	43.95	16.70	4.94
Станковачки 02	8.13	21.43	17.74	25.87	118.20	20.72
Станковачки 03	9.04	27.11	15.70	30.76	73.67	13.46

**Табела А.6.1.** Метрика **PD** на предеоном нивоу (Стара планина)

	PD растер	PD растер	PD растер	PD вектор	PD вектор	PD вектор
	2001	2008	Промена [%]	2001	2008	Промена [%]
Козарничка 01	13.42	13.42	0.00	22.36	26.83	20
Козарничка 02	6.90	15.64	126.67	13.34	33.12	148.28
Козарничка 03	9.42	16.40	74.19	13.67	27.64	102.22
Козарничка 04	11.52	15.22	32.08	15.44	25.88	67.61
Козарничка 05	10.84	12.39	14.29	15.97	21.57	35.07
Дебештичка 01	10.43	11.21	7.41	18.16	20.09	10.64
Дебештичка 02	8.82	16.10	82.61	12.27	17.63	43.75
Дебештичка 03	7.89	10.97	39.02	11.16	14.63	31.03
Товарничка 01	16.24	15.80	-2.70	30.73	27.22	-11.43
Товарничка 02	15.74	15.31	-2.78	31.71	28.21	-11.03
Засковачка 01	11.86	13.04	10.00	17.19	21.93	27.59
Засковачка 02	17.09	32.05	87.50	19.23	32.05	66.67
Засковачка 03	13.25	19.88	50.00	15.78	22.09	40

Засковачка 04	11.83	13.01	10.00	14.78	17.15	16.00
Засковачка 05	10.40	14.68	41.18	13.46	17.74	31.82
Засковачка 06	12.00	15.65	30.43	13.91	17.73	27.50
Рекитска 01	8.53	11.38	33.33	20.63	39.12	89.66
Рекитска 02	15.63	17.66	13.04	25.82	33.29	28.95
Рекитска 03	10.25	11.96	16.67	18.11	25.97	43.40
Рекитска 04	7.63	8.87	16.22	15.27	23.52	54.05

**Табела А.6.2. Метрика PD на предеоном нивоу (Златибор)**

	PN растер 1982	PN растер 2008	PN растер Промена [%]	PN вектор 1982	PN вектор 2008	PN вектор Промена [%]
Станковачки 01	35.16	41.88	19.12	65.67	77.56	18.11
Станковачки 02	25.87	55.80	115.71	35.11	68.36	94.74
Станковачки 03	30.33	41.95	38.30	44.75	60.45	35.08

**Табела А.7.1. Метрика растера AREA\_MN на нивоу класе (Стара планина)**

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка 01	44.16	1.86	44.1	1.86	-0.14	0
Козарничка 02	96.3	2.32	32.78	2.01	-65.96	-13.36
Козарничка 03	93.64	2.19	42.02	2.04	-55.13	-6.85
Козарничка 04	76.82	1.76	44.31	1.69	-42.32	-3.98
Козарничка 05	63.1	2.97	46.26	2.93	-26.69	-1.35
Дебештичка 01	33.3	3.39	33.25	3.22	-0.15	-5.01
Дебештичка 02	63.09	4.77	45.73	2.88	-27.52	-39.62
Дебештичка 03	55.58	4.45	47.76	3.45	-14.07	-22.47
Товарничка 01	18.42	3.09	18.24	3.25	-0.98	5.18
Товарничка 02	35.3	2.63	35.14	2.94	-0.45	11.79
Засковачка 01	2.44	32.67	2.44	32.68	0	-0.55
Засковачка 02	6.7	4.39	6.7	4.77	0	-29.31
Засковачка 03	4.77	9.56	4.77	10.11	0	-19.26
Засковачка 04	48.44	4.12	48.44	4.12	0	-7.62
Засковачка 05	10.09	9.34	10.09	9.74	0	-14.94
Засковачка 06	10.75	7.62	10.75	7.85	0	-11.60
Рекитска 01	49.26	4.2	49.26	3.86	0	-8.1
Рекитска 02	15.31	3.46	15.31	3.44	0	-0.58
Рекитска 03	38.86	4.27	38.86	4.11	0	-3.75
Рекитска 04	32.21	8.33	32.21	8.15	0	-2.16

**Табела А.7.2. Метрика растера AREA\_MN на нивоу класе (Златибор)**

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки 01	39.36	0.65	37.60	0.65	-4.47	0.00
Станковачки 02	12.89	1.32	7.02	1.19	-45.54	-9.85
Станковачки 03	21.92	1.10	14.17	1.03	-35.36	-6.36

**Табела А.8.1. Метрика вектора AREA\_MN на нивоу класе (Стара планина)**

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме*	Ливаде*
	2001		2011		промена [%]	
Козарничка 01	12.55	1.42	10.85	1.31	-13.55	-7.75
Козарничка 02	47.97	1.83	11.61	1.75	-75.80	-4.37
Козарничка 03	34.97	1.76	13.85	1.63	-60.39	-7.39
Козарничка 04	47.73	1.41	17.47	1.35	-63.40	-4.26
Козарничка 05	29.96	2.18	18.07	2.17	-39.69	-0.46
Дебештичка 01	19.87	1.90	16.43	1.84	-17.30	-3.02
Дебештичка 02	31.44	3.58	18.11	2.87	-42.41	-19.75
Дебештичка 03	35.21	3.21	23.64	2.82	-32.86	-12.12
Товарничка 01	7.77	1.72	9.72	2.23	25.10	29.65

Товарничка_02	8.81	1.43	10.51	1.75	19.30	22.38
Засковачка_01	1.71	21.98	1.71	13.08	0	-40.50
Засковачка_02	5.91	6.16	5.91	3.39	0	-44.96
Засковачка_03	3.48	11.84	3.48	7.48	0	-36.84
Засковачка_04	24.28	3.75	24.28	3.50	0	-6.69
Засковачка_05	7.10	9.26	7.10	6.82	0	-26.40
Засковачка_06	7.17	8.61	7.17	6.64	0	-22.85
Рекитска_01	12.26	2.45	5.02	1.58	-59.05	-35.51
Рекитска_02	7.02	2.64	4.75	2.39	-32.34	-9.47
Рекитска_03	14.85	2.81	7.28	2.29	-50.98	-18.51
Рекитска_04	15.08	4.68	6.99	3.42	-53.65	-26.92

Табела А.8.2. Метрика вектора **AREA\_MN** на нивоу класе (Златибор)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки_01	5.21	0.41	4.26	0.38	-18.23	-7.32
Станковачки_02	8.78	1.25	3.66	0.98	-58.31	-21.60
Станковачки_03	8.32	0.85	4.45	0.72	-46.51	-15.29

Табела А.9.1. Метрика **AREA\_MN** на предеоном нивоу (Стара планина)

	AREA_MN растер 2001	AREA_MN растер 2008	AREA_MN растер Промена [%]	AREA_MN вектор 2001	AREA_MN вектор 2008	AREA_MN вектор Промена [%]
Козарничка_01	7.46	6.22	-16.62	4.47	3.73	-16.55
Козарничка_02	11.45	7.77	-32.14	7.50	3.02	-59.73
Козарничка_03	10.63	7.66	-27.94	7.32	3.62	-50.55
Козарничка_04	8.68	6.97	-19.70	6.48	3.86	-40.43
Козарничка_05	9.22	8.07	-12.47	6.26	4.64	-25.88
Дебештичка_01	9.58	8.94	-6.68	5.51	4.98	-9.69
Дебештичка_02	13.73	6.23	-54.62	8.15	5.67	-30.41
Дебештичка_03	12.67	8.12	-35.91	8.96	6.84	-23.69
Товарничка_01	6.16	5.84	-5.19	3.25	3.67	12.92
Товарничка_02	6.35	6.53	2.83	3.15	3.54	12.38
Засковачка_01	8.44	6.75	-20.02	5.82	4.56	-21.66
Засковачка_02	5.62	3.27	-41.81	5.20	3.12	-40
Засковачка_03	7.55	5.03	-33.38	6.34	4.53	-28.58
Засковачка_04	8.45	6.76	-20	6.77	5.83	-13.84
Засковачка_05	9.61	6.54	-31.95	7.43	5.64	-24.15
Засковачка_06	8.46	6.25	-26.12	7.19	5.64	-21.57
Рекитска_01	11.71	8.78	-25.02	4.85	2.56	-47.22
Рекитска_02	6.69	5.66	-15.40	3.87	3.00	-22.48
Рекитска_03	10.45	8.6	-17.70	5.52	3.85	-30.25
Рекитска_04	13.45	11.26	-16.28	6.55	4.25	-35.11

Табела А.9.2. Метрика **AREA\_MN** на предеоном нивоу (Златибор)

	PN растер 1982	PN растер 2008	PN растер Промена [%]	PN вектор 1982	PN вектор 2008	PN вектор Промена [%]
Станковачки_01	3.06	2.76	-9.80	1.52	1.29	-15.13
Станковачки_02	2.88	2.24	-22.22	2.46	1.64	-33.33
Станковачки_03	3.30	2.78	-15.76	2.23	1.65	-26.01

**Табела А.10.1.** Метрика вектора **AREA\_MD** на нивоу класе (Стара планина)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме*	Ливаде*
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка 01	0.16	0.71	2.22	0.55	1248.54	-22.07
Козарничка 02	49.65	0.41	0.38	0.51	-99.23	23.79
Козарничка 03	4.30	0.65	0.24	0.55	-94.48	-14.82
Козарничка 04	10.19	0.59	0.25	0.55	-97.60	-5.98
Козарничка 05	0.21	0.52	0.23	0.52	6.05	-0.93
Дебештичка 01	0.30	0.48	0.28	0.56	-6.67	16.67
Дебештичка 02	0.05	0.28	1.75	0.39	3400	39.29
Дебештичка 03	0.23	0.39	0.83	0.52	260.87	33.33
Товарничка 01	0.14	0.18	0.25	0.19	75.61	5.29
Товарничка 02	0.11	0.34	0.14	0.34	21.94	-1.54
Засковачка 01	0.29	0.69	0.29	0.53	0	-23.19
Засковачка 02	0.21	0.14	0.21	0.25	0	78.57
Засковачка 03	0.25	0.26	0.25	0.28	0	7.69
Засковачка 04	0.03	0.30	0.03	0.36	0	20
Засковачка 05	0.20	0.22	0.20	0.26	0	18.18
Засковачка 06	0.20	0.30	0.20	0.36	0	20
Рекитска 01	4.74	0.17	4.77	0.19	0.65	9.22
Рекитска 02	0.10	0.32	0.22	0.46	112.92	42.28
Рекитска 03	0.12	0.24	1.83	0.32	1422.80	34.40
Рекитска 04	0.17	0.33	0.38	0.32	123.23	-1.76

**Табела А.10.2.** Метрика вектора **AREA\_MD** на нивоу класе (Златибор)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки 01	0.12	0.17	0.22	0.15	83.33	-11.76
Станковачки 02	0.10	0.13	0.19	0.13	90.00	0.00
Станковачки 03	0.11	0.16	0.21	0.15	90.91	-6.25

**Табела А.10.3.** Метрика **AREA\_MD** на предеоном нивоу (Стара планина)

	AREA_MD	AREA_MD	AREA_MD
	2001	2008	Промена [%]
Козарничка 01	0.59	0.55	-6.78
Козарничка 02	0.24	0.24	0
Козарничка 03	0.55	0.27	-50.91
Козарничка 04	0.55	0.37	-32.73
Козарничка 05	0.43	0.37	-13.95
Дебештичка 01	0.37	0.45	21.62
Дебештичка 02	0.15	0.45	200
Дебештичка 03	0.38	0.52	36.84
Товарничка 01	0.20	0.20	0
Товарничка 02	0.27	0.25	-4.57
Засковачка 01	0.34	0.29	-14.71
Засковачка 02	0.14	0.14	0
Засковачка 03	0.24	0.24	0
Засковачка 04	0.22	0.22	0
Засковачка 05	0.21	0.20	-4.76
Засковачка 06	0.23	0.21	-8.70
Рекитска 01	0.22	0.34	54.55
Рекитска 02	0.23	0.23	0
Рекитска 03	0.24	0.34	41.67
Рекитска 04	0.30	0.33	10



**Табела А.10.4. Метрика вектора AREA\_MD на нивоу класе (Златибор)**

	AREA_MD 1982	AREA_MD 2008	AREA_MD Промена [%]
Станковачки 01	0.16	0.16	0.00
Станковачки 02	0.11	0.13	18.18
Станковачки 03	0.13	0.15	15.38

**Табела А.11.1. Метрика растера AREA\_SD на нивоу класе (Стара планина)**

	Шуме		Ливаде		промена [%]	
	2001		2008		Шуме	Ливаде
Козарничка 01	44.1	2.39	44.02	2.39	-0.18	0
Козарничка 02	96.14	3.69	64.15	3.09	-33.27	-16.26
Козарничка 03	132.26	3.99	92.66	3.57	-29.94	-10.53
Козарничка 04	153	3.13	116.09	2.87	-24.12	-8.31
Козарничка 05	189	10.8	159.01	10.72	-15.87	-0.74
Дебештичка 01	74.2	6.37	74.06	6.30	-0.19	-1.10
Дебештичка 02	89.2	16.5	75.00	9.73	-15.92	-41.03
Дебештичка 03	136	15.2	123.39	10.78	-9.27	-29.08
Товарничка 01	39.9	8.15	39.93	8.83	0.08	8.34
Товарничка 02	91.2	6.17	91.27	6.99	0.08	13.29
Засковачка 01	6.68	56.1	6.68	55.78	0	-0.57
Засковачка 02	15.9	22.3	15.91	15.97	0.06	-28.39
Засковачка 03	17.9	49.2	17.85	41.63	-0.28	-15.39
Засковачка 04	48.4	12.6	48.36	11.84	-0.08	-6.03
Засковачка 05	40.4	51.5	40.42	45.06	0.05	-12.50
Засковачка 06	47	46.5	46.98	41.58	-0.04	-10.58
Рекитска 01	49.2	10.8	49.18	9.78	-0.04	-9.44
Рекитска 02	34	10.4	34.01	10.29	0.03	-1.06
Рекитска 03	77.6	16.2	77.57	15.41	-0.04	-4.88
Рекитска 04	84.8	38	84.81	37.12	0.01	-2.32

**Табела А.11.2. Метрика растера AREA\_SD на нивоу класе (Златибор)**

	Шуме		Ливаде		промена [%]	
	1982		2008		Шуме	Ливаде
Станковачки 01	68.08	1.36	65.03	1.37	-4.48	0.74
Станковачки 02	46.48	8.35	31.35	7.64	-32.55	-8.50
Станковачки 03	84.34	7.28	64.59	6.56	-23.42	-9.89

**Табела А.12.1. Метрика вектора AREA\_SD на нивоу класе (Стара планина)**

	Шуме		Ливаде		промена [%]	
	2001		2008		Шуме	Ливаде
Козарничка 01	25.97	2.09	16.37	2.05	-36.96	-1.96
Козарничка 02	39.57	3.06	22.15	2.61	-44.02	-14.98
Козарничка 03	56.10	3.39	27.17	3.02	-51.56	-10.98
Козарничка 04	61.70	2.58	33.35	2.34	-45.95	-9.13
Козарничка 05	82.51	8.37	62.26	8.37	-24.54	-0.07
Дебештичка 01	50.76	2.74	46.68	2.58	-8.03	-5.85
Дебештичка 02	54.05	11.34	43.19	5.34	-20.09	-52.89
Дебештичка 03	90.44	8.91	75.86	5.03	-16.12	-43.51
Товарничка 01	26.11	4.49	29.01	5.08	11.13	13.34
Товарничка 02	46.84	3.46	51.09	3.86	9.07	11.56
Засковачка 01	5.71	44.76	5.71	35.21	-0.03	-21.35
Засковачка 02	14.74	19.13	14.74	11.90	-0.02	-37.77
Засковачка 03	15.21	44.48	15.21	32.95	-0.03	-25.92
Засковачка 04	42.02	11.69	42.02	10.43	0.01	-10.79
Засковачка 05	34.06	43.83	34.06	34.84	0	-20.50
Засковачка 06	38.25	43.18	38.25	35.31	-0.01	-18.22
Рекитска 01	17.41	8.17	5.64	4.72	-67.59	-42.22

Рекитска_02	18.83	9.11	12.17	8.05	-35.40	-11.69
Рекитска_03	34.98	12.98	13.34	7.77	-61.86	-40.16
Рекитска_04	40.41	28.32	12.52	14.23	-69.01	-49.77

**Табела А.12.2.** Метрика вектора **AREA\_SD** на нивоу класе (Златибор)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки_01	14.31	0.69	11.44	0.68	-20.06	-1.45
Станковачки_02	38.79	7.45	11.94	4.21	-69.22	-43.49
Станковачки_03	34.76	5.41	12.46	3.13	-64.15	-42.14

**Табела А.13.1.** Метрика **AREA\_SD** на предеоном нивоу (Стара планина)

	AREA_SD растер 2001	AREA_SD растер 2008	AREA_SD растер Промена [%]	AREA_SD вектор 2001	AREA_SD вектор 2008	AREA_SD вектор Промена [%]
Козарничка_01	21.7	19.97	-7.97	14.73	9.61	-34.76
Козарничка_02	42.75	29.74	-30.43	21.96	10.81	-50.77
Козарничка_03	49.41	37.44	-24.23	27.04	13.28	-50.88
Козарничка_04	52.09	42.84	-17.76	25.49	15.11	-40.72
Козарничка_05	66.02	58.69	-11.10	34.90	27.97	-19.85
Дебештичка_01	37.55	36.26	-3.44	24.68	23.38	-5.27
Дебештичка_02	43.92	27.42	-37.57	27.48	21.56	-21.55
Дебештичка_03	60.8	46.84	-22.96	42.05	36.10	-14.16
Товарничка_01	20.61	20.25	-1.75	14.29	15.12	5.87
Товарничка_02	34.41	34.95	1.57	23.71	25.10	5.86
Засковачка_01	28.49	25.56	-10.28	22.50	19.51	-13.29
Засковачка_02	19.31	12.48	-35.37	16.50	10.81	-34.51
Засковачка_03	35.42	26.78	-24.39	29.85	23.00	-22.95
Засковачка_04	23.24	20.88	-10.15	21.11	19.35	-8.34
Засковачка_05	44.95	35.30	-21.47	37.59	30.66	-18.43
Засковачка_06	44.31	36.52	-17.58	38.96	32.67	-16.14
Рекитска_01	27.97	24.46	-12.55	12.01	4.93	-58.91
Рекитска_02	20.53	19.01	-7.40	13.15	9.50	-27.77
Рекитска_03	38.27	34.72	-9.28	20.98	10	-52.32
Рекитска_04	52.76	48.08	-8.87	30.32	12.95	-57.29

**Табела А.13.2.** Метрика **AREA\_SD** на предеоном нивоу (Златибор)

	AREA_SD растер 1982	AREA_SD растер 2008	AREA_SD растер Промена [%]	AREA_SD вектор 1982	AREA_SD вектор 2008	AREA_SD вектор Промена [%]
Станковачки_01	19.62	17.80	-9.28	7.27	5.79	-20.36
Станковачки_02	20.14	15.44	-23.34	18.45	7.20	-60.98
Станковачки_03	29.81	24.97	-16.24	16.47	7.02	-57.38

**Табела А.14.1.** Метрика растера **AREA\_CV** на нивоу класе (Стара планина)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка_01	99.82	128.81	99.82	128.81	0	0
Козарничка_02	99.83	159.23	195.68	153.42	96.01	-3.65
Козарничка_03	141.24	182.3	220.5	175.04	56.12	-3.98
Козарничка_04	199.79	177.77	262.02	169.78	31.15	-4.49
Козарничка_05	299.18	365.09	343.77	366.26	14.90	0.32
Дебештичка_01	222.75	188.04	222.75	195.44	0	3.94
Дебештичка_02	141.33	346.41	164.01	337.90	16.05	-2.46
Дебештичка_03	244.45	341.29	258.33	312.79	5.68	-8.35
Товарничка_01	216.71	263.97	219	271.76	1.06	2.95

Товарничка 02	258.43	234.12	259.72	237.54	0.50	1.46
Засковачка 01	274.09	170.75	274.09	170.73	0	-0.01
Засковачка 02	237.4	359.04	237.4	363.93	0	1.36
Засковачка 03	373.93	415.12	373.93	435.67	0	4.95
Засковачка 04	99.83	282.78	99.83	287.43	0	1.64
Засковачка 05	400.4	468.79	400.4	482.26	0	2.87
Засковачка 06	437.02	539.78	437.02	545.98	0	1.15
Рекитска 01	99.84	257.37	99.84	253.65	0	-1.45
Рекитска 02	222.2	299.89	222.2	299.4	0	-0.16
Рекитска 03	199.64	378.58	199.64	375.05	0	-0.93
Рекитска 04	263.31	456.35	263.31	455.2	0	-0.25

**Табела А.14.2.** Метрика растера **AREA\_CV** на нивоу класе (Златибор)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме промена [%]	Ливаде
	1982		2008			
Станковачки 01	172.97	210.34	172.96	210.90	-0.01	0.27
Станковачки 02	360.74	634.23	446.68	639.36	23.82	0.81
Станковачки 03	384.75	659.22	455.89	634.37	18.49	-3.77

**Табела А.15.1.** Метрика вектора **AREA\_CV** на нивоу класе (Стара планина)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме промена [%]	Ливаде
	2001		2008			
Козарничка 01	206.89	146.85	150.89	156.73	-27.06	6.73
Козарничка 02	82.48	167.67	190.73	149.24	131.25	-10.99
Козарничка 03	160.43	193.08	196.13	185.59	22.26	-3.88
Козарничка 04	129.28	182.65	190.88	173.61	47.65	-4.95
Козарничка 05	275.45	384.26	344.59	386.21	25.10	0.51
Дебештичка 01	255.42	144.34	284.08	140.01	11.22	-3.00
Дебештичка 02	171.93	316.42	238.57	185.95	38.76	-41.23
Дебештичка 03	256.84	277.27	320.91	178.42	24.94	-35.65
Товарничка 01	336.20	260.09	298.35	227.67	-11.26	-12.46
Товарничка 02	531.46	241.12	485.99	220.85	-8.56	-8.40
Засковачка 01	333.79	203.65	333.79	269.21	0	32.19
Засковачка 02	249.51	310.72	249.51	351.12	0	13.00
Засковачка 03	437.45	375.79	437.45	440.65	0	17.26
Засковачка 04	173.04	311.57	173.04	298.04	0	-4.34
Засковачка 05	479.74	473.49	479.74	511.27	0	7.98
Засковачка 06	533.35	501.75	533.35	531.61	0	5.95
Рекитска 01	141.98	333.62	112.42	297.92	-20.82	-10.70
Рекитска 02	268.22	344.67	256.01	336.82	-4.55	-2.28
Рекитска 03	235.48	462.54	183.26	338.69	-22.17	-26.78
Рекитска 04	267.94	604.84	179.24	415.73	-33.10	-31.27

**Табела А.15.2.** Метрика вектора **AREA\_CV** на нивоу класе (Златибор)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме промена [%]	Ливаде
	1982		2008			
Станковачки 01	274.59	167.97	268.43	176.78	-2.24	5.24
Станковачки 02	441.71	593.89	326.65	427.84	-26.05	-27.96
Станковачки 03	417.65	638.22	280.21	438.07	-32.91	-31.36

**Табела А.16.1. Метрика AREA\_CV на предеоном нивоу (Стара планина)**

	AREA_CV растер 2001	AREA_CV растер 2008	AREA_CV растер Промена [%]	AREA_CV вектор 2001	AREA_CV вектор 2008	AREA_CV вектор Промена [%]
Козарничка_01	290.93	321.34	10.45	329.36	257.84	-21.71
Козарничка_02	373.17	382.65	2.54	292.88	357.98	22.23
Козарничка_03	464.81	488.63	5.12	369.55	367.07	-0.67
Козарничка_04	599.92	614.47	2.43	393.58	391.01	-0.65
Козарничка_05	715.7	727.06	1.59	557.16	603.17	8.26
Дебештичка_01	391.94	398.93	1.78	448.24	469.80	4.81
Дебештичка_02	319.95	419.57	31.14	337.04	380.12	12.78
Дебештичка_03	479.83	562.88	17.31	469.33	527.92	12.48
Товарничка_01	334.87	346.77	3.55	438.99	411.65	-6.23
Товарничка_02	541.78	535.03	-1.25	751.81	708.04	-5.82
Засковачка_01	337.67	378.66	12.14	386.79	427.86	10.62
Засковачка_02	343.41	381.82	11.18	317.25	346.35	9.17
Засковачка_03	469.11	531.96	13.40	470.97	507.98	7.86
Засковачка_04	275.08	308.91	12.30	312.00	331.74	6.33
Засковачка_05	467.5	539.93	15.49	505.94	544.07	7.54
Засковачка_06	523.81	584.23	11.53	541.86	579.41	6.93
Рекитска_01	238.93	278.58	16.59	247.61	192.95	-22.08
Рекитска_02	306.94	335.9	9.44	339.49	316.21	-6.86
Рекитска_03	366.34	403.53	10.15	379.94	259.76	-31.63
Рекитска_04	392.17	426.82	8.84	462.87	304.56	-34.20

**Табела А.16.2. Метрика AREA\_CV на предеоном нивоу (Златибор)**

	AREA_CV растер 1982	AREA_CV растер 2008	AREA_CV растер Промена [%]	AREA_CV вектор 1982	AREA_CV вектор 2008	AREA_CV вектор Промена [%]
Станковачки_01	640.34	645.24	0.77	477.50	449.27	-5.91
Станковачки_02	698.94	689.88	-1.30	750.03	439.11	-41.45
Станковачки_03	904.21	897.01	-0.80	736.74	424.45	-42.39

**Табела А.17.1. Метрика SHDI на предеоном нивоу (Стара планина)**

	SHDI растер 2001	SHDI растер 2008	SHDI растер Промена [%]	SHDI вектор 2001	SHDI вектор 2008	SHDI вектор Промена [%]
Козарничка_01	0.62	0.63	1.61	0.65	0.70	7.73
Козарничка_02	0.41	0.87	112.20	0.44	0.93	112.87
Козарничка_03	0.49	0.84	71.43	0.52	0.90	73.47
Козарничка_04	0.51	0.79	54.90	0.54	0.85	57.92
Козарничка_05	0.63	0.8	26.98	0.65	0.85	30.54
Дебештичка_01	0.56	0.57	1.79	0.60	0.64	7.24
Дебештичка_02	0.59	0.80	35.59	0.60	0.83	38.69
Дебештичка_03	0.58	0.70	20.69	0.61	0.76	24.70
Товарничка_01	0.86	0.88	2.33	0.88	0.91	3.96
Товарничка_02	0.8	0.8	0	0.82	0.83	1.08
Засковачка_01	0.55	0.58	5.45	0.55	0.59	7.58
Засковачка_02	0.66	0.98	48.48	0.67	1.00	49.66
Засковачка_03	0.62	0.82	32.26	0.63	0.83	31.98
Засковачка_04	0.71	0.75	5.63	0.71	0.75	5.33
Засковачка_05	0.69	0.84	21.74	0.70	0.85	20.94
Засковачка_06	0.71	0.83	16.90	0.71	0.84	18.16
Рекитска_01	0.61	0.7	14.75	0.64	0.81	25.67
Рекитска_02	0.66	0.68	3.03	0.68	0.73	7.47
Рекитска_03	0.64	0.69	7.81	0.67	0.78	17.21
Рекитска_04	0.71	0.77	8.45	0.73	0.84	13.74

**Табела А.17.2.** Метрика **SHDI** на предеоном нивоу (Златибор)

	SHDI растер 1982	SHDI растер 2008	SHDI растер Промена [%]	SHDI вектор 1982	SHDI вектор 2008	SHDI вектор Промена [%]
Станковачки 01	0.52	0.70	34.62	0.57	0.75	31.58
Станковачки 02	0.66	0.94	42.42	0.67	0.97	44.78
Станковачки 03	0.61	0.85	39.34	0.64	0.89	39.06

**Табела А.18.1.** Метрика **SHEI** на предеоном нивоу (Стара планина)

	SHEI растер 2001	SHEI растер 2008	SHEI растер Промена [%]	SHEI вектор 2001	SHEI вектор 2008	SHEI вектор Промена [%]
Козарничка 01	0.57	0.39	-31.58	0.47	0.39	-16.65
Козарничка 02	0.37	0.54	45.95	0.31	0.52	64.70
Козарничка 03	0.45	0.47	4.44	0.37	0.46	23.58
Козарничка 04	0.46	0.44	-4.35	0.39	0.44	12.50
Козарничка 05	0.57	0.45	-21.05	0.47	0.43	-7.00
Дебештичка 01	0.51	0.41	-19.61	0.43	0.40	-7.03
Дебештичка 02	0.54	0.45	-16.67	0.44	0.43	-2.81
Дебештичка 03	0.53	0.39	-26.42	0.44	0.39	-11.16
Товарничка 01	0.62	0.49	-20.97	0.54	0.47	-14.01
Товарничка 02	0.57	0.44	-22.81	0.51	0.42	-16.40
Засковачка 01	0.5	0.42	-16.00	0.40	0.37	-8.09
Засковачка 02	0.6	0.61	1.67	0.49	0.56	14.21
Засковачка 03	0.57	0.51	-10.53	0.46	0.46	0.88
Засковачка 04	0.64	0.47	-26.56	0.64	0.46	-27.39
Засковачка 05	0.63	0.52	-17.46	0.50	0.47	-5.50
Засковачка 06	0.51	0.46	-9.80	0.44	0.43	-2.01
Рекитска 01	0.88	0.5	-43.18	0.59	0.50	-14.21
Рекитска 02	0.96	0.61	-36.46	0.62	0.53	-14.83
Рекитска 03	0.92	0.5	-45.65	0.61	0.48	-19.99
Рекитска 04	0.65	0.48	-26.15	0.53	0.47	-12.00

**Табела А.18.2.** Метрика **SHEI** на предеоном нивоу (Златибор)

	SHEI растер 1982	SHEI растер 2008	SHEI растер Промена [%]	SHEI вектор 1982	SHEI вектор 2008	SHEI вектор Промена [%]
Станковачки 01	0.47	0.43	-8.51	0.41	0.42	2.44
Станковачки 02	0.48	0.58	20.83	0.42	0.54	28.57
Станковачки 03	0.44	0.53	20.45	0.40	0.50	25.00

**Табела А.19.1.** Метрика растера **SHAPE** на нивоу класе (Стара планина)

	Шуме		Ливаде		Промена [%]	
	2001	2008	2001	2008	2001	2008
Козарничка 01	1.96	1.77	1.96	1.77	0	0
Козарничка 02	1.82	1.74	1.84	1.72	1.10	-1.15
Козарничка 03	1.76	1.76	1.77	1.75	0.57	-0.57
Козарничка 04	1.79	1.75	1.79	1.75	0	0
Козарничка 05	1.85	1.8	1.82	1.8	-1.62	0
Дебештичка 01	1.53	1.7	1.54	1.66	0.65	-2.35
Дебештичка 02	1.4	1.47	1.81	1.39	29.29	-5.44
Дебештичка 03	1.43	1.6	1.63	1.54	13.99	-3.75
Товарничка 01	1.96	1.71	1.89	1.66	-3.57	-2.92
Товарничка 02	2.21	1.85	2.15	1.81	-2.71	-2.16
Засковачка 01	1.59	2.11	1.59	2.17	0	2.84
Засковачка 02	1.83	1.52	1.83	1.64	0	7.89
Засковачка 03	1.69	1.53	1.69	1.60	0	4.58
Засковачка 04	2.46	1.66	2.46	1.66	0	0

Засковачка_05	1.72	1.57	1.72	1.62	0	3.18
Засковачка_06	1.71	1.61	1.71	1.65	0	2.48
Рекитска_01	1.72	1.56	1.72	1.6	0	2.56
Рекитска_02	1.51	1.64	1.51	1.65	0	0.61
Рекитска_03	1.57	1.67	1.57	1.68	0	0.60
Рекитска_04	1.63	1.74	1.63	1.74	0	0

**Табела А.19.2.** Метрика растера **SHAPE** на нивоу класе (Златибор)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки_01	1.94	1.51	2.13	1.52	9.79	0.66
Станковачки_02	1.58	1.29	1.64	1.29	3.80	0.00
Станковачки_03	1.52	1.39	1.61	1.39	5.92	0.00

**Табела А.20.1.** Метрика вектора **SHAPE** на нивоу класе (Стара планина)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка_01	1.58	1.79	1.59	1.88	0.63	5.03
Козарничка_02	1.88	2.09	1.54	1.96	-18.09	-6.22
Козарничка_03	1.75	1.97	1.58	1.95	-9.71	-1.02
Козарничка_04	2.23	1.85	1.77	1.85	-20.63	0
Козарничка_05	2.18	1.85	1.95	1.84	-10.55	-0.54
Дебештичка_01	1.88	1.81	1.84	1.85	-2.24	2.32
Дебештичка_02	1.78	1.64	1.73	1.57	-2.75	-3.97
Дебештичка_03	1.95	1.78	1.89	1.80	-3.00	0.99
Товарничка_01	1.93	1.89	1.77	1.93	-8.29	2.12
Товарничка_02	1.92	1.85	1.90	1.87	-1.04	1.08
Засковачка_01	1.48	1.74	1.48	1.73	0	-0.55
Засковачка_02	1.80	1.66	1.80	1.70	0	2.67
Засковачка_03	1.56	1.63	1.56	1.69	0	3.42
Засковачка_04	1.98	1.73	1.98	1.74	0	0.45
Засковачка_05	1.56	1.63	1.56	1.68	0	2.99
Засковачка_06	1.60	1.75	1.60	1.77	0	1.10
Рекитска_01	1.88	1.80	1.80	1.67	-4.26	-7.22
Рекитска_02	1.58	2.37	1.60	1.67	1.27	-29.54
Рекитска_03	1.84	2.22	1.85	1.74	0.54	-21.62
Рекитска_04	1.94	2.16	1.89	1.79	-2.58	-17.13

**Табела А.20.2.** Метрика вектора **SHAPE** на нивоу класе (Златибор)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки_01	1.79	1.79	1.77	1.81	-1.12	1.12
Станковачки_02	1.80	1.62	1.83	1.69	1.67	4.32
Станковачки_03	1.81	1.71	1.82	1.76	0.55	2.92

**Табела А.21.1.** Метрика **SHAPE** на предеоном нивоу (Стара планина)

	SHAPE растер 2001	SHAPE растер 2008	SHAPE растер Промена [%]	SHAPE вектор 2001	SHAPE вектор 2008	SHAPE вектор Промена [%]
Козарничка_01	1.8	1.67	-7.22	2.18	2.21	1.38
Козарничка_02	1.54	1.74	12.99	2.72	2.49	-8.46
Козарничка_03	1.66	1.71	3.01	2.45	2.44	-0.41
Козарничка_04	1.70	1.74	2.35	2.32	2.36	1.72
Козарничка_05	1.75	1.77	1.14	2.24	2.29	2.23
Дебештичка_01	1.62	1.60	-1.23	2.40	2.16	-9.84
Дебештичка_02	1.43	1.56	9.09	2.55	2.01	-21.07
Дебештичка_03	1.54	1.58	2.60	2.31	2.10	-9.17

Товарничка 01	1.72	1.66	-3.49	2.36	2.23	-5.51
Товарничка 02	1.82	1.78	-2.20	2.28	2.20	-3.51
Засковачка 01	1.7	1.67	-1.76	1.76	1.89	7.11
Засковачка 02	1.57	1.58	0.64	2.02	1.93	-4.32
Засковачка 03	1.58	1.59	0.63	1.82	1.88	3.15
Засковачка 04	1.71	1.72	0.58	1.73	1.79	3.72
Засковачка 05	1.60	1.61	0.63	1.76	1.84	4.51
Засковачка 06	1.62	1.62	0	1.80	1.86	3.11
Рекитска 01	1.59	1.60	0.63	3.14	2.53	-19.43
Рекитска 02	1.60	1.54	-3.75	2.68	2.13	-20.52
Рекитска 03	1.65	1.65	0	2.85	2.42	-15.09
Рекитска 04	1.75	1.71	-2.29	2.89	2.42	-16.26

**Табела А.21.2.** Метрика **SHAPE** на предеоном нивоу (Златибор)

	SHAPE растер 1982	SHAPE растер 2008	SHAPE растер Промена [%]	SHAPE вектор 1981	SHAPE вектор 2008	SHAPE вектор Промена [%]
Станковачки 01	1.53	1.62	5.88	2.15	2.23	3.72
Станковачки 02	1.31	1.47	12.21	1.75	1.92	9.71
Станковачки 03	1.38	1.50	8.70	1.89	2.00	5.82

**Табела А.22.1.** Метрика **MPFD** на предеоном нивоу (Стара планина)

	MPFD растер 2001	MPFD растер 2008	MPFD растер Промена [%]	MPFD вектор 2001	MPFD вектор 2008	MPFD вектор Промена [%]
Козарничка 01	1.29	1.22	-5.43	1.54	1.54	0.00
Козарничка 02	1.33	1.30	-2.26	1.57	1.53	-2.55
Козарничка 03	1.35	1.27	-5.93	1.58	1.54	-2.53
Козарничка 04	1.37	1.28	-6.57	1.59	1.52	-4.40
Козарничка 05	1.39	1.29	-7.19	1.61	1.53	-4.97
Дебештичка 01	1.32	1.29	-2.27	1.57	1.55	-1.27
Дебештичка 02	1.30	1.23	-5.38	1.59	1.52	-4.40
Дебештичка 03	1.33	1.26	-5.26	1.56	1.51	-3.21
Товарничка 01	1.31	1.22	-6.87	1.55	1.49	-3.87
Товарничка 02	1.37	1.27	-7.30	1.60	1.52	-5.00
Засковачка 01	1.26	1.26	0.00	1.55	1.54	-0.65
Засковачка 02	1.32	1.28	-3.03	1.59	1.55	-2.52
Засковачка 03	1.33	1.29	-3.01	1.59	1.55	-2.52
Засковачка 04	1.15	1.17	1.74	1.39	1.45	4.32
Засковачка 05	1.33	1.30	-2.26	1.59	1.55	-2.52
Засковачка 06	1.28	1.27	-0.78	1.55	1.53	-1.29
Рекитска 01	1.37	1.28	-6.57	1.61	1.55	-3.73
Рекитска 02	1.37	1.33	-2.92	1.62	1.60	-1.23
Рекитска 03	1.40	1.30	-7.14	1.63	1.56	-4.29
Рекитска 04	1.36	1.29	-5.15	1.60	1.54	-3.75

**Табела А.22.2.** Метрика **MPFD** на предеоном нивоу (Златибор)

	MPFD растер 1982	MPFD растер 2008	MPFD растер Промена [%]	MPFD вектор 1982	MPFD вектор 2008	MPFD вектор Промена [%]
Станковачки 01	1.31	1.29	-1.53	1.39	1.37	-1.44
Станковачки 02	1.32	1.26	-4.55	1.44	1.41	-2.08
Станковачки 03	1.33	1.28	-3.76	1.41	1.38	-2.13

**Табела А.23.1.** Метрика растера **AWMSI** на нивоу класе (Стара планина)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка 01	2.86	2.31	2.86	2.31	0	0
Козарничка 02	1.90	2.78	2.96	2.72	55.79	-2.16
Козарничка 03	2.46	2.90	3.34	2.85	35.77	-1.72
Козарничка 04	4.12	2.78	5	2.75	21.36	-1.08
Козарничка 05	6.96	4.62	7.67	4.59	10.20	-0.65
Дебештичка 01	3.65	3.16	3.71	3.18	1.64	0.63
Дебештичка 02	2.19	2.09	2.48	2.18	13.24	4.31
Дебештичка 03	3.47	2.60	3.68	2.64	6.05	1.54
Товарничка 01	3.56	3.29	3.57	3.00	0.28	-8.81
Товарничка 02	6.45	3.18	6.47	3.16	0.31	-0.63
Засковачка 01	2.34	3.97	2.34	4.20	0	5.79
Засковачка 02	4.62	3.70	4.62	5.25	0	41.89
Засковачка 03	4.69	4.68	4.69	5.83	0	24.57
Засковачка 04	3.50	2.17	3.5	2.36	0	8.76
Засковачка 05	5.36	4.81	5.36	5.94	0	23.49
Засковачка 06	7.03	5.14	7.03	6.16	0	19.84
Рекитска 01	2.38	2.49	2.38	2.79	0	12.05
Рекитска 02	3.46	2.63	3.46	2.68	0	1.90
Рекитска 03	3.64	3.18	3.64	3.42	0	7.55
Рекитска 04	4.93	4.64	4.93	4.76	0	2.59

**Табела А.23.2.** Метрика растера **AWMSI** на нивоу класе (Златибор)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки 01	4.68	2.65	5.45	2.70	16.45	1.89
Станковачки 02	3.63	3.63	5.14	3.74	41.60	3.03
Станковачки 03	5.59	4.01	7.79	3.93	39.36	-2.00

**Табела А.24.1.** Метрика вектора **AWMSI** на нивоу класе (Стара планина)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка 01	2.41	2.24	2.17	2.27	-10.05	1.19
Козарничка 02	1.86	2.99	2.01	2.83	8.48	-5.46
Козарничка 03	2.22	2.94	2.27	2.83	2.32	-3.65
Козарничка 04	3.01	2.59	3.09	2.51	2.79	-3.18
Козарничка 05	4.81	3.82	4.96	3.79	3.04	-0.69
Дебештичка 01	3.26	2.53	3.29	2.55	1.00	0.67
Дебештичка 02	1.78	1.84	1.88	1.58	5.42	-13.96
Дебештичка 03	2.90	2.20	3.02	2.09	4.17	-5.02
Товарничка 01	3.38	2.69	3.39	2.61	0.22	-2.66
Товарничка 02	6.31	2.58	6.32	2.64	0.20	2.30
Засковачка 01	2.23	3.53	2.23	3.53	0	-0.07
Засковачка 02	4.40	3.56	4.40	4.37	0	22.72
Засковачка 03	4.45	4.45	4.45	4.95	0	11.15
Засковачка 04	3.42	1.99	3.42	2.02	0	1.43
Засковачка 05	5.18	4.55	5.18	4.98	-0.02	9.54
Засковачка 06	6.74	4.88	6.74	5.27	0	8.00
Рекитска 01	2.08	2.28	2.12	1.79	1.80	-21.31
Рекитска 02	3.06	2.47	2.63	2.38	-14.10	-3.59
Рекитска 03	3.45	2.94	2.83	2.36	-18.01	-19.95
Рекитска 04	4.17	4.33	2.95	2.52	-29.37	-41.89



**Табела А.24.2. Метрика вектора AWMSI на нивоу класе (Златибор)**

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки 01	3.00	2.33	2.74	2.38	-8.67	2.15
Станковачки 02	3.80	3.93	2.27	2.88	-40.26	-26.72
Станковачки 03	3.62	3.85	2.49	2.89	-31.22	-24.94

**Табела А.25.1. Метрика AWMSI на предеоном нивоу (Стара планина)**

	AWMSI растер 2001	AWMSI растер 2008	AWMSI растер Промена [%]	AWMSI вектор 2001	AWMSI вектор 2008	AWMSI вектор Промена [%]
Козарничка 01	2.76	2.76	0	2.43	2.27	-6.44
Козарничка 02	1.97	2.97	50.76	2.07	2.42	16.75
Козарничка 03	2.51	3.25	29.48	2.42	2.59	6.98
Козарничка 04	3.88	4.51	16.24	3.07	3.18	3.48
Козарничка 05	6.33	6.7	5.85	4.64	4.70	1.25
Дебештичка 01	3.53	3.58	1.42	3.18	3.28	<b>3.30</b>
Дебештичка 02	2.16	2.48	14.81	1.82	2.01	<b>10.62</b>
Дебештичка 03	3.25	3.43	5.54	2.84	3.04	<b>7.13</b>
Товарничка 01	3.34	3.27	-2.10	3.11	3.09	-0.54
Товарничка 02	5.36	5.38	0.37	5.18	5.21	0.53
Засковачка 01	3.61	3.77	4.43	3.25	3.25	-0.06
Засковачка 02	4	4.87	21.75	3.84	4.36	13.58
Засковачка 03	4.67	5.38	15.20	4.44	4.80	8.19
Засковачка 04	2.93	3.02	3.07	2.81	2.83	0.71
Засковачка 05	5.01	5.63	12.38	4.79	5.07	5.91
Засковачка 06	5.9	6.44	9.15	5.63	5.87	4.28
Рекитска 01	2.41	2.5	3.73	2.25	2.61	15.72
Рекитска 02	3.15	3.16	0.32	2.86	2.67	-6.69
Рекитска 03	3.49	3.56	2.01	3.40	3.20	-5.88
Рекитска 04	4.79	4.82	0.63	4.34	3.27	-24.63

**Табела А.25.2. Метрика AWMSI на предеоном нивоу (Златибор)**

	AWMSI растер 1982	AWMSI растер 2008	AWMSI растер Промена [%]	AWMSI вектор 1982	AWMSI вектор 2008	AWMSI вектор Промена [%]
Станковачки 01	4.30	4.84	12.56	3.07	2.85	-7.17
Станковачки 02	3.60	4.65	29.17	3.81	2.71	-28.87
Станковачки 03	5.17	6.71	29.79	3.80	2.94	-22.63

**Табела А.26.1. Метрика AWFD на предеоном нивоу (Стара планина)**

	AWFD растер 2001	AWFD растер 2008	AWFD растер Промена [%]	AWFD вектор 2001	AWFD вектор 2008	AWFD вектор Промена [%]
Козарничка 01	1.18	1.2	1.69	1.34	1.34	0
Козарничка 02	1.17	1.24	5.98	1.30	1.34	3.08
Козарничка 03	1.19	1.23	3.36	1.32	1.35	2.27
Козарничка 04	1.24	1.27	2.42	1.35	1.37	1.48
Козарничка 05	1.29	1.3	0.78	1.39	1.40	0.72
Дебештичка 01	1.22	1.23	0.82	1.36	1.37	0.74
Дебештичка 02	1.15	1.19	3.48	1.28	1.30	1.56
Дебештичка 03	1.21	1.23	1.65	1.33	1.34	0.75
Товарничка 01	1.24	1.25	0.81	1.37	1.37	0
Товарничка 02	1.29	1.3	0.78	1.41	1.41	0
Засковачка 01	1.2	1.21	0.83	1.36	1.37	0.74
Засковачка 02	1.23	1.25	1.63	1.39	1.43	2.88

Засковачка_03	1.24	1.26	1.61	1.39	1.41	1.44
Засковачка_04	1.19	1.2	0.84	1.34	1.35	0.75
Засковачка_05	1.25	1.26	0.80	1.39	1.41	1.44
Засковачка_06	1.27	1.29	1.57	1.41	1.42	0.71
Рекитска_01	1.2	1.22	1.67	1.33	1.36	2.26
Рекитска_02	1.22	1.24	1.64	1.36	1.36	0.00
Рекитска_03	1.24	1.26	1.61	1.37	1.38	0.73
Рекитска_04	1.26	1.27	0.79	1.39	1.37	-1.44

**Табела А.26.2.** Метрика **AWFD** на предеоном нивоу (Златибор)

	AWFD растер 1982	AWFD растер 2008	AWFD растер Промена [%]	AWFD вектор 1982	AWFD вектор 2008	AWFD вектор Промена [%]
Станковачки_01	1.24	1.27	2.42	1.49	1.50	0.67
Станковачки_02	1.23	1.26	2.44	1.43	1.48	3.50
Станковачки_03	1.26	1.29	2.38	1.48	1.52	2.70

**Табела А.27.1.** Метрика растера **ТЕ** на нивоу класе (Стара планина)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка_01	10.88	9.40	10.88	9.40	0	0
Козарничка_02	10.80	9.48	17.08	8.84	58.15	-6.75
Козарничка_03	16.92	18.64	23.24	18.00	37.35	-3.43
Козарничка_04	32.84	35.52	39.88	34.88	21.44	-1.80
Козарничка_05	71.88	83.32	78.92	82.68	9.79	-0.77
Дебештичка_01	21.40	22.20	21.72	22.40	1.50	0.90
Дебештичка_02	12.20	11.52	16.20	14.92	32.79	29.51
Дебештичка_03	28.24	30.76	32.40	33.88	14.73	10.14
Товарничка_01	24.04	23.92	23.44	23.00	-2.50	-3.85
Товарничка_02	53.92	50.60	53.32	49.92	-1.11	-1.34
Засковачка_01	12.24	19.40	12.24	20.40	0	5.15
Засковачка_02	14.20	18.00	14.20	25.32	0	40.67
Засковачка_03	26.28	32.96	26.28	41.48	0	25.85
Засковачка_04	13.96	16.68	13.96	17.76	0	6.47
Засковачка_05	38.12	46.32	38.12	56.04	0	20.98
Засковачка_06	52.24	61.56	52.24	71.28	0	15.79
Рекитска_01	9.56	10.16	9.56	10.68	0	5.12
Рекитска_02	13.96	15.68	13.96	15.84	0	1.02
Рекитска_03	20.76	25.00	20.76	25.80	0	3.20
Рекитска_04	32.88	43.80	32.88	44.24	0	1.00

**Табела А.27.2.** Метрика растера **ТЕ** на нивоу класе (Златибор)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки_01	23.80	25.00	27.00	25.00	13.45	0.00
Станковачки_02	25.52	24.16	38.08	24.84	49.22	2.81
Станковачки_03	44.80	47.36	63.16	48.20	40.98	1.77

**Табела А.28.1.** Метрика вектора **ТЕ** на нивоу класе (Стара планина)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка_01	11.31	8.97	12.84	9.32	13.53	3.90
Козарничка_02	16.14	10.36	19.54	9.09	21.07	-12.26
Козарничка_03	23.96	19.06	29.00	18.14	21.04	-4.83
Козарничка_04	41.51	33.90	47.43	32.89	14.26	-2.98
Козарничка_05	77.48	79.11	83.30	77.91	7.51	-1.52
Дебештичка_01	22.55	24.06	22.85	24.72	1.33	2.74

Дебештичка_02	12.68	11.91	16.60	14.20	30.91	19.23
Дебештичка_03	30.93	33.52	35.16	36.73	13.67	9.58
Товарничка_01	23.37	24.87	22.47	23.46	-3.85	-5.67
Товарничка_02	53.33	51.29	52.19	50.38	-2.14	-1.77
Засковачка_01	10.93	17.13	10.93	19.00	0	10.89
Засковачка_02	12.74	17.45	12.74	23.91	0	37.02
Засковачка_03	23.35	31.14	23.34	39.54	-0.04	26.98
Засковачка_04	12.19	14.39	12.19	15.46	0	7.47
Засковачка_05	33.86	42.71	33.85	52.26	-0.03	22.37
Засковачка_06	47.27	57.10	47.27	66.65	0	16.73
Рекитска_01	15.33	10.25	25.13	11.48	63.93	12.00
Рекитска_02	15.37	15.51	18.90	15.86	22.97	2.26
Рекитска_03	28.51	25.38	42.39	26.92	48.68	6.07
Рекитска_04	41.18	44.27	58.98	47.89	43.22	8.18

**Табела А.28.2.** Метрика вектора **ТЕ** на нивоу класе (Златибор)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки_01	31.69	30.60	34.06	31.18	7.48	1.90
Станковачки_02	25.18	27.43	37.43	30.06	48.65	9.59
Станковачки_03	52.74	56.41	69.26	59.82	31.32	6.05

**Табела А.29.1.** Метрика **ТЕ** на предеоном нивоу (Стара планина)

	ТЕ растер 2001	ТЕ растер 2008	ТЕ растер Промена [%]	ТЕ вектор 2001	ТЕ вектор 2008	ТЕ вектор Промена [%]
Козарничка_01	14.88	15.00	0.81	25.65	29.83	16.30
Козарничка_02	15.46	24.96	61.45	38.94	65.10	67.18
Козарничка_03	25.20	34.84	38.25	60.70	91.09	50.07
Козарничка_04	43.28	53.70	24.08	97.27	129.60	33.24
Козарничка_05	90.06	100.48	11.57	187.66	219.70	17.07
Дебештичка_01	27.10	27.56	1.70	58.07	61.13	5.27
Дебештичка_02	17.78	27.56	55.01	38.05	46.06	21.05
Дебештичка_03	36.28	46.00	26.79	80.98	100.54	24.15
Товарничка_01	32.12	31.42	-2.18	62.38	59.01	-5.40
Товарничка_02	65.34	63.98	-2.08	133.20	128.29	-3.69
Засковачка_01	20.42	21.52	5.39	29.34	33.68	14.80
Засковачка_02	20.08	28.12	40.04	32.35	46.61	44.07
Засковачка_03	35.38	48.20	36.24	57.92	76.52	32.11
Засковачка_04	19.78	21.20	7.18	27.08	29.81	10.07
Засковачка_05	46.10	60.78	31.84	80.38	101.68	26.50
Засковачка_06	64.40	80.08	24.35	108.63	129.96	19.64
Рекитска_01	14.82	15.02	1.35	34.81	58.90	69.20
Рекитска_02	18.68	19.02	1.82	34.92	43.68	25.09
Рекитска_03	28.50	29.62	3.93	67.54	101.14	49.75
Рекитска_04	45.36	47.30	4.28	105.44	151.89	44.05

**Табела А.29.2.** Метрика **ТЕ** на предеоном нивоу (Златибор)

	ТЕ растер 1982	ТЕ растер 2008	ТЕ растер Промена [%]	ТЕ вектор 1982	ТЕ вектор 2008	ТЕ вектор Промена [%]
Станковачки_01	30.10	35.24	17.08	81.61	91.16	11.70
Станковачки_02	33.10	45.68	38.01	60.92	96.86	59.00
Станковачки_03	62.30	73.38	17.78	136.44	182.18	33.52

**Табела А.30.1. Метрика растера ED на нивоу класе (Стара планина)**

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка 01	97.3	84.02	97.3	84.02	0	0
Козарничка 02	49.6	43.56	78.5	40.62	58.27	-2.94
Козарничка 03	51.4	56.57	70.5	54.62	37.16	-1.95
Козарничка 04	71.4	77.19	86.7	75.8	21.43	-1.39
Козарничка 05	85.6	99.26	94	98.49	9.81	-0.77
Дебештичка 01	82.73	85.82	83.82	86.45	1.32	0.73
Дебештичка 02	46.78	44.17	61.94	57.04	32.41	29.14
Дебештичка 03	54.36	59.21	62.35	65.20	14.70	10.12
Товарничка 01	105.55	105.02	102.92	100.98	-2.49	-4.04
Товарничка 02	117.91	110.65	116.60	109.17	-1.11	-1.48
Засковачка 01	72.53	120.88	72.53	112.59	0	5.15
Засковачка 02	101.02	180.14	101.02	170.30	0	40.67
Засковачка 03	82.87	130.80	82.87	124.76	0	25.84
Засковачка 04	82.60	105.09	82.60	91.43	0	6.47
Засковачка 05	77.75	114.29	77.75	106.59	0	20.98
Засковачка 06	90.83	123.93	90.83	115.88	0	15.79
Рекитска 01	68.05	72.32	68.05	76.03	0	3.71
Рекитска 02	94.86	106.55	94.86	107.64	0	1.09
Рекитска 03	70.97	85.46	70.97	88.2	0	2.74
Рекитска 04	67.88	90.43	67.88	91.34	0	0.91

**Табела А.30.2. Метрика растера ED на нивоу класе (Златибор)**

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки 01	123.26	129.48	139.84	129.48	13.45	0.00
Станковачки 02	94.23	89.20	140.60	91.71	49.21	2.81
Станковачки 03	96.39	101.89	135.87	103.69	40.96	1.77

**Табела А.31.1. Метрика вектора ED на нивоу класе (Стара планина)**

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка 01	101.19	80.27	114.83	83.38	13.48	3.87
Козарничка 02	74.25	47.64	89.86	41.79	21.02	-12.28
Козарничка 03	72.79	57.90	88.07	55.11	20.99	-4.82
Козарничка 04	90.27	73.71	103.14	71.53	14.26	-2.96
Козарничка 05	92.31	94.26	99.25	92.83	7.52	-1.52
Дебештичка 01	87.14	92.97	88.30	95.53	1.33	2.76
Дебештичка 02	48.61	45.63	63.63	54.43	30.89	19.29
Дебештичка 03	59.52	64.51	67.66	70.69	13.67	9.58
Товарничка 01	102.60	109.18	98.67	103.01	-3.83	-5.65
Товарничка 02	116.62	112.15	114.14	110.17	-2.13	-1.77
Засковачка 01	64.80	101.53	64.80	112.59	0	10.90
Засковачка 02	90.76	124.30	90.76	170.30	0	37.01
Засковачка 03	73.66	98.26	73.66	124.76	0	26.97
Засковачка 04	72.09	85.06	72.09	91.43	0	7.48
Засковачка 05	69.06	87.11	69.04	106.59	-0.03	22.36
Засковачка 06	82.19	99.27	82.19	115.88	0	16.73
Рекитска 01	109.02	72.88	178.67	81.60	63.89	11.96
Рекитска 02	104.43	105.35	128.38	107.73	22.93	2.26
Рекитска 03	97.42	86.73	144.84	91.99	48.68	6.06
Рекитска 04	84.96	91.34	121.68	98.80	43.22	8.17

**Табела А.31.2. Метрика вектора ED на нивоу класе (Златибор)**

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки_01	163.88	158.22	176.12	161.23	7.47	1.90
Станковачки_02	93.03	101.36	138.30	111.07	48.66	9.58
Станковачки_03	113.45	121.35	149.00	128.69	31.34	6.05

**Табела А.32.1. Метрика ED на предеоном нивоу (Стара планина)**

	ED растер 2001	ED растер 2008	ED растер Промена [%]	ED вектор 2001	ED вектор 2008	ED вектор Промена [%]
Козарничка_01	133.09	134.17	0.81	229.40	266.76	16.29
Козарничка_02	71.11	114.81	61.45	179.09	299.42	67.19
Козарничка_03	76.55	105.83	38.25	184.37	276.66	50.06
Козарничка_04	94.11	116.76	24.08	211.51	281.82	33.24
Козарничка_05	107.30	119.72	11.57	223.60	261.76	17.07
Дебештичка_01	104.71	106.49	1.71	224.39	236.24	5.28
Дебештичка_02	68.15	105.63	55.01	145.84	176.54	21.05
Дебештичка_03	69.82	88.53	26.79	155.84	193.47	24.15
Товарничка_01	141.00	137.93	-2.18	273.85	259.07	-5.40
Товарничка_02	142.88	139.91	-2.08	291.27	280.55	-3.68
Засковачка_01	121.04	127.56	5.39	173.89	199.66	14.82
Засковачка_02	143.02	200.28	40.04	230.44	331.97	44.06
Засковачка_03	111.64	152.10	36.24	182.74	241.44	32.12
Засковачка_04	116.97	125.37	7.19	160.10	176.22	10.07
Засковачка_05	94.02	123.96	31.84	163.93	207.37	26.50
Засковачка_06	111.96	139.22	24.35	188.87	225.95	19.63
Рекитска_01	105.41	106.83	1.35	247.54	418.79	69.18
Рекитска_02	126.90	129.21	1.82	237.24	296.75	25.08
Рекитска_03	97.37	101.20	3.93	230.79	345.58	49.74
Рекитска_04	93.58	97.59	4.28	217.55	313.38	44.05

**Табела А.32.2. Метрика ED на предеоном нивоу (Златибор)**

	ED растер 1982	ED растер 2008	ED растер Промена [%]	ED вектор 1982	ED вектор 2008	ED вектор Промена [%]
Станковачки_01	155.64	182.22	17.08	421.97	471.39	11.71
Станковачки_02	122.32	168.80	38.01	225.11	357.92	59.00
Станковачки_03	134.02	157.86	17.78	293.51	391.91	33.53

**Табела А.33.1. Метрика вектора MPE на нивоу класе (Стара планина)**

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	2001		2008		промена [%]	
Козарничка_01	1.62	0.69	1.60	0.67	-1.23	-2.90
Козарничка_02	4.04	0.94	1.40	0.91	-65.35	-3.19
Козарничка_03	3.00	0.87	1.61	0.82	-46.33	-5.75
Козарничка_04	5.19	0.72	2.37	0.70	-54.34	-2.78
Козарничка_05	3.69	0.90	2.52	0.90	-31.71	0
Дебештичка_01	2.25	0.80	1.90	0.82	-15.37	3.00
Дебештичка_02	2.11	0.60	1.66	0.65	-21.33	7.57
Дебештичка_03	2.81	0.84	2.20	0.87	-21.80	4.12
Товарничка_01	1.23	0.67	1.50	0.78	21.95	16.42
Товарничка_02	1.48	0.66	1.74	0.74	17.57	12.12
Засковачка_01	0.52	2.85	0.52	1.90	0	-33.35
Засковачка_02	1.59	1.16	1.59	1.04	0	-10.38
Засковачка_03	0.90	1.64	0.90	1.41	0	-13.89
Засковачка_04	3.05	0.76	3.05	0.77	0	1.74
Засковачка_05	1.25	1.33	1.25	1.27	0	-4.16
Засковачка_06	1.43	1.46	1.43	1.39	0	-4.89

Рекитска 01	1.92	0.60	1.32	0.48	-31.25	-20
Рекитска 02	1.18	0.74	0.99	0.69	-16.10	-6.76
Рекитска 03	2.19	0.73	1.63	0.66	-25.57	-9.59
Рекитска 04	2.42	0.92	1.64	0.75	-32.23	-18.48

Табела А.33.2. Метрика вектора **МРЕ** на нивоу класе (Златибор)

	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде	Шуме	Ливаде
	1982		2008		промена [%]	
Станковачки_01	1.06	0.38	0.97	0.37	-8.49	-2.63
Станковачки_02	1.14	0.47	0.78	0.43	-31.58	-8.51
Станковачки_03	1.26	0.45	0.95	0.42	-24.60	-6.67

Табела А.34.1. Метрика **МРЕ** на предеоном нивоу (Стара планина)

	МРЕ вектор 2001	МРЕ вектор 2008	МРЕ вектор Промена [%]
Козарничка 01	1.03	0.99	-3.09
Козарничка 02	1.34	0.90	-32.66
Козарничка 03	1.35	1.00	-25.79
Козарничка 04	1.37	1.09	-20.51
Козарничка 05	1.40	1.21	-13.33
Дебештичка 01	1.24	1.18	-4.85
Дебештичка 02	1.19	1.00	-15.79
Дебештичка 03	1.40	1.32	-5.25
Товарничка 01	0.89	0.95	6.80
Товарничка 02	0.92	0.99	8.26
Засковачка 01	1.01	0.91	-10.03
Засковачка 02	1.20	1.04	-13.55
Засковачка 03	1.16	1.09	-5.63
Засковачка 04	1.08	1.03	-5.10
Засковачка 05	1.22	1.17	-4.04
Засковачка 06	1.36	1.27	-6.17
Рекитска 01	1.20	1.07	-10.78
Рекитска 02	0.92	0.89	-2.99
Рекитска 03	1.27	1.33	4.43
Рекитска 04	1.42	1.33	-6.49

Табела А.34.2. Метрика **МРЕ** на предеоном нивоу (Златибор)

	МРЕ вектор 1982	МРЕ вектор 2008	МРЕ вектор Промена [%]
Станквачки_01	0.64	0.61	-4.69
Станквачки_02	0.64	0.52	-18.35
Станквачки_03	0.66	0.65	-1.52

## **ПРИЛОГ Б**

Табела Б.1.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Козарничка\_01

Z1 \ Z2	V [No]	IV [No]	III [No]	II [No]	I [No]	$\Sigma Z2$
V [No]	2609	1	31	10	0	2651
IV [No]	0	16	2	0	0	18
III [No]	0	0	29	5	0	34
II [No]	0	0	0	95	0	95
I [No]	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	2609	17	62	110	0	2798

Табела Б.1.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Козарничка\_01

Z1 \ Z2	V [ha]	IV [ha]	III [ha]	II [ha]	I [ha]	$\Sigma Z2$
V [ha]	104.36	0.04	1.24	0.4	0	106.04
IV [ha]	0	0.64	0.08	0	0	0.72
III [ha]	0	0	1.16	0.2	0	1.36
II [ha]	0	0	0	3.8	0	3.8
I [ha]	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	104.36	0.68	2.48	4.4	0	111.92

Табела Б.1.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Козарничка\_01

Z1 \ Z2	V [%]	IV [%]	III [%]	II [%]	I [%]	$\Sigma Z2$
V [%]	98.4	0.0	1.2	0.4	0.0	94.7
IV [%]	0.0	88.9	11.1	0.0	0.0	0.6
III [%]	0.0	0.0	85.3	14.7	0.0	1.2
II [%]	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	3.4
I [%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	93.2	0.6	2.2	3.9	0.0	100.0

Табела Б.2.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Козарничка\_02

Z1 \ Z2	V [No]	IV [No]	III [No]	II [No]	I [No]	$\Sigma Z2$
V [No]	4457	49	22	517	264	5309
IV [No]	0	0	2	0	0	2
III [No]	2	0	20	50	6	78
II [No]	0	0	0	56	4	60
I [No]	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	4459	49	44	623	274	5449

Табела Б.2.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Козарничка\_02

Z1 \ Z2	V [ha]	IV [ha]	III [ha]	II [ha]	I [ha]	$\Sigma Z2$
V [ha]	178.28	1.96	0.88	20.68	10.56	212.36
IV [ha]	0	0	0.08	0	0	0.08
III [ha]	0.08	0	0.8	2	0.24	3.12
II [ha]	0	0	0	2.24	0.16	2.4
I [ha]	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	178.36	1.96	1.76	24.92	10.96	217.96

Табела Б.2.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Козарничка\_02

Z1 \ Z2	V [%]	IV [%]	III [%]	II [%]	I [%]	$\Sigma Z2$
V [%]	84.0	0.9	0.4	9.7	5.0	97.4
IV [%]	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
III [%]	2.6	0.0	25.6	64.1	7.7	1.4
II [%]	0.0	0.0	0.0	93.3	6.7	1.1
I [%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	81.8	0.9	0.8	11.4	5.0	100.0



Табела Б.3.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Козарничка\_03

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	7068	48	46	595	202	7959
IV	0	14	6	0	0	20
III	2	0	47	57	5	111
II	0	0	0	153	3	156
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	7070	62	99	805	210	8246

Табела Б.3.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Козарничка\_03

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	282.72	1.92	1.84	23.8	8.08	318.36
IV	0	0.56	0.24	0	0	0.8
III	0.08	0	1.88	2.28	0.2	4.44
II	0	0	0	6.12	0.12	6.24
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	282.8	2.48	3.96	32.2	8.4	329.84

Табела Б.3.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Козарничка\_03

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	88.8	0.6	0.6	7.5	2.5	96.5
IV	0.0	70.0	30.0	0.0	0.0	0.2
III	1.8	0.0	42.3	51.4	4.5	1.3
II	0.0	0.0	0.0	98.1	1.9	1.9
I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	85.7	0.8	1.2	9.8	2.5	100.0

Табела Б.4.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Козарничка\_04

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	10279	34	547	221	123	11204
IV	0	17	7	0	0	24
III	2	0	117	5	1	125
II	0	0	149	13	0	162
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	10281	51	820	239	124	11515

Табела Б.4.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Козарничка\_04

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	411.16	1.36	21.88	8.84	4.92	448.16
IV	0	0.68	0.28	0	0	0.96
III	0.08	0	4.68	0.2	0.04	5
II	0	0	5.96	0.52	0	6.48
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	411.24	2.04	32.8	9.56	4.96	460.6

Табела Б.4.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Козарничка\_04

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	91.7	0.3	4.9	2.0	1.1	97.3
IV	0.0	70.8	29.2	0.0	0.0	0.2
III	1.6	0.0	93.6	4.0	0.8	1.1
II	0.0	0.0	92.0	8.0	0.0	1.4
I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	89.3	0.4	7.1	2.1	1.1	100.0

Табела Б.5.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Козарничка\_05

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	19319	182	157	674	70	20402
IV	0	121	8	0	0	129
III	2	0	106	35	0	143
II	0	0	0	317	0	317
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	19321	303	271	1026	70	20991

Табела Б.5.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Козарничка\_05

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	772.76	7.28	6.28	26.96	2.8	816.08
IV	0	4.84	0.32	0	0	5.16
III	0.08	0	4.24	1.4	0	5.72
II	0	0	0	12.68	0	12.68
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	772.84	12.12	10.84	41.04	2.8	839.64

Табела Б.5.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Козарничка\_05

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	94.7	0.9	0.8	3.3	0.3	97.2
IV	0.0	93.8	6.2	0.0	0.0	0.6
III	1.4	0.0	74.1	24.5	0.0	0.7
II	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	1.5
I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	92.0	1.4	1.3	4.9	0.3	100.0

Табела Б.6.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Дебештичка\_01

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	6335	6	30	23	0	6394
IV	0	10	1	0	0	11
III	0	0	44	6	0	50
II	0	0	0	23	0	23
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	6335	16	75	52	0	6478

Табела Б.6.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Дебештичка\_01

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	253.4	0.24	1.2	0.92	0	255.76
IV	0	0.4	0.04	0	0	0.44
III	0	0	1.76	0.24	0	2
II	0	0	0	0.92	0	0.92
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	253.4	0.64	3	2.08	0	259.12

Табела Б.6.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Дебештичка\_01

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	99.1	0.1	0.5	0.4	0.0	98.7
IV	0.0	90.9	9.1	0.0	0.0	0.2
III	0.0	0.0	88.0	12.0	0.0	0.8
II	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.4
I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	97.8	0.2	1.2	0.8	0.0	100.0

Табела Б.7.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Дебештичка\_02

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	6121	16	216	170	0	6523
IV	0	3	5	0	0	8
III	0	0	8	0	0	8
II	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	6121	19	229	170	0	6539

Табела Б.7.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Дебештичка\_02

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	244.84	0.64	8.64	6.8	0	260.92
IV	0	0.12	0.2	0	0	0.32
III	0	0	0.32	0	0	0.32
II	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	244.84	0.76	9.16	6.8	0	261.56

Табела Б.7.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Дебештичка\_02

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	93.8	0.2	3.3	2.6	0.0	99.8
IV	0.0	37.5	62.5	0.0	0.0	0.1
III	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.1
II	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	93.6	0.3	3.5	2.6	0.0	100.0

Табела Б.8.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Дебештичка\_03

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	12428	26	264	170	0	12888
IV	0	11	7	0	0	18
III	0	0	46	13	0	59
II	0	0	0	22	0	22
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	12428	37	317	205	0	12987

Табела Б.8.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Дебештичка\_03

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	497.12	1.04	10.56	6.8	0	515.52
IV	0	0.44	0.28	0	0	0.72
III	0	0	1.84	0.52	0	2.36
II	0	0	0	0.88	0	0.88
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	497.12	1.48	12.68	8.2	0	519.48

Табела Б.8.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Дебештичка\_03

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	96.4	0.2	2.0	1.3	0.0	99.2
IV	0.0	61.1	38.9	0.0	0.0	0.1
III	0.0	0.0	78.0	22.0	0.0	0.5
II	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.2
I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	95.7	0.3	2.4	1.6	0.0	100.0

Табела Б.9.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Товарничка\_01

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	5160	50	106	0	0	5316
IV	175	131	5	0	0	311
III	0	0	48	1	0	49
II	0	0	0	28	0	28
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	5335	181	159	29	0	5704

Табела Б.9.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Товарничка\_01

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	206.4	2	4.24	0	0	212.64
IV	7	5.24	0.2	0	0	12.44
III	0	0	1.92	0.04	0	1.96
II	0	0	0	1.12	0	1.12
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	213.4	7.24	6.36	1.16	0	228.16

Табела Б.9.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Товарничка\_01

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	97.1	0.9	2.0	0.0	0.0	93.2
IV	56.3	42.1	1.6	0.0	0.0	5.5
III	0.0	0.0	98.0	2.0	0.0	0.9
II	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.5
I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	93.5	3.2	2.8	0.5	0.0	100.0

Табела Б.10.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Товарничка\_02

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	10615	64	97	0	0	10776
IV	207	206	4	0	0	417
III	65	0	72	2	0	139
II	0	0	0	103	1	104
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	10887	270	173	105	1	11436

Табела Б.10.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Товарничка\_02

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	424.6	2.56	3.88	0	0	431.04
IV	8.28	8.24	0.16	0	0	16.68
III	2.6	0	2.88	0.08	0	5.56
II	0	0	0	4.12	0.04	4.16
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	435.48	10.8	6.92	4.2	0.04	457.44

Табела Б.10.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Товарничка\_02

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	98.5	0.6	0.9	0.0	0.0	94.2
IV	49.6	49.4	1.0	0.0	0.0	3.6
III	46.8	0.0	51.8	1.4	0.0	1.2
II	0.0	0.0	0.0	99.0	1.0	0.9
I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	95.2	2.4	1.5	0.9	0.0	100.0

Табела Б.11.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Засковачка\_01

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	4175	1	17	3	0	4196
IV	0	0	0	0	0	0
III	0	0	22	0	0	22
II	0	0	0	1	0	1
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	4175	1	39	4	0	4219

Табела Б.11.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Засковачка\_01

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	167	0.04	0.68	0.12	0	167.84
IV	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0.88	0	0	0.88
II	0	0	0	0.04	0	0.04
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	167	0.04	1.56	0.16	0	168.76

Табела Б.11.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Засковачка\_01

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	99.5	0.0	0.4	0.1	0.0	99.5
IV	0	0	0	0	0	0.0
III	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.5
II	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
I	0	0	0	0	0	0.0
$\Sigma Z1$	99.0	0.0	0.9	0.1	0.0	100.0

Табела Б.12.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Засковачка\_02

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	3110	11	154	197	0	3472
IV	0	0	0	0	0	0
III	5	0	2	6	0	13
II	1	0	0	5	0	6
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	3116	11	156	208	0	3491

Табела Б.12.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Засковачка\_02

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	124.4	0.44	6.16	7.88	0	138.88
IV	0	0	0	0	0	0
III	0.2	0	0.08	0.24	0	0.52
II	0.04	0	0	0.2	0	0.24
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	124.64	0.44	6.24	8.32	0	139.64

Табела Б.12.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Засковачка\_02

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	89.6	0.3	4.4	5.7	0.0	99.5
IV	0	0	0	0	0	0.0
III	38.5	0.0	15.4	46.2	0.0	0.4
II	16.7	0.0	0.0	83.3	0.0	0.2
I	0	0	0	0	0	0.0
$\Sigma Z1$	89.3	0.3	4.5	6.0	0.0	100.0

Табела Б.13.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Засковачка\_03

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	7516	5	261	106	0	7888
IV	0	0	0	0	0	0
III	0	0	31	3	0	34
II	0	0	0	6	0	6
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	7516	5	292	115	0	7928

Табела Б.13.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Засковачка\_03

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	300.64	0.2	10.44	4.24	0	315.52
IV	0	0	0	0	0	0
III	0	0	1.24	0.12	0	1.36
II	0	0	0	0.24	0	0.24
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	300.64	0.2	11.68	4.6	0	317.12

Табела Б.13.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Засковачка\_03

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	95.3	0.1	3.3	1.3	0.0	99.5
IV	0	0	0	0	0	0.0
III	0.0	0.0	91.2	8.8	0.0	0.4
II	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.1
I	0	0	0	0	0	0.0
$\Sigma Z1$	94.8	0.1	3.7	1.5	0.0	100.0

Табела Б.14.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Засковачка\_04

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	4184	3	27	0	0	4214
IV	0	1	0	0	0	1
III	0	0	8	0	0	8
II	0	0	0	10	0	10
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	4184	4	35	10	0	4233

Табела Б.14.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Засковачка\_04

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	167.36	0.12	1.08	0	0	168.56
IV	0	0.04	0	0	0	0.04
III	0	0	0.32	0	0	0.32
II	0	0	0	0.4	0	0.4
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	167.36	0.16	1.4	0.4	0	169.32

Табела Б.14.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Засковачка\_04

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	99.3	0.1	0.6	0.0	0.0	99.6
IV	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
III	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.2
II	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.2
I	0	0	0	0	0	0.0
$\Sigma Z1$	98.8	0.1	0.8	0.2	0.0	100.0

Табела Б.15.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Засковачка\_05

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	11796	9	321	74	0	12200
IV	0	1	0	0	0	1
III	0	0	36	6	0	42
II	0	0	0	16	0	16
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	11796	10	357	96	0	12259

Табела Б.15.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Засковачка\_05

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	471.84	0.36	12.84	2.96	0	488
IV	0	0.04	0	0	0	0.04
III	0	0	1.44	0.24	0	1.68
II	0	0	0	0.64	0	0.64
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	471.84	0.4	14.28	3.84	0	490.36

Табела Б.15.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Засковачка\_05

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	96.7	0.1	2.6	0.6	0.0	99.5
IV	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
III	0.0	0.0	85.7	14.3	0.0	0.3
II	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.1
I	0	0	0	0	0	0.0
$\Sigma Z1$	96.2	0.1	2.9	0.8	0.0	100.0

Табела Б.16.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Засковачка\_06

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	13903	10	330	64	0	14307
IV	0	9	0	0	0	9
III	0	0	42	5	0	47
II	0	0	0	16	0	16
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	13903	19	372	85	0	14379

Табела Б.16.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Засковачка\_06

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	556.12	0.4	13.2	2.56	0	572.28
IV	0	0.36	0	0	0	0.36
III	0	0	1.68	0.2	0	1.88
II	0	0	0	0.64	0	0.64
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	556.12	0.76	14.88	3.4	0	575.16

Табела Б.16.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Засковачка\_06

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	97.2	0.1	2.3	0.4	0.0	99.5
IV	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.1
III	0.0	0.0	89.4	10.6	0.0	0.3
II	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.1
I	0	0	0	0	0	0.0
$\Sigma Z1$	96.7	0.1	2.6	0.6	0.0	100.0

Табела Б.17.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Рекитска\_01

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	3320	4	76	88	0	3488
IV	0	0	0	0	0	0
III	4	0	16	4	0	24
II	0	0	0	6	0	6
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	3324	4	92	98	0	3518

Табела Б.17.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Рекитска\_01

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	132.8	0.16	3.04	3.52	0	139.52
IV	0	0	0	0	0	0
III	0.16	0	0.64	0.16	0	0.96
II	0	0	0	0.24	0	0.24
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	132.96	0.16	3.68	3.92	0	140.72

Табела Б.17.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Рекитска\_01

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	95.2	0.1	2.2	2.5	0.0	99.1
IV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
III	16.7	0.0	66.7	16.7	0.0	0.7
II	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.2
I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	94.5	0.1	2.6	2.8	0.0	100.0

Табела Б.18.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Рекитска\_02

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	3622	5	45	1	0	3673
IV	1	1	0	0	0	2
III	0	0	10	0	0	10
II	0	0	0	1	0	1
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	3623	6	55	2	0	3686

Табела Б.18.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Рекитска\_02

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	144.88	0.2	1.8	0.04	0	146.92
IV	0.04	0.04	0	0	0	0.08
III	0	0	0.4	0	0	0.4
II	0	0	0	0.04	0	0.04
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	144.92	0.24	2.2	0.08	0	147.44

Табела Б.18.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Рекитска\_02

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	98.6	0.1	1.2	0.0	0.0	99.6
IV	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.1
III	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.3
II	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	98.3	0.2	1.5	0.1	0.0	100.0



Табела Б.19.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Рекитска\_03

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	7056	6	130	82	0	7274
IV	2	2	0	0	0	4
III	4	0	26	4	0	34
II	1	0	0	7	0	8
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	7063	8	156	93	0	7320

Табела Б.19.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Рекитска\_03

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	282.24	0.24	5.2	3.28	0	290.96
IV	0.08	0.08	0	0	0	0.16
III	0.16	0	1.04	0.16	0	1.36
II	0.04	0	0	0.28	0	0.32
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	282.52	0.32	6.24	3.72	0	292.8

Табела Б.19.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Рекитска\_03

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	97.0	0.1	1.8	1.1	0.0	99.4
IV	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.1
III	11.8	0.0	76.5	11.8	0.0	0.5
II	12.5	0.0	0.0	87.5	0.0	0.1
I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	96.5	0.1	2.1	1.3	0.0	100.0

Табела Б.20.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Рекитска\_04

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	11678	19	201	86	0	11984
IV	2	35	0	0	0	37
III	4	0	35	5	0	44
II	1	0	0	44	0	45
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	11685	54	236	135	0	12110

Табела Б.20.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Рекитска\_04

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	467.12	0.76	8.04	3.44	0	479.36
IV	0.08	1.4	0	0	0	1.48
III	0.16	0	1.4	0.2	0	1.76
II	0.04	0	0	1.76	0	1.8
I	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	467.4	2.16	9.44	5.4	0	484.4

Табела Б.20.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Рекитска\_04

Z1 \ Z2	V	IV	III	II	I	$\Sigma Z2$
V	97.4	0.2	1.7	0.7	0.0	99.0
IV	5.4	94.6	0.0	0.0	0.0	0.3
III	9.1	0.0	79.5	11.4	0.0	0.4
II	2.2	0.0	0.0	97.8	0.0	0.4
I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	96.5	0.4	1.9	1.1	0.0	100.0

Табела Б.21.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Станковачки\_01

Z1 \ Z2	V [No]	IV [No]	III [No]	II [No]	I [No]	ΣZ2
V [No]	4614	9	36	141	0	4800
IV [No]	0	29	0	0	0	29
III [No]	0	0	0	0	0	0
II [No]	0	0	0	0	0	0
I [No]	0	0	0	0	0	0
ΣZ1	4614	38	36	141	0	4829

Табела Б.21.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Станковачки\_01

Z1 \ Z2	V [ha]	IV [ha]	III [ha]	II [ha]	I [ha]	ΣZ2
V [ha]	184.56	0.36	1.44	5.64	0	192
IV [ha]	0	1.16	0	0	0	1.16
III [ha]	0	0	0	0	0	0
II [ha]	0	0	0	0	0	0
I [ha]	0	0	0	0	0	0
ΣZ1	184.56	1.52	1.44	5.64	0	193.16

Табела Б.21.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Станковачки\_01

Z1 \ Z2	V [%]	IV [%]	III [%]	II [%]	I [%]	ΣZ2
V [%]	96.1	0.2	0.8	2.9	0.0	99.4
IV [%]	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.6
III [%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
II [%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I [%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΣZ1	95.5	0.8	0.7	2.9	0.0	100.0

Табела Б.22.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Станковачки\_02

Z1 \ Z2	V [No]	IV [No]	III [No]	II [No]	I [No]	ΣZ2
V [No]	6194	59	99	373	0	6725
IV [No]	0	43	2	1	0	46
III [No]	0	0	0	0	0	0
II [No]	0	0	0	0	0	0
I [No]	0	0	0	0	0	0
ΣZ1	6194	102	101	374	0	6771

Табела Б.22.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Станковачки\_02

Z1 \ Z2	V [ha]	IV [ha]	III [ha]	II [ha]	I [ha]	ΣZ2
V [ha]	247.76	2.36	3.96	14.92	0	269
IV [ha]	0	1.72	0.08	0.04	0	1.84
III [ha]	0	0	0	0	0	0
II [ha]	0	0	0	0	0	0
I [ha]	0	0	0	0	0	0
ΣZ1	247.76	4.08	4.04	14.96	0	270.84

Табела Б.22.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Станковачки\_02

Z1 \ Z2	V [%]	IV [%]	III [%]	II [%]	I [%]	ΣZ2
V [%]	92.1	0.9	1.5	5.5	0.0	99.3
IV [%]	0.0	93.5	4.3	2.2	0.0	0.7
III [%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
II [%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I [%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΣZ1	91.5	1.5	1.5	5.5	0.0	100.0

Табела Б.23.1. Матрица конфузије за бројност пиксела категорије разорности на подсливу Станковачки\_03

Z1 \ Z2	V [No]	IV [No]	III [No]	II [No]	I [No]	$\Sigma Z2$
V [No]	10829	68	142	506	0	11545
IV [No]	0	72	2	1	0	75
III [No]	0	0	0	0	0	0
II [No]	0	0	0	0	0	0
I [No]	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	10829	140	144	507	0	11620

Табела Б.23.2. Матрица конфузије за површине категорије разорности на подсливу Станковачки\_03

Z1 \ Z2	V [ha]	IV [ha]	III [ha]	II [ha]	I [ha]	$\Sigma Z2$
V [ha]	433.16	2.72	5.68	20.24	0	461.8
IV [ha]	0	2.88	0.08	0.04	0	3
III [ha]	0	0	0	0	0	0
II [ha]	0	0	0	0	0	0
I [ha]	0	0	0	0	0	0
$\Sigma Z1$	433.16	5.6	5.76	20.28	0	464.8

Табела Б.23.3. Матрица конфузије за проценте категорије разорности на подсливу Станковачки\_03

Z1 \ Z2	V [%]	IV [%]	III [%]	II [%]	I [%]	$\Sigma Z2$
V [%]	93.8	0.6	1.2	4.4	0.0	99.4
IV [%]	0.0	96.0	2.7	1.3	0.0	0.6
III [%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
II [%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I [%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma Z1$	93.2	1.2	1.2	4.4	0.0	100.0

## БИОГРАФИЈА

Борис Радић је рођен 27. марта 1982. године у Светозареву (пређашњој и садашњој Јагодини), где је завршио основну школу и природно-математички смер гимназије „Светозар Марковић“. Основне студије на Шумарском факултету у Београду је уписао 2000. године (смер за Пејзажну архитектуру и хортикултуру), где 2007. године уписује докторске студије (студијски програм Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса).

Након уписа докторских студија, корисник је стипендије Министарства науке и технолошког развоја Републике Србије до 2011. године када је запослен на Шумарском факултету у звању истраживача-сарадника.

Од периода апсолвентског стажа и касније, током докторских студија, ангажован је као демонстратор на следећим предметима на Шумарском факултету: Планирање и уређивање предела (2005–), Просторно уређење ерозионих подручја (2008–), Бујични токови и ерозија (2008–2011) и Заштита животне средине (2007–2008). У зимском семестру 2012. године организује и реализује курс примењених техника ГИС-а студентима докторских студија на Шумарском факултету.

Добитник је СЕЕРУС стипендије за летњи семестар 2009. године за усавршавање на Corvinus универзитету (Будимпешта, Мађарска), где је похађао и положио неколико испита везаних за проблематику ГИС-а.

Током докторских студија, са својим професорима и колегама, је објавио 25 радова у научним часописима, од чега 7 у часописима са SCI листе. Учествовао је на научним конференцијама, стручним изложбама и у стручним жиријима. Поред тога, као стручњак за области примене ГИС-а, заштите и конзервације земљишта и вода, анализе и процене карактера предела, је учествовао у преко 60 стручних и научних пројеката Шумарског факултета.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани-а: **Борис Радић**, дипл.инж.

Број уписа: 2007/08

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

**„Ерозија као фактор деградације предела у скијашким центрима Србије”**

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

**Потпис докторанда**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Борис Радић

Број уписа: школска 2007/2008

Студијски програм: Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и  
водних ресурса

Наслов рада: „Ерозија као фактор деградације предела у  
скијашким центрима Србије”

Ментор: проф. др Ратко Ристић, ред.проф. Универзитета у Београду,  
Шумарски факултет

Потписани: Борис Радић

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

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

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

**„Ерозија као фактор деградације предела у скијашким центрима Србије”**

која је моје ауторско дело.

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

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

1. Ауторство

**2. Ауторство - некомерцијално**

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

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

**Потпис докторанда**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

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

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

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

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

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

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