

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ

Срђан М. Дражић

**МОРФОМЕТРИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ
РЕЉЕФА И ЊИХОВ УТИЦАЈ НА ОТВОРЕНОСТ
ШУМА ПРИМАРНОМ МРЕЖОМ ШУМСКИХ
ПУТЕВА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ**

докторска дисертација

Београд, 2021.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF FORESTRY

Srđan M. Dražić

**MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE
RELIEF AND THEIR INFLUENCE ON FOREST
OPENNESS BY THE PRIMARY FOREST ROADS
NETWORK IN THE REPUBLIC OF SRPSKA**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2021.

ИНФОРМАЦИЈЕ О МЕНТОРУ И ЧЛАНОВИМА КОМИСИЈЕ

Ментор: **Др Милорад Даниловић**, редовни професор
Универзитета у Београду – Шумарског факултета

Председник комисије: **Др Милорад Јанић**, редовни професор
Универзитета у Београду – Шумарског факултета

Чланови комисије: **Др Дамјан Пантић**, редовни професор
Универзитета у Београду – Шумарског факултета

Др Ратко Ристић, редовни професор
Универзитета у Београду – Шумарског факултета

Др Зоран Говедар, редовни професор
Универзитета у Бањалуци – Шумарског
факултета, Бања Лука

Датум одбране:

____.____.____. ГОДИНЕ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ – ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИОНА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број (РББ)	
Идентификациони број (ИБР)	
Тип документације (ТД)	Монографска публикација
Тип записа (ТЗ)	Текстуални штампани материјал
Врста рада (ВР)	Докторска дисертација
Аутор (АУ)	маст. инж. шум. Срђан Дражић
Ментор (МН)	Др Милорад Даниловић, редовни професор Универзитета у Београду - Шумарског факултета
Наслов рада (НР)	Морфометријске карактеристике рељефа и њихов утицај на отвореност шума примарном мрежом шумских путева у Републици Српској
Језик публикације (ЈП)	српски - ћирилица
Језик извода (ЈИ)	српски - ћирилица, енглески
Земља публикације (ЗП)	Република Србија
Географско подручје (ГП)	Србија
Година издавања (ГИ)	2021
Издавач (ИЗ)	Ауторски репринт
Место издавања и адреса (МС)	Београд, ул. Кнеза Вишеслава бр. 1, Р. Србија
Физички обим рада (ФО) (број поглавља/ страна/ литературних извора/ табела/ прегледа/ графикона/ дијаграма/ шема/ карти/ фототаблица/ прилога)	8 поглавља / 176 страна/ 171 литературна извора/ 34 табеле/ 17 графикона / 24 слике/ 4 дијаграма/ 26 карата и 13 образаца
Научна област (НО)	Шумарство
Научна дисциплина (ДИС)	Отварање шума
Предметна одредница / Кључне речи (ПО)	Отварање шума, шумски путеви, вишекритеријумско одлучивање, вишекритеријумска анализа, географски информациони систем, АХП, ГИС
УДК	
Чува се (ЧУ)	Библиотека Шумарског факултета, ул. Кнеза Вишеслава бр. 1, 11030 Београд, Р. Србија
Важна напомена (ВН)	Нема
Датум прихватања теме (ДП)	Одлука Наставно-научног већа Шумарског факултета, број: 01-2/242 од 27.11.2019. год. Одлука Већа научних области биотехничких наука, број: 61206-5050/2-19 од 10.12.2019. год.
Датум одбране (ДО)	

UNIVERSITY OF BELGRADE – FACULTY OF FORESTRY
KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number (ANO)	
Identification number (INO)	
Document type (DT)	Monographic publication
Type of record (TR)	Textual printed article
Contains code (CC)	Doctoral dissertation
Author (AU)	M.Sc. Srđan Dražić
Mentor (MN)	Ph.D. Milorad Danilović, Full Professor, University of Belgrade, Faculty of Forestry
Title (TI)	Morphometric characteristics of the relief and their influence on forest openness by the primary forest roads network in the Republic of Srpska
Language of text (LT)	Serbian – Cyrilic alphabet
Језик извода (JI)	српски - ћирилица, енглески
Country of publication (CP)	Country of publication (CP)
Locality of publication (LP)	Serbia
Publication year (PY)	2021
Publisher	Author's reprint
Publication place (PL)	Belgrade, Republic of Serbia, Kneza Višeslava 1
Physical description (PD) (number of chapters/ pages/ citations/ tables/ reviews/ charts/ diagrams/ scheme/ maps/ images/ annexes)	8 chapters / 176 pages/ 171 citations/ 34 tables / 17 charts / 24 images/ 4 scheme/ 26 maps and 13 equations
Science field (SF)	Forestry
Science discipline (SD)	Forest opening
Subject/Key words (CX)	Forest opening, forest roads, multi-criteria decision-making, multi-criteria analysis, geographic information system, AHP, GIS
UDC	
Holding data (HD)	Library of Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, 11030 Belgrade, Republic of Serbia
Note (N)	None
Accepted by scientific board on (ACB)	Date of acceptance of the topic (DP) Decision NNV Faculty of Forestry, No. 01-2/242, from 27.11.2019. Decision of the Scientific Council of Biotechnical Sciences, No. 61206-5050/2-19, from 10.12.2019.
Defended on (DE)	

ИЗЈАВА ЗАХВАЛНОСТИ

Изражавам посебну, дубоку и искрену захвалност ментору, Проф. др Милораду Даниловићу, на несебично пруженој стручној, моралној и пријатељској подршци, не само током израде дисертације, већ и током дугогодишњег заједничког рада на многим пројектима важним за Републику Српску.

Изузетну захвалност дугујем Дипл. инж. шум. Срђану Кашићу, директору Истраживачко развојног и пројектног центра Бања Лука, за сву помоћ и подршку, на указаном поверењу, на подстицању на напредовање и изузетном професионалном односу који смо до сада имали. Изражавам захвалност Проф. Др Ратку Ристићу на искреној подршци и корисним саветима које ми је пружао током израде докторског рада. Захвалност дугујем Проф. др Милораду Јанићу на веома успешној сарадњи коју смо до сада имали и увек радо преношеном знању и искуству. Захваљујем се Проф. др Дамјан Пантићу и Проф. др Зорану Говедару на пријатељској помоћи, вишегодишњој сарадњи и времену утрошеном на ангажовању у овој комисији.

Велику захвалност дугујем колегама са шумарског факултета у Београду, Др Душану Стојнићу и асистенту мастер инжењеру Славици Антонић на великој помоћи у изради дисертације, као и колегама из Истраживачко развојног и пројектног центра Бања Лука који су на било који начин утицали да донесем исправну одлуку.

Неизмерну захвалност дугујем својој породици, супрузи Јелени и сину Јовану, родитељима на моралној подршци, изузетном стрпљењу и разумевању, без које израда ове докторске дисертације не би била могућа.

Аутор

МОРФОМЕТРИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РЕЉЕФА И ЊИХОВ УТИЦАЈ НА ОТВОРЕНОСТ ШУМА ПРИМАРНОМ МРЕЖОМ ШУМСКИХ ПУТЕВА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

Извод

Област науке која се бави рељефним облицима и његовом класификацијом назива се геоморфологија. Геоморфологија је научна дисциплина која се бави истраживањем настанака, еволуције и динамике рељефа Земље. То је гранична дисциплина између географије и геологије. За разлику од морфографије и морфогенезе, морфометрија представља квантитативно одређивање општих параметара облика рељефа: хипсометрију, нагибе, вертикалну рашчлањеност (енергија рељефа), експозицију и специфичних параметара који подразумевају издвојене рељефне облике (нпр. гребене, поникве, дренажне мреже и др.).

Један од најважнијих инфраструктурних објеката у шумарству су шумски камионски путеви. Планирање и оптимизовање шумских камионских путева се у прошлости углавном посматрало са економског аспекта, уз задовољење социолошких потреба локалног становништва. У току планирања оптималне мреже путева, коришћени су подаци базирани на величини сечивог етата и просечне транспортне дистанце привлачења шумских дрвних сортимената. Морфометријске карактеристике терена, као значајан утицајни фактор густине и просторног распореда мреже шумских камионских путева, у прошлости су, због недовољно прецизних података, приказиване описно. На основу таквих података аутори су давали своју класификацију густине мреже шумских камионских путева, а односила се на низијско, брдско и планинско подручје, без јасно одређених морфометријских карактеристика терена.

Употребом савремене рачунарске технологије, коришћењем прецизнијих дигиталних модела терена (ДМТ), створили су се услови за много прецизнију класификацију рељефа. Одабрано је 7 најважнијих морфометријских критеријума на основу којих је вршена класификација шумскопривредних подручја у Републици Српској. Процена одабраних критеријума извршена је коришћењем аналитичког хијерархијског процеса (АХП), добијени су тежински коефицијенти који су множени са овим критеријумима на основу којих су класификована шумскопривредна подручја, разврстана у четири категорије. За сваку од добијених категорија, одабрано је карактеристично ШПП на којем је пројектована максимална густина путева коју је било могуће поставити у карактеристичан рељефни простор, с тим да просечна дистанца привлачења буде приближно 300 m.

Коначном анализом, ШПП су разврстана у четири категорије погодности терена за изградњу шумских камионских путева и то: погодна, умерено погодна, слабо погодна и непогодна. Коначном расподелом ШПП, по овим категоријама, добијен је податак да 30,30% ШПП припада погодним теренима, 26,44% умерено погодним, 20,85% слабо погодним и 22,41% ШПП непогодним теренима.

Кључне речи: *дигитални модел терена, географски информациони систем, геоморфологија, морфометрија, отварање шума, шумски камионски путеви, вишекритеријумска анализа.*

MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE RELIEF AND THEIR INFLUENCE ON FOREST OPENNESS BY THE PRIMARY FOREST ROADS NETWORK IN THE REPUBLIC OF SRPSKA

Abstract

The field of science dealing with relief forms and their classification is called geomorphology. Geomorphology is a scientific discipline that investigates the origin, evolution, and dynamics of Earth's relief. It is a borderline discipline between geography and geology. Unlike morphography and morphogenesis, morphometry is a quantitative determination of general parameters forms of relief: hypsometry, slopes, terrain ruggedness (relief energy), aspects, and specific parameters that imply isolated relief forms (eg ridge, sinks, drainage network, etc.).

One of the most important infrastructural facilities in forestry are forest truck roads. In the past, the planning and optimization of forest truck roads were observed from an economic point of view, with minimal fulfillment of the needs for the local population. During the planning, data based on the size of the annual cut and the average skidding distance of forest wood assortments were used. Morphometric characteristics of the terrain, as a significant influencing factor of the density and spatial distribution of the forest truck road network, have been presented in the past descriptively due to insufficiently precise data. Based on such data, many authors made their classification of the density of the forest truck road network, according to classification on: lowland, mountainous and hilly areas, without clearly defined morphometric characteristics of the terrain.

By using modern computer technology and more accurate digital terrain models (DTM), the conditions for a very precise classification of terrain were created. The 7 most important criteria on the basis of which the classification of forest areas in the Republic of Srpska was performed were selected. The evaluation of the selected criteria was carried out using the Analytical Hierarchical Process (AHP), weight coefficients were obtained, which were multiplied by these criteria based on which characteristic areas were separated and classified into four categories. For each of the categories obtained, a characteristic FMU were selected where the maximum density of roads were designed that could be placed in the characteristic relief space, with average skidding distance of 300 m.

According to the final analysis, FMU were classified into four categories of terrain suitability for the construction of forest truck roads and those are: suitable, moderately suitable, less suitable and unsuitable. The final distribution of FMU, by these categories, shows that 30.30% FMU belongs to suitable terrains, 26.44% to moderately suitable, 20.85% to less suitable and 22.41% FMU to unsuitable terrains.

Key words: *digital elevation model, geographic information system, geomorphology, morphometry, multi-criteria analysis, forest opening, forest roads.*

САДРЖАЈ

СПИСАК ТАБЕЛА	I
СПИСАК ГРАФИКОНА	II
СПИСАК СЛИКА	II
СПИСАК ДИЈАГРАМА	III
СПИСАК КАРАТА	III
СПИСАК ОБРАЗАЦА	IV
1. УВОД	1
1.1. Проблематика истраживања	2
1.2. Полазне хипотезе.....	3
1.3. Предмет и циљеви истраживања.....	4
2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА	9
3. ОСНОВЕ ГИС-А У ГЕОМОРФОМЕТРИЈИ	12
3.1. Тродимензионални приказ рељефа.....	12
3.1.1. ДЕМ – Дигитални елевациони модел	13
3.1.2. ДМП – Дигитални модел површи.....	14
3.1.3. ДМТ – Дигитални модел терена	14
3.2. Алати за геопроцесирање.....	16
4. ИСТРАЖИВАНО ПОДРУЧЈЕ	18
4.1. РЕПУБЛИКА СРПСКА	18
4.2. ШПП ВИШЕГРАДСКО – Вишеград.....	20
4.2.1. Географски положај шумскопривредног подручја.....	20
4.2.2. Геолошке карактеристике.....	20
4.3. ШПП ВЛАСЕНИЧКО – Власеница.....	21
4.3.1. Географски положај шумскопривредног подручја.....	21
4.3.2. Педолошке карактеристике	22
4.4. ШПП ИСТОЧНОДРВАРСКО – Источни Дрвар.....	22
4.4.1. Географски положај шумскопривредног подручја.....	22
4.4.2. Орографске карактеристике	23
4.5. ШПП ЧЕМЕРНИЧКО – Кнежево	24
4.5.1. Географски положај шумскопривредног подручја Чемерничко.....	24
4.5.2. Геолошке карактеристике.....	24
4.6. ШПП ДОЊЕВРБАСКО – Бања Лука.....	25
4.6.1. Географски положај шумскопривредног подручја.....	25
4.6.2. Геолошке карактеристике.....	26

4.7.	ШПП ПОСАВСКО – Градишка.....	27
4.7.1.	Географски положај шумскопривредног подручја.....	27
4.7.2.	Геолошке карактеристике.....	27
4.8.	ШПП КОТОРВАРОШКО – Котор Варош.....	28
4.8.1.	Географски положај шумскопривредног подручја.....	28
4.8.2.	Геолошке карактеристике.....	28
4.9.	ШПП ПЕТРОВАЧКО – ДРИНИЋ	29
4.9.1.	Географски положај шумскопривредног подручја.....	29
4.9.2.	Геолошке карактеристике.....	30
4.10.	ШПП МРКОЊИЋКО – Мркоњић Град.....	30
4.10.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	30
4.10.2.	Орографске карактеристике.....	31
4.10.3.	Геолошке карактеристике	31
4.11.	ШПП СРЕДЊЕ ВРБАСКО – Шипово	32
4.11.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	32
4.11.2.	Геолошке и педолошке карактеристике	32
4.12.	ШПП РИБНИЧКО – Рибник	33
4.12.1.	Геолошко - педолошке карактеристике	33
4.13.	ШПП УСОРСКО – УКРИНСКО - Теслић.....	34
4.13.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	34
4.13.2.	Геолошке карактеристике	35
4.14.	ШПП ДОБОЈСКО – ДЕРВЕНТСКО – Добој.....	35
4.14.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	35
4.14.2.	Геолошке карактеристике	36
4.15.	ШПП КОЗАРАЧКО - ПРИЈЕДОР	37
4.15.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	37
4.15.2.	Геолошке карактеристике	37
4.16.	ШПП МАЈЕВИЧКО – Лопаре.....	38
4.16.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	38
4.16.2.	Геолошке карактеристике	38
4.17.	ШПП МИЛИЋКО – Милићи	40
4.17.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	40
4.17.2.	Геолошке карактеристике	40
4.18.	ШПП ДОЊЕДРИНСКО – Сребреница.....	41
4.18.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	41
4.18.2.	Геолошке карактеристике	41
4.19.	ШПП ХАНПЈЕСАЧКО– Хан Пијесак.....	42

4.19.1.	Геолошке карактеристике	42
4.20.	ШПП РОГАТИЧКО– Рогатица.....	43
4.20.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	43
4.20.2.	Геолошке карактеристике	44
4.21.	ШПП РОМАНИЈСКО – Соколац.....	44
4.21.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	44
4.21.2.	Геолошке карактеристике	45
4.22.	ШПП ЈАХОРИНСКО – Пале	46
4.22.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	46
4.22.2.	Геолошке карактеристике	46
4.23.	ШПП ЧАЈНИЧКО – Чајниче	47
4.23.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	47
4.23.2.	Геолошке карактеристике	48
4.24.	ШПП КАЛИНОВИЧКО – Калиновик.....	49
4.24.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	49
4.24.2.	Геолошке карактеристике	50
4.25.	ШПП ТРНОВСКО – Трново.....	50
4.25.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	50
4.25.2.	Геолошке карактеристике	51
4.26.	ШПП ГОРЊЕДРИНСКО – Фоча	52
4.26.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	52
4.26.2.	Геолошке карактеристике	52
4.27.	ШПП НЕВЕСИЊСКО-ГАТАЧКО – Невесиње.....	53
4.27.1.	Географски положај шумскопривредног подручја	53
4.27.2.	Геолошке карактеристике	54
5.	МЕТОД РАДА.....	55
5.1.	Инвентура путева	56
5.2.	Отвореност шума	56
5.3.	Средња транспортна дистанца	60
5.3.1.	Средња транспортна дистанца –Метода <i>Path distance</i>	60
5.3.2.	Средња транспортна дистанца – Метода <i>Euclidean distance</i>	61
5.4.	Морфометријске карактеристике рељефа.....	65
5.4.1.	Нагиб терена.....	66
5.4.2.	Експозиција терена	67
5.4.3.	Хипсометрија.....	69
5.4.4.	Хидрографија.....	70
5.4.5.	Кривудаваост путева - <i>Sinuosity</i>	72

5.4.6.	Топографски позициони индекс (ТПИ)	72
5.4.7.	Вертикална рашчлањеност терена (ТРИ- terrain ruggedness index)	75
5.5.	Метода вишекритеријумског одлучивања	77
5.5.1.	Једнокритеријумско и вишекритеријумско одлучивање.....	78
5.5.1.1.	Једнокритеријумско одлучивање	78
5.5.1.2.	Вишекритеријумско одлучивање	78
5.5.2.	АХП метода	79
6.	РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	82
6.1.	Евалуација терена.....	82
6.1.1.	Нагиб терена.....	82
6.1.2.	Експозиција терена	84
6.1.3.	Хипсометријска анализа.....	88
6.1.4.	Хидрографија.....	92
6.1.5.	Кривудаџност путева - Sinuosity.....	94
6.1.6.	Топографски позициони индекс (ТПИ)	95
6.1.7.	Вертикална рашчлањеност терена (ТРИ – terrain ruggedness index)	97
6.1.8.	АХП – Оцена тежинских коефицијената.....	100
6.1.8.1.	Формирање матрице одлучивања	101
6.1.9.	Коначна оцена и класификација терена по ШПП	103
6.1.10.	Израда карте погодности	105
6.1.11.	Статистички показатељи.....	108
6.2.	Густина мреже шумских камионских путева за карактеристична ШПП	111
6.2.1.	ВЕОМА ПОГОДНИ ТЕРЕНИ.....	111
6.2.1.1.	ШПП Рибничко - РИБНИК.....	111
6.2.1.2.	ШПП Мркоњићко – МРКОЊИЋ ГРАД	114
6.2.2.	УМЕРЕНО ПОГОДНИ ТЕРЕНИ	116
6.2.2.1.	ШПП Јахорина – ПАЛЕ	116
6.2.2.2.	ШПП Средњеврбаско – ШИПОВО	118
6.2.3.	СЛАБО ПОГОДНИ ТЕРЕНИ.....	120
6.2.3.1.	ШПП Калиновичко – КАЛИНОВИК	120
6.2.3.2.	ШПП Милићко – МИЛИЋИ	122
6.2.4.	НЕПОГОДНИ ТЕРЕНИ.....	124
6.2.4.1.	ШПП Чајничко – ЧАЈНИЧЕ	124
6.2.4.2.	ШПП Которварошко – КОТОР ВАРОШ.....	126
6.2.5.	Цена коштања изградње путева и разлика међу категоријама.....	130
6.2.6.	Минимална и оптимална отвореност према морфометријској класификацији терена	132
7.	ДИСКУСИЈА.....	134
8.	ЗАКЉУЧЦИ.....	142
	ЛИТЕРАТУРА.....	145

СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 1. Висинска структура рељефа копна (Sretenović, 1974.)	3
Табела 2. Вредност појединих категорија вертикалне рашчлањености рељефа	5
Табела 3. Вредност појединих категорија углова нагиба рељефа IGU, (1968); Vognar (1990).....	8
Табела 4. Оцена конфигурације терена (Šikić et al., 1989)	9
Табела 5. Резолуција ДМТ-а.....	12
Табела 6. Површине шума и шумског земљишта	18
Табела 7. Коефицијенти продужења просечне дистанце тракторског пута	63
Табела 8. Морфометријске карактеристике терена	66
Табела 9. Опис рељефних класа (Weiss, 2001)	75
Табела 10. Сатијева скала вредновања.....	80
Табела 11. Пример матрице поређења парова критеријума.....	81
Табела 12. Нагиб терена.....	82
Табела 13. Класификација нагиба терена.....	83
Табела 14. Удео нагиба од 0-40% у укупној површини ШПП-а.....	84
Табела 15. Учешће површина у (%) према експозицијама терена.....	85
Табела 16. Класификација експозиције терена	86
Табела 17. Рангирање експозиције терена.....	87
Табела 18. Процентуално учешће надморских висина по ШПП.....	89
Табела 19. Процентуално учешће висинских слојева по ШПП	91
Табела 20. Рангирање ШПП према густини водотока	93
Табела 21. Преглед кривудавости и рангирање мреже шумских камионских путева по ШПП	94
Табела 22. Процентуално учешће форми ТПИ по ШПП	96
Табела 23. Типови и распон индекса вертикалне рашчлањености терена	98
Табела 24. Учешће површина категорија рашчлањености терена по ШПП	99
Табела 25. Оцена класификације према критеријумима.....	101
Табела 26. Одређивање тежинских коефицијената изабраних критеријума	102
Табела 27. Вредновање задатих критеријума по ШПП	103
Табела 28. Коначне вредности за класификацију ШПП-а	104
Табела 29. Класификација ШПП према категорији погодности терена за оптимизацију мреже шумских камионских путева.....	107
Табела 30. Матрица корелације нагиба терена и осталих морфометријских параметара	108
Табела 31. Стандардизовани коефицијенти	108
Табела 32. Сумарни приказ морфометријских параметара	110
Табела 33. Упоредни приказ количине путева у зависности од услова терена	130
Табела 34. Зависност просечног уздужног нагиба пута у односу на просечни попречни нагиб терена	131

СПИСАК ГРАФИКОНА

Графикон 1. Графички приказ односа степена и процената нагиба терена	63
Графикон 2. Коефицијенти продужења тракторског пута у зависности од нагиба терена	64
Графикон 3. Графички приказ учешћа нагиба терена по критеријумима	84
Графикон 4. Хипсометријска расподела ШПП-а	90
Графикон 5. Просечна дужина водотока по ШПП изражена у m/ha	92
Графикон 6. Топографски позициони индекс према погодности терена.....	95
Графикон 7. Класификација форми ТПИ по ШПП.....	97
Графикон 8. Тежински коефицијенти критеријума	102
Графикон 9. Процентуално учешће површина ШПП у Републици Српској према добијеној класификацији	107
Графикон 10. Графички приказ статистичких вредности зависности морфометријских параметара од нагиба терена.....	110
Графикон 11. Сумарни приказ свих параметара у односу на нагиб терена.....	110
Графикон 12. Број ШПП према надморским висинама у односу на погодност терена за изградњу ШКП.....	128
Графикон 13. Број ШПП према погодности за изградњу ШКП у односу на класификацију ШПП према надморским висинама	128
Графикон 14. Оптимална густина мреже путева према задатом критеријуму и погодности терена за изградњу ШКП у изабраним ШПП.....	129
Графикон 15. Просечне транспортне дистанце по одабраним ШПП.....	130
Графикон 16. Зависност уздужног нагиба пута и попречног нагиба терена по ШПП....	132
Графикон 17. Минимална и оптимална отвореност према морфометријској класификацији терена	133

СПИСАК СЛИКА

Слика 1. Мрежа путева на потпуно равном терену.....	4	
Слика 2. Мрежа шумских камионских путева на реалном терену	4	
Слика 3. Вертикална рашчлањеност рељефа ШПП Петровачко, квадрат 1 km x 1 km	5	
Слика 4. Ограничење развијања мреже путева два суседна квадрата површине 1 km ² умерене рашчлањености	6	
Слика 5. Различите форме рељефа на два суседна квадрата површине 1 km ²	6	
Слика 6. Метода 3x3 квадрата пиксела према Jenness, (2013)	7	
Слика 7. Утицај набораности терена на дужину путева.....	7	
Слика 8. Висинска разлика на дужини пута од 1 km.....	10	
Слика 9. Пример непрецизне процене терена на основу висинске разлике на дужини пута од 1 km.....	11	
Слика 10. Мрежа ћелија 20 x 20 m	Слика 11. Мрежа ћелија 100 x 100 m.....	13
Слика 12. Разлика између ДМТ и ДМП (http://www.gisresources.com/confused-dem-dtm-dsm/).....		14

Слика 13. ДМТ – Дигитални модел терена: лево GRID; десно TIN.....	15
Слика 14. Упоредни приказ средње транспортне дистанце и разлике у дужинама	61
Слика 15. Euclidean distance.....	62
Слика 16. Експозиција терена.....	68
Слика 17. Шаблон за одређивање оријентације нагиба терена.....	69
Слика 18. Утицај водотока на рељеф терена у сливном подручју.....	71
Слика 19. Растерски детаљ ДМТ-а (Jenness, 2006).....	73
Слика 20. Мало суседство радијуса 100 m.....	73
Слика 21 . Велико суседство радијуса 1000 m	74
Слика 22. Комбинација малог и великог суседства	74
Слика 23. Висинска вредност пиксела.....	76
Слика 24. Резултат добијен калкулацијом обрасца 13.....	76

СПИСАК ДИЈАГРАМА

Дијаграм 1. Path distance алгоритам	61
Дијаграм 2. Дијаграм одлучивања	80
Дијаграм 3. Дијаграм следа операција добијања карте погодности терена.....	100
Дијаграм 4. Карта погодности терена за оптимизацију шумских камионских путева..	105

СПИСАК КАРАТА

Карта 1. Прегледна карта шумскопривредних подручја Републике Српске	19
Карта 2. Хипсометријска расподела Републике Српске према (Sretenović, 1974)	70
Карта 3. Кривудаваост шумских камионских путева (Sinuosity)	72
Карта 4. Топографски позициони индекс.....	75
Карта 5. Класификација вертикалне рашчлањености терена.....	77
Карта 6. Нагиб терена у Републици Српској.....	82
Карта 7. Хипсометријска карта Републике Српске	88
Карта 8. Хидрографија Републике Српске	92
Карта 9. ТРИ – Вертикална рашчлањеност терена у Републици Српској	98
Карта 10. Коначна морфометријска класификација ШПП	106
Карта 11. Рељефни и 3Д поглед ШПП Рибичко.....	112
Карта 12. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопроектованим путевима у ШПП Рибничко	113
Карта 13. Рељефни и 3Д поглед ШПП Мркоњићко	114
Карта 14. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопроектованим путевима у ШПП Мркоњићко.....	115
Карта 15. Рељефни и 3Д поглед ШПП Јахоринско	116
Карта 16. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопроектованим путевима у ШПП Јахоринско.....	117
Карта 17. Рељефни и 3Д поглед ШПП Средњеврбаско.....	118

Карта 18. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопројектованим путевима у ШПП Средњеврбаско.....	119
Карта 19. Рељефни и 3Д поглед ШПП Калиновичко	120
Карта 20. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопројектованим путевима у ШПП Калиновичко.....	121
Карта 21. Рељефни и 3Д поглед ШПП Милићко	122
Карта 22. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопројектованим путевима у ШПП Милићко.....	123
Карта 23. Рељефни и 3Д поглед ШПП Чајничко.....	124
Карта 24. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопројектованим путевима у ШПП Чајничко.....	125
Карта 25. Рељефни и 3Д поглед ШПП Которварошко	126
Карта 26. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопројектованим путевима у ШПП Которварошко.....	127

СПИСАК ОБРАЗАЦА

Образац 1. Клеменчић (1939) одређивање оптималног растојања између путева	58
Образац 2. Јеличић (1969) одређивање оптималног растојања између путева	59
Образац 3. Бојанин (1983) одређивање оптималног растојања између путева	59
Образац 4. Апсолутна отвореност шума.....	60
Образац 5. Релативна отвореност шума.....	60
Образац 6. Продужење просечне дистанце у зависности од нагиба терена.....	62
Образац 7. Нагиб терена	67
Образац 8. Метода краљице (Queen's case).....	67
Образац 9. Метода топа (Rook's case)	67
Образац 10. Метода максималног градијента (Max. Gradient)	67
Образац 11. Одређивање експозиције терена	69
Образац 12. Одређивање густине водотока (m/ha).....	71
Образац 13. Образац за израчунавање вертикалне рашчлањености терена.....	76

Попис скраћеница

ЈПШ	<i>Јавно предузеће шумарства</i>
ИРПЦ	<i>Истраживачко развојни и пројектни центар</i>
ШГ	<i>Шумско газдинство</i>
ШПО	<i>Шумскопривредна основа</i>
ШКП	<i>Шумски камионски путеви</i>
ГИС	<i>Географски информациони систем</i>
ШПП	<i>Шумскопривредно подручје</i>
ПЈ	<i>Привредна јединица</i>
а.д.	<i>Акционарско друштво</i>
РС	<i>Република Српска</i>
GPS	<i>Географски позициони систем</i>
*.shp	<i>Дигитални облик података за обраду</i>
*.TIFF	<i>Растрски облик података за анализу</i>
ШДС	<i>Шумски дрвни сортименти</i>
FSC	<i>The Forest Stewardship Council™</i>
CLC	<i>Copernicus Land Monitoring Service</i>
MCA	<i>Мултикритеријумска анализа</i>
ЗОШ	<i>Закон о шумама Републике Српске</i>
ДМТ	<i>Дигитални модел терена</i>

1. УВОД

Добро организована мрежа шумских путева је кључна за одрживо газдовање шумским ресурсима (Hayati et al., 2013). Изградња мреже шумских путева сматра се кључним елементом успешног управљања шумама (Krč, Beguš, 2013). Шумарски сектор је у великој мери зависан од ефикасне путне мреже, с обзиром на то да се већина дрвета транспортује на одређену удаљеност камионима (Henningsson et al., 2007). Познавање стања мреже шумских путева на одређеном подручју од кључног је значаја за израду и реализацију планова газдовања шумама (Stojnić et al., 2017).

Планирање, пројектовање и изградња шумских камионских путева представљају веома сложен и комплексан технолошки процес. За комплетније сагледавање овог проблема потребно је познавати многе научне дисциплине, како биолошке тако и техничке природе. У новије време, развојем друштва, и повећавањем свести човечанства у смислу очувања животне средине (социо-еколошко-економски фактори) повећава се и број фактора који у значајној мери отежавају оптимизацију и планирање будуће шумске путне инфраструктуре. Изградња шумских камионских путева свакако ће имати утицај на животну средину па је зато оптимизација веома важна како би се штетан утицај свео на минимум. Шумски путеви нису предвиђени само за превоз шумских дрвних сотимената до крајњег корисника. Њихова улога је мултифункционална. Када су адекватно пројектовани и изграђени, могу омогућити бољи и благовременији приступ надзору и управљању шумама, бољу и ефикаснију борбу против шумских пожара и бржег деловања ватрогасаца у њиховом гашењу, пружају бољи приступ становништва како би уживали у различитим рекреативним активностима које шуме могу пружити (Ryan et al., 2004). Данас се планирање проводи уважавајући еколошке, економске, социјалне и техничке критеријуме, а у оквиру њих налази се велики број подкритеријума, који зависе од специфичности подручја у ком се развија мрежа путева (Eker, Ada, 2011).

На планирање мреже шумских камионских путева утиче много фактора као што су еколошки услови региона, врста шуме, економско стање насеља, захтеви тржишта за шумским производима, стање возила за транспорт шумских дрвних сортимената, топографски атрибути, циљеви коришћења шума итд. (Arıcak, Acar, 2004).

Још увек није направљен универзални модел оптимизације који би био применљив за свако подручје. Сваки простор специфичан је сам за себе, па га је неопходно посматрати издвојено и приступити систематски, уважавајући све факторе који отежавају или олакшавају оптимизацију. Посматрајући постојећу мрежу шумских камионских путева код нас, она најчешће није оптимизирана ни према ранијим критеријумима, а поготово данашњим који укључују низ нових ограничења. Стога, за оптимизацију будуће мреже шумских камионских путева једна од отежавајућих околности јесте и неповољан просторни распоред постојеће мреже путева.

Планирање и оптимизовање шумских камионских путева се у прошлости углавном посматрало са економског аспекта, уз минимално задовољење потреба локалног становништва. У току планирања коришћени су подаци базирани на величини сечивог етата и просечне транспортне дистанце привлачења шумских дрвних сортимената до најближег пута. Планирању мреже шумских камионских путева претходи детаљна анализа тренутног квалитативног и квантитативног стања путева, а пре свега, утврђивање просторног распореда шумских путева (Danilović, Stojnić, 2014).

Динамику изградње шумских камионских путева и отварања шума у Републици Српској прате велике осцилације. Стагнација почетком деведесетих година прошлог века последица је грађанског рата у Босни и Херцеговини. Слаба изградња шумских камионских путева у Републици Српској карактеристична је до 2006. године. Након тога, до данас, кренуло се интензивно са пројектовањем и изградњом шумских камионских путева. У овом раздобљу на простору Републике Српске пројектовано је више од 650 km путева, док се просечно годишње изгради око 50 km. Према последњим истраживањима, апсолутна отвореност износи 9,28 m/ha (Dražić et al., 2018), што је недовољна отвореност шумским камионским путевима у односу на земље Западне Европе, али је слична отворености земаља бивше СФРЈ. С обзиром да не постоји јасна методологија анализе оптималне густине мреже шумских камионских путева у Републици Српској, као параметер густине мреже путева користе се слична рељефна подручја земаља из окружења. Из тог разлога се појавила потреба за евалуацијом рељефа шума и шумског земљишта у својини Републике Српске у сврху планирања и оптимизације примарне мреже шумских путева.

1.1. Проблематика истраживања

Шумски путеви су планирани, пројектовани и изграђени инфраструктурни објекти чије просторно и конструктивно решење зависи од облика терена, намене шума, станишних и састојинских прилика шумских екосистема (Stefanović et al., 2016).

Када посматрамо шуму као комплексан екосистем тешко је одлучити шта је важније, у погледу: екологије, гајења шума, коришћења шума, заштите шума и шумског земљишта или шумске инфраструктуре. Поред низа грађевинских објеката у области шумарства (ловни објекти, противпожарне осматрачнице, мостови, пословне зграде, радионице и др.), један од најважнијих инфраструктурних објеката су свакако шумски камионски путеви.

У досадашњим истраживањима, једна од најчешћих констатација била је: „одређивање оптималне густине мреже путева је сложен и компликован проблем на који утиче веома велики број фактора”. Они делују самостално или у корелацији са другим релевантним чиниоцима (Pičman, 1994; Abdi et al., 2009; Pentek et al., 2011; Stojnić, 2019). Исто тако, у свим досадашњим радовима на овом проблему се подвлачи значај и утицај рељефа на величину оптималне густине путне мреже (Freitas et al., 2009). Међутим, конфигурација терена, као релевантан фактор густине мреже путева, није могао да се директно изрази (Tičerić, 1989). Те утицајне факторе би у најпростијем облику могли поделити на променљиве и непроменљиве (Košir, 1982, према Pičman, 1994). Непроменљиви фактори су: нагиб терена, геолошка подлога, својства земљишта, конфигурација терена, еродибилност, надморска висина и др., док су променљиви утицајни фактори: отвореност шума са шумским саобраћајницама, транспортна дистанца, категорија шума, дрвна запремина, прираст, сечиви етат, врсте сече и др. Појам оптималне густине шумске путне мреже је прилично релативан, јер се та густина не може егзактно утврдити па да добијени резултат важи за вечита времена (Aćimovski, 1997).

Морфометријске карактеристике терена, као значајан утицајни фактор густине и просторног распореда мреже шумских камионских путева, су често исказиване описно. У ранијем периоду, коришћена је војно-топографска карта размере 1:25000, која је у

ствари дводимензионалан податак и са које је било тешко извршити евалуацију терена. Из тог разлога подаци о рељефу су били описног карактера. На основу таквих података аутори су давали своју класификацију густине мреже шумских камионских путева према облицима рељефа на низијско, брдско и планинско подручје, без потпуне морфометријске анализе терена. Многи аутори у погледу одређивања густине мреже шумских камионских путева, ослањали су се на висинску структуру рељефа према (Bertović, 1999): (Steklasa, Budimpešta - Zagreb, 1888; M. Gračanin, Zagreb, 1946, Godek, Zagreb, 1949; 1950; Melik, Ljubljana, 1958; Safar, Zagreb, 1963; Sretenović, Beograd, 1974; Vognar, 1992.) (табела 1).

Табела 1. Висинска структура рељефа копна (Sretenović, 1974.)

Надморска висина	0-200 m	200 – 500 m	500 – 1000 m	1000 – 2000 m	>2000 m
	Низије	Брежуљкасто - брдовито	Ниско-планинско	Средњо-планинско	Високо-планинско

Такође, рељефни облици су издвајани и на основу висинске разлике у терену на дужини од 1 km пута (Šikić et al., 1989, Ričman, 1994, Đuka et al., 2016), а купираност (набораност) терена исказивана описно: незнатна, изражена и врло јака. На такву класификацију субјективност стручњака имала је велики утицај, јер није било јасних квалитативних индикатора. Свако подручје је специфично само по себи и захтева детаљну анализу и евалуацију терена, на начин да се утврди колико је шумских камионских путева уопште могуће сместити у анализирани простор у зависности од конфигурације терена. Из тог разлога оптимизацију мреже шумских камионских путева је потребно посматрати одвојено према групама утицајних фактора. Овај рад ће се експлицитно бавити вредновањем рељефа и његовог значаја при оптимизацији мреже шумских камионских путева.

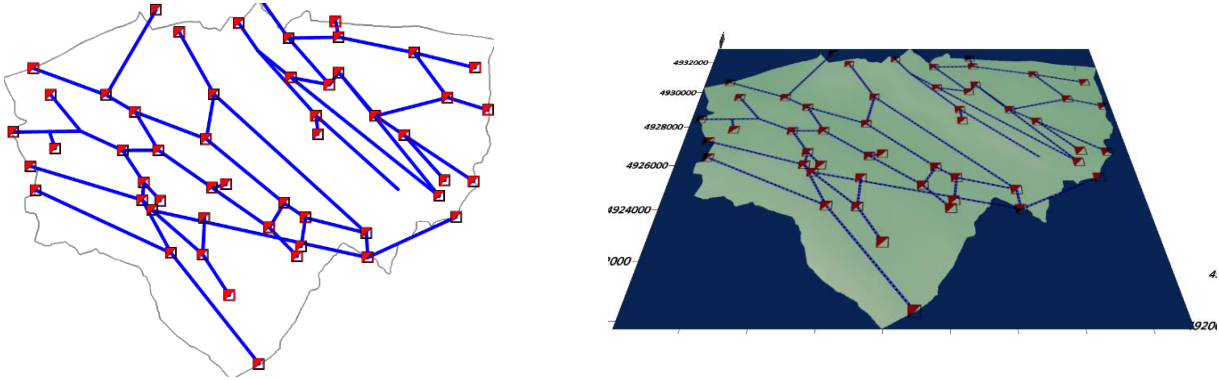
1.2. Полазне хипотезе

Основне хипотезе од којих се полази у овом истраживању су:

1. Класификација терена за ШПП према скупу морфометријских карактеристика има већи значај него класификација према надморским висинама;
2. Оптимална густина мреже шумских камионских путева на планинском подручју је двоструко већа него у низијском подручју;
3. Нагиб терена представља најважнији параметар за густину мреже шумских камионских путева;
4. Висинска разлика кота терена на дужини од 1 km пута је добар показатељ оцене конфигурације терена.
5. Применом морфометријске анализе у области шумарства, ГИС анализе и вишекритеријумског одлучивања могуће је израдити применљиве моделе за доношење одлука приликом одређивања простора погодног за изградњу мреже шумских камионских путева;

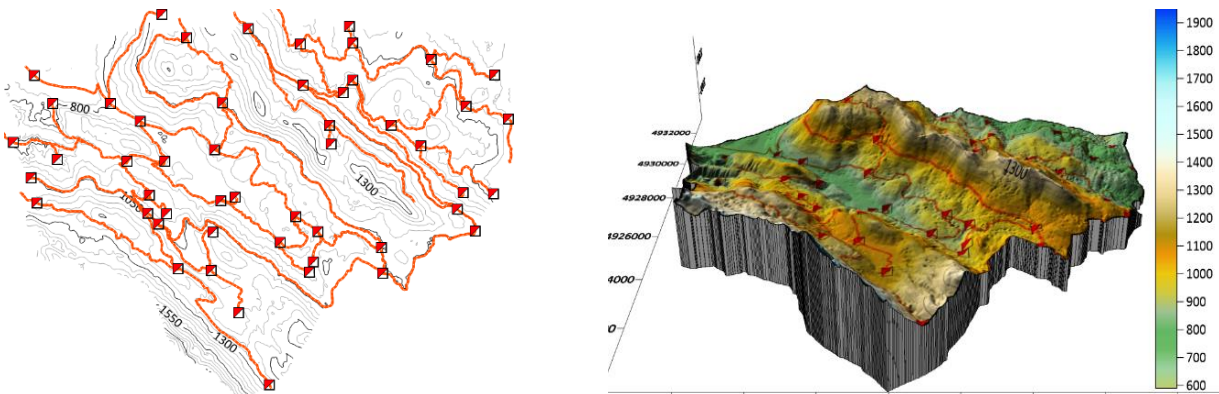
1.3. Предмет и циљеви истраживања

Ако претпоставимо да је терен неког простора или ШПП потпуно раван, онда путеви, од полазнишних до одредишних тачака, теоретски могу бити праволинијски јер на том правцу нема препрека (слика 1).



Слика 1. Мрежа путева на потпуно равном терену

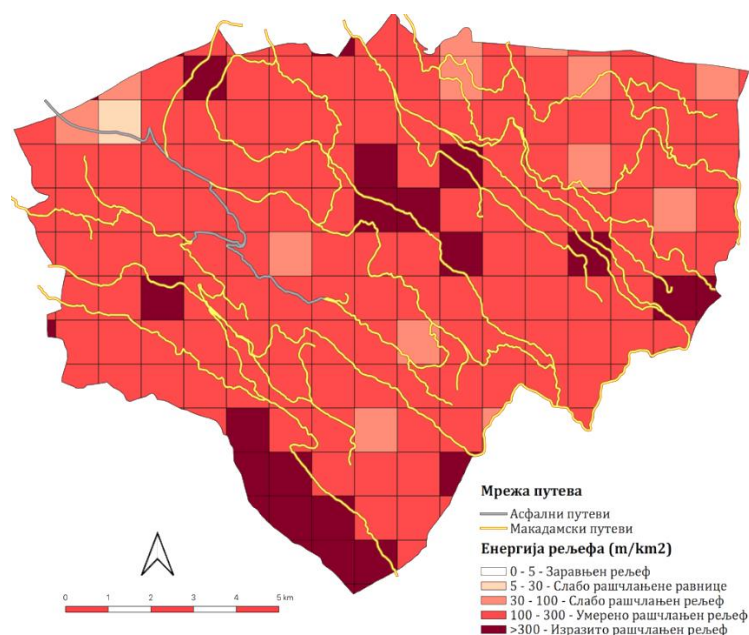
Уколико исти тај простор прикажемо са његовим рељефним карактеристикама онда ће мрежа путева изгледати значајно другачије и биће неправилног облика (слика 2).



Слика 2. Мрежа шумских камионских путева на реалном терену

У овом случају полазишне и одредишне тачке су на истим локацијама, али је дужина мреже шумских путева већа.

На простору бивше Југославије најчешће је коришћена класификација рељефа према Vognar, (1992), који конфигурацију терена према висинским разликама сврстава у пет категорија (табела 2). Ова класификација подразумева поделу подручја на мрежу квадрата 1 km x 1 km. На сваком квадрату израчунава се разлика минималне и максималне висинске разлике терена и таква вредност се изражава у m/km² (слика 3).



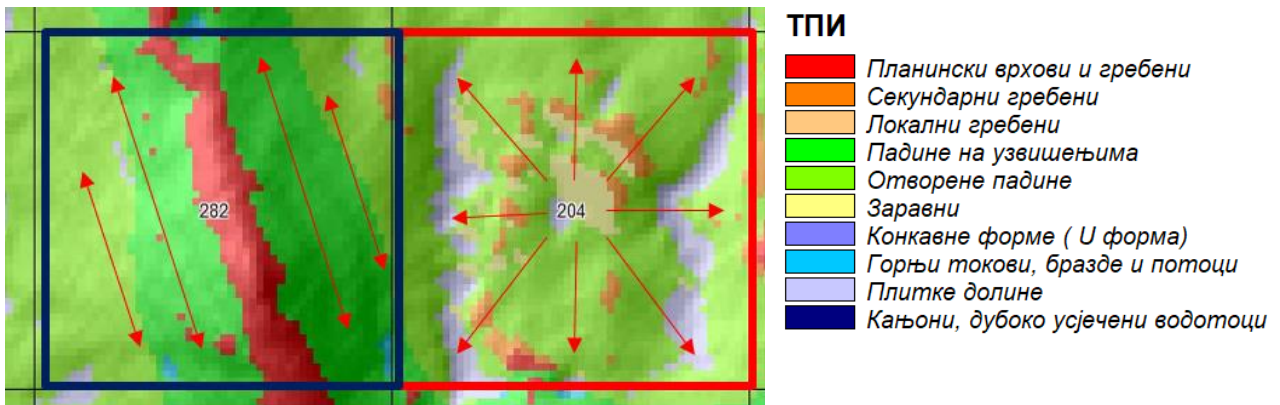
Слика 3. Вертикална рашчлањеност рељефа ШПП Петровачко, квадрат 1 km x 1 km

Оваква класификација рељефа је прилично непрецизна, јер 1 km² представља веома велики простор унутар кога се могу издвојити различити рељефни облици, који сваки на свој начин могу имати утицај на густину мреже шумских камионских путева. (табела 2).

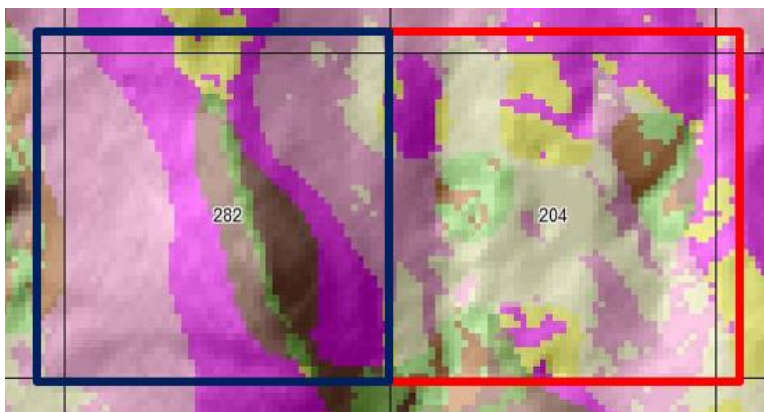
Табела 2. Вредност појединих категорија вертикалне рашчлањености рељефа

Бр.	Вертикална рашчлањеност (m/km ²)	Категорија вертикалне рашчлањености рељефа
1.	0-5	Заравњен рељеф
2.	5-30	Слабо рашчлањене равнице
3.	30-100	Слабо рашчлањен рељеф
4.	100-300	Умерено рашчлањен рељеф
5.	>300	Изразито рашчлањен рељеф

Класификација терена на основу вертикалне рашчлањености у погледу развоја мреже шумских камионских путева, мреже квадрата 1 km x 1 km, даје непрецизне податке поготово рубних квадрата који су исечени границом анализираног подручја. Због тога је потребно применити савременије методе класификације рељефа коришћењем ГИС софтвера, који анализу рељефа врши као интерполацију централног пиксела на основу окружујућих 3 x 3 пиксела. На слици 4 и 5 приказане су различите форме рељефа са вредностима 204 и 282, које су према табели 2, класификоване као умерено рашчлањен рељеф, на којима се јасно виде теренска ограничења у развијању мреже шумских камионских путева. Међутим, за изградњу путева, рељеф је потребно вредновати прецизније, јер на површини од 1 km² се може налазити велики број различитих рељефних облика, погодних и непогодних за изградњу шумских камионских путева (слика 4, слика 5).



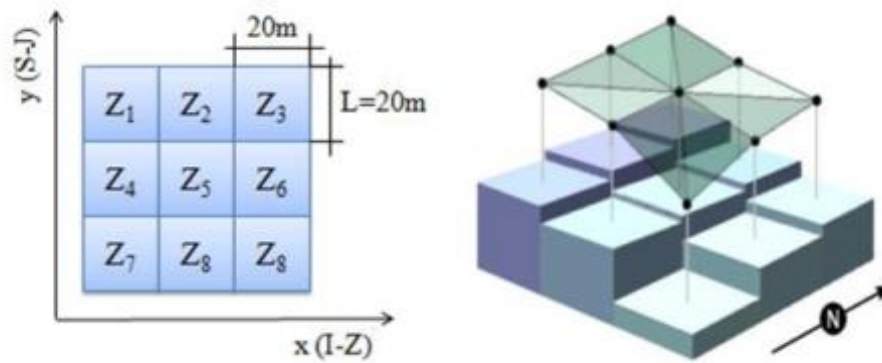
Слика 4. Ограничење развијања мреже путева два суседна квадрата површине 1 km² умерене рашчлањености



Форме рељефа

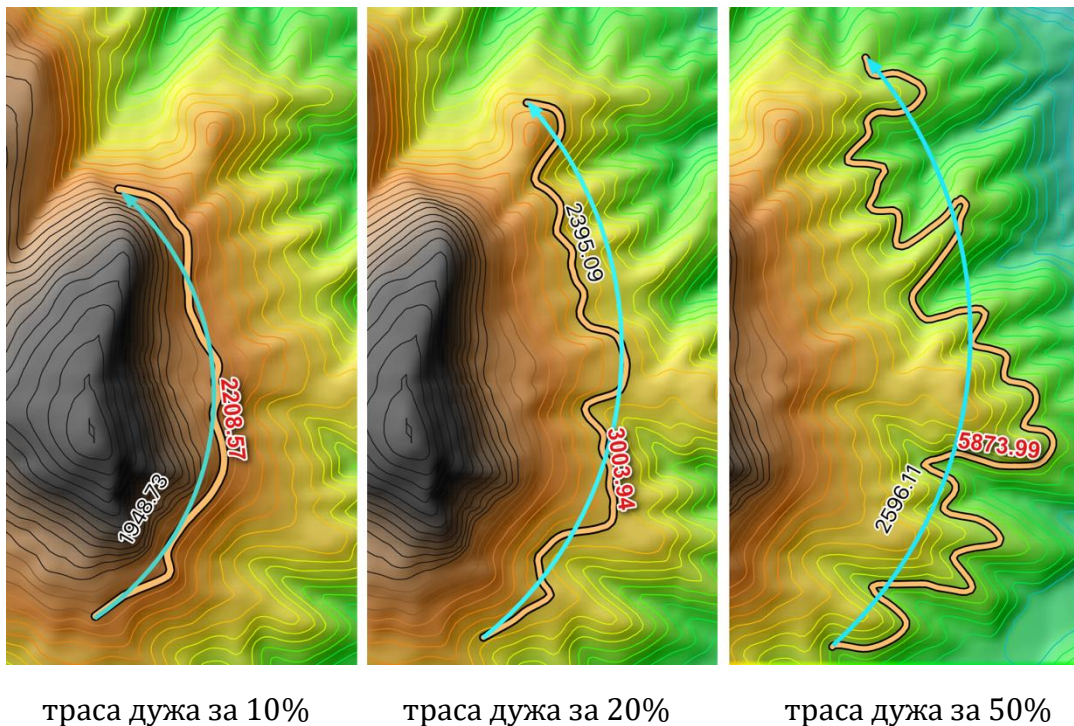
- 8) благог нагиба, грубе текстуре, слабе конвексности
- 7) благог нагиба, fine текстуре, слабе конвексности
- 6) благог нагиба, грубе текстуре, високе конвексности
- 5) благог нагиба, fine текстуре, јаке конвексности
- 4) стрмог нагиба, грубе текстуре, слабе конвексности
- 3) стрмог нагиба, fine текстуре, слабе конвексности
- 2) стрмог нагиба, грубе текстуре, јаке конвексности
- 1) стрмог нагиба, fine текстуре, јаке конвексности

Слика 5. Различите форме рељефа на два суседна квадрата површине 1 km²



Слика 6. Метода 3x3 квадрата пиксела према Jenness, (2013)

Користећи се нагибом терена у анализи техничке документације за извођење шумске саобраћајне мреже, (Lovrić 1986) наводи да су трасе шумских путева вијугаве линије које су прилагођене терену с малим земљаним и вештачким радовима. Стога је мрежу шумских путева потребно прилагодити морфологији терена, јер ће се само на тај начин постићи одговарајући учинак (слика 7).



Слика 7. Утицај набораности терена на дужину путева

Набораност или купираност терена такође је један од фактора који утиче на дужину шумске путне инфраструктуре, а самим тим и на густину мреже путева без обзира на висинску припадност подручја. Када говоримо о апсолутној отворености одређеног простора исказујемо је у m/ha или km/1000 ha. На слици 7 приказан је пример утицаја набораности терена на дужину путева у односу на испруженост изохипси терена. Један од битних фактора утицаја на процену оптималне густине мреже шумских путева

је и овај елемент. Купираност терена ће се бити приказана кроз вредности параметра названог кривудаваост путева.

С обзиром да се рељеф може схватити као заједница падина различитих категорија земљишта, у оквиру картирања и вредновања рељефа падинама се треба посветити посебна пажња. У том смислу при оцени грађевинског коришћења рељефа до сада су се у обзир узимале следеће категорије терена падина:

Табела 3. Вредност појединих категорија углова нагиба рељефа IGU, (1968); Vognar (1990)

Бр.	Нагиб (°)	Категорија нагиба
1.	0-2°	Заравњен рељеф
2.	2-5°	Слабо рашчлањене равнице
3.	5-12°	Слабо рашчлањен рељеф
4.	12-32°	Умерено рашчлањен рељеф
5.	>32°	Изразито рашчлањен рељеф

Рељеф је један од основних чинилаца који утичу на обликовање географских пејзажа. На њему се проводи највећи део људске активности, изградња насеља, изградња путева, речни токови, развија земљиште и вегетација. Вредновање облика и стања рељефа са становишта функционалнијег коришћења простора па тако и оптимизације шумских камионских путева је веома важно.

Ову класификацију (табела 2 и 3) најчешће користе стручњаци из области географије, геодезије, те у војне сврхе (Borisov et al., 2011) и друге дисциплине које су директно повезане са облицима рељефа. Најчешће је то била квантитативна геоморфолошка анализа терена Golijanin et al., (2016), као и геоеколошка евалуација природних потенцијала одређених подручја (Lozić, 1996; Lepirica, 2012; Radoš et al., 2012a; Golijanin, 2015 и др.), док се код нас у шумарству ова класификација, у погледу оптимизације мреже шумских камионских путева, слабо или никако не примењује.

2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

Многи аутори, домаћи и страни, бавили су се проблематиком оптимизације мреже шумских камионских путева. У њиховим истраживањима један од основних утицајних фактора за класификацију конфигурације терена и њихов утицај на густину мреже шумских камионских путева био је нагиб терена. При проучавању класификације шумских терена Lovrić, (1980) према Rićman, (1994), се користи литературом многим страних и домаћих аутора (Loffler, Samset, Bjeklund, Carlsson, Vojanin, Sever и др.) и констатује да се код свих аутора примењује нагиб терена као изворна величина. Даље Rićman, (1994), набраја и друге ауторе који класификацију врше на основу нагиба терена, па тако Košir, (1982) површину шумског земљишта дели на пет категорија: глатка, каменита 20 – 50%, каменита изнад 50%, стеновита 10 – 30%, стеновита изнад 50%.

Kulušić, (1990) проблематику класификације шумских терена на простору БиХ, разврстава у шест категорија према геолошко – педолошким карактеристикама, а нагиб терена разматра преко фазе привлачења за тракторе различите снаге. Jeličić, (1985) терен дели на девет категорија: раван терен, благо нагнут у паду, умерено нагнут у паду, стрм терен у паду, врло стрм терен у паду, благо нагнут терен у успону, умерено нагнут у успону, стрм терен у успону и врло стрм у успону, док Dobre, (1990) узима два фактора за класификацију и то: нагиб терена и категоризацију стена и разврстава их у четири категорије. Tičević, (1991) утврђује однос гравитационог подручја и степена утицаја конфигурације терена на оптималну густину шумских путева. Користи аналитичку и емпиријску методу и на основу наведених истраживања односа конфигурације терена и оптималне мреже шумских камионских путева шуме дели на:

- равничарске шуме, које захтевају најмању оптималну отвореност густине 10,10 m/ha,
- шумска подручја затворених сливова имају оптималну густину 10,73 m/ha,
- шуме на падинама имају оптималну густину 16,36 m/ha,
- шуме побрђа имају оптималну густину 13,52 m/ha,
- шуме на висоравнима имају просечну вредност оптималне густине 15,18 m/ha.

Šikić et al., (1989) наводи минималну отвореност за:

- низијско подручје 7,0 m/ha,
- пригорско – брдско подручје 12,0 m/ha,
- планинско подручје 15,0 m/ha,

а оцену конфигурације терена према табели 4.

Табела 4. Оцена конфигурације терена (Šikić et al., 1989)

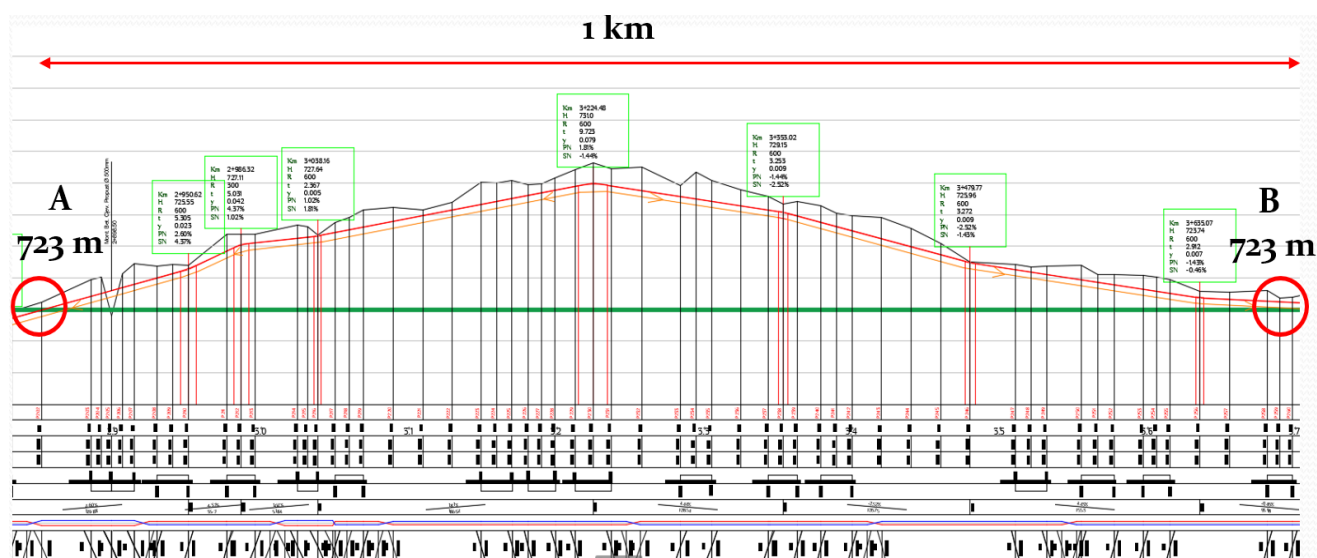
Основне карактеристике терена	Конфигурација терена		
	Равничарски	Брдовит (БТ)	Планински (ПТ)
Висинска разлика у рељефу	До 20 m	Од 20-120 m	Преко 120 m
Нагиб падина	До 1:10	1:10 до 1:3	1:3 до 1:0
Набраност терена	Незнатна	Изражена	Врло јака
Могући елементи трасе	Избор слободан	Избор делимично јаче ограничен	Елементи пута минимални

Претходно наведени критеријуми су недовољно прецизни и нејасни, те остављају отворенима многа питања, односно шумарским стручњацима је препуштено доношење низа субјективних одлука при израчунавању густине примарне шумске саобраћајне инфраструктуре (Poršinsky et al., 2017).

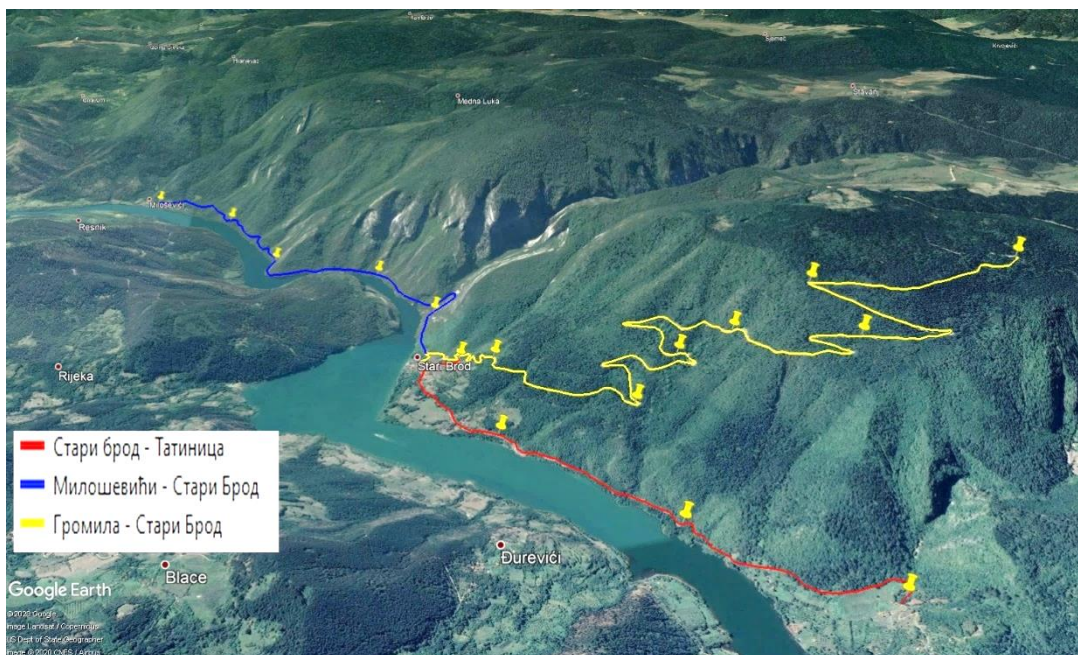
На оптималну отвореност шума изграђеним шумским путевима (тракторским путевима и влакама) од теренских особина најдиректнији утицај има нагиб терена. Шумски путеви имају утицај на отвореност шума до попречног нагиба терена од 40%, а преко тог нагиба тај утицај имају тракторски путеви, влаке и остали транспортни системи (Pičman, 1994).

Један од фактора у досадашњој класификацији је била и вредност добијена на основу висинске разлике две тачке на дужини 1 km пута. Тако Šikić et al., (1989) наводи да, уколико је висинска разлика мања од 20 m онда је то равничарски тип конфигурације терена, од 20-120 m је брдовит и преко 120 m је планинска конфигурација терена. Овакву класификацију, уз мале корекције, преузели су Đuka et al., (2016). Према овој класификацији уколико је висинска разлика мања од 20 m пут припада низијском рељефном подручју, од 20 - 80 m припада брдском и преко 80 m планинском рељефном подручју.

Оваква класификација је често оптерећена грешкама у смислу појављивања исте или сличне надморске висине на удаљености од 1 km, где висинска разлика може бити приближно једнака нули (слика 8), а унутар тог растојања се могу појавити успони и падови који неће бити регистровани. Уз помоћ дигиталног модела терена могуће је за сваки пиксел модела терена одредити његов нагиб, а на основу тога и просечан нагиб на укупној дужини пута.



Слика 8. Висинска разлика на дужини пута од 1 km



Слика 9. Пример непрецизне оцене терена на основу висинске разлике на дужини пута од 1 km

На слици 9 приказани су путеви у мјесту Стари Брод у ШПП „Рогатичко“.

1. Пут: Стари Брод – Татиница: дужина пута 3,16 km, просечна висинска разлика 25,6 m, попречни нагиб терена 52,66%;
2. Пут: Милошевићи – Стари Брод: дужина пута 4,51 km, просечна висинска разлика 18,4 m, попречни нагиб терена 45,75%;
3. Пут: Громила – Стари Брод: дужина пута 6,84 km, просечна висинска разлика 104,2 m; попречни нагиб терена 58,63%;

У овом случају, према висинским разликама пут Стари Брод – Татиница и Громила – Стари Брод сврстали би у брдовити терен, а Милошевићи – Стари Брод у равничарски терен. Међутим, ако посматрамо попречни нагиб падина сва три пута припадају планинској конфигурацији терена (табела 4).

Када се посматрају, до сада, добијене класификације густине мреже шумских камионских путева, може се видети да оне углавном имају недостатак нејасно дефинисаних и диференцираних рељефних облика, као и морфометријских карактеристика рељефа. Неке се базирају искључиво према нагибу терена, друге према облику рељефа на низије, висоравни, падине, а треће на основу хипсометријске поделе терена. Протеклих година од усвајања ових критеријума на пољу отварања шума се доста писало (Krč, Beguš, 2013; Danilović i Stojnić, 2014; Trajanov et al., 2015; Laschi et al., 2016), а увођењем новије, савременије механизације (Krupan i Poršinsky, 2002; Gumus et al., 2008; Ghaffariyan et al., 2010; Ezzati et al., 2015; Visser i Stampfer, 2015; Spinelli et al., 2017), намеће потребу за новијом класификацијом утицајних фактора. Из тог разлога неопходно је утицајне факторе раздвојити на више група сличних карактеристика, како би се оптимизација могла реалније одредити.

3. ОСНОВЕ ГИС-а У ГЕОМОРФОМЕТРИЈИ

У последње три деценије, ГИС је све више утицао на различита подручја геоморфологије (Otto et al., 2018). Нова ера примене ГИС-а у геоморфолошким студијама, започела је деведесетих година прошлог века. Класични радови (Dikau et al., 1991), (Moore et al., 1991), (Wilson, Gallant, 2000) фокусирали су се на дигитално изведене класификације земљишта и општи геоморфометријски напредак користећи ДМТ (дигитални модел терена). Прве примене ГИС-а на традиционалне геоморфолошке појаве попут клизишта, ерозије земљишта и распрострањености планинског пермафроста биле су успешне на регионалном или локалном нивоу (De Roo et al., 1989; Keller, 1992; Chairat, Delleur, 1993; Eash, 1994; Westen, Terlien, 1996). Од краја 1990-их примећује се све већа употреба ГИС-а у геоморфолошким студијама (MacMillan, Shary, 2009; Ristić et al., 2012; Radoš et al., 2012b; Jasiewicz, Stepinski, 2013; Rigol-Sanchez et al., 2015; Florinsky, 2017). Овај развој је снажно повезан са напретком у рачунарској науци, даљинском детекцији и фотограметријским техникама Ćuković, (2018). Већом доступности дигиталних података, у слободној или плаћеној верзији, повећала је развој софтвера и употребу све већег броја дигиталних података, како векторских тако и растерских. На глобалном нивоу, ДМТ-ови са резолуцијама између 1 и 30 m сада су доступни за целу планету Земаљу. Примена ГИС-а у геоморфологији обухвата приступ визуелизацији, класификацији облика рељефа, површине земљишта и хидролошку анализу, процеса и моделовања ерозије, откривање топографских промена до моделирања осетљивости на опасности.

3.1. Тродимензионални приказ рељефа

Када говоримо о дигиталном моделу терена (ДМТ) јако је битно у којој резолуцији је он израђен (Chang, Tsai, 1991). Када се ДМТ користи за планирање на стратешком нивоу, с обзиром на потребну тачност, захтева се ДМТ високе резолуције, док за планирање на стратешком и оперативном нивоу задовољавајућу тачност пружају ДМТ средње и ниске резолуције (Stojnić, 2019). Оцена квалитета резолуције дигиталног модела терена у зависности од хоризонталног растојања висинских тачака приказана је у табели 5 (Gigović, 2010).

Табела 5. Резолуција ДМТ-а

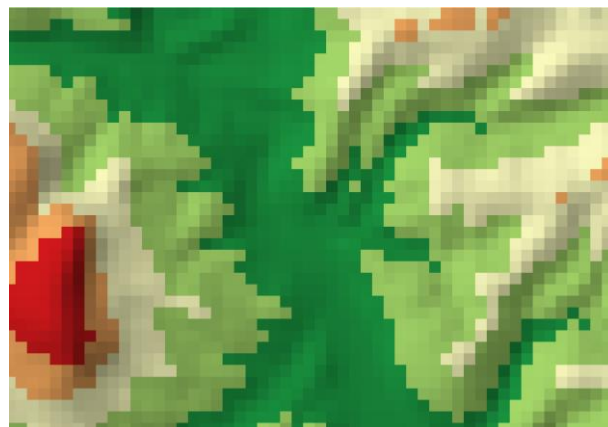
Резолуција	Хоризонтално растојање висинских тачака (m)
ниска	900-90
средња	90-30
висока	30-10
веома висока	10-1

У сврху ових истраживања биће коришћен ДМТ резолуције 20 x 20 m, који је према табели 5 класификован као ДМТ високе резолуције.

Израз Дигитални Елевациони Модел (ДЕМ), Дигитални Модел Терена (ДМТ) и Дигитални Модел Површи (ДМП) имају различите дефиниције, а у пракси се ови појмови често мешају, због чега је њихово појашњење дато у тексту који следи.

3.1.1. ДЕМ – Дигитални елевациони модел

Појам DEM (Digital Elevation Models), представља основни сет података за моделовање простора (Wang et al., 2010), такође подразумева податке о терену у облику матрице висина терена. Она се често назива гريدном (решеткастом) структуром података. Гريدне ћелије су обично у облику квадрата чија темена представљају висинске тачке, а странице су паралелне са осама координатног система. То је уопштен појам дигиталног 3Д модела висина и постоје две врсте: ДМП – дигитални модел површи (DSM – Digital surface model) и ДМТ – дигитални модел терена (DTM – Digital terrain model). Код ДЕМ-а свака ћелија растера представља тачно одређену вредност његове надморске висине (Z – вредност је правилно распоређена). Појам надморске висине наглашава мерење одређеног висинског датума и апсолутне надморске висине или надморске висине тачака у моделу (Perizza, 2004). Ове тачке у простору се налазе углавном повезане са неким координатним системом. Свака тачка има своју географску ширину, географску дужину или UTM (Universal Transverse Mercator) координатни систем. Да би ДЕМ био прецизнији потребно је да тачке ћелија буду што ближе једна другој. Дефинисање врхова, гребена или увала ће бити јасније уколико је интервал мреже мањи, него уколико је тај интервал већи. У свом раду (Prodanović et al., 2009) истражују употребу дигиталних модела висина (ДЕМ) за потребе аутоматског креирања улазних података неопходних за примену физички заснованих хидролошких модела.



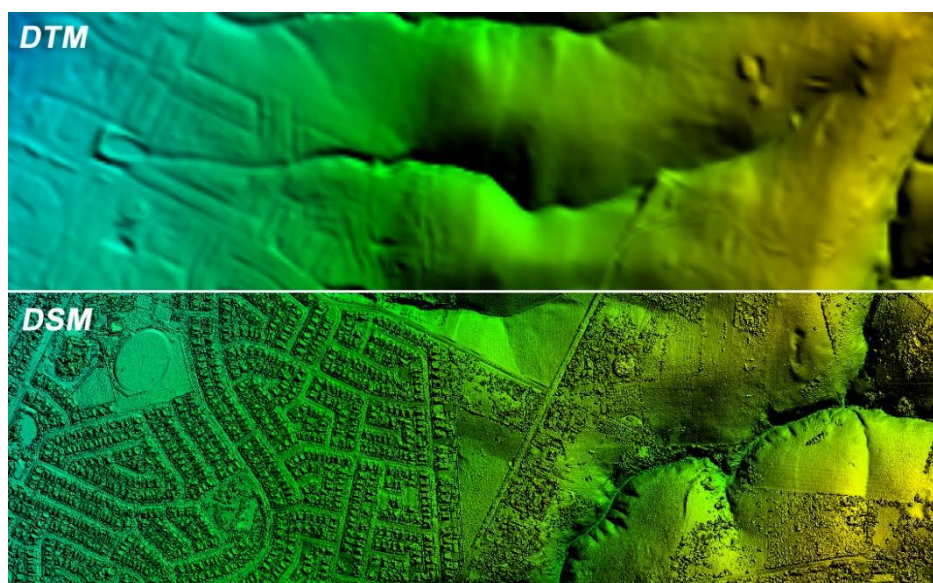
Резолуција терена

Слика 10. Мрежа ћелија 20 x 20 m

Слика 11. Мрежа ћелија 100 x 100 m

3.1.2. ДМП – Дигитални модел површи

DSM (Digital surface model) је дигитални површински модел, односно топографски модел Земљине површине који укључује, објекте, вегетацију, путеве и природну површину терена. Анализа површинских текстура игра важну улогу у геоморфометријској анализи високорезолуционих дигиталних модела терена (Trevisani, Rocca, 2015).



Слика 12. Разлика између ДМТ и ДМП (<http://www.gisresources.com/confused-dem-dtm-dsm/>)

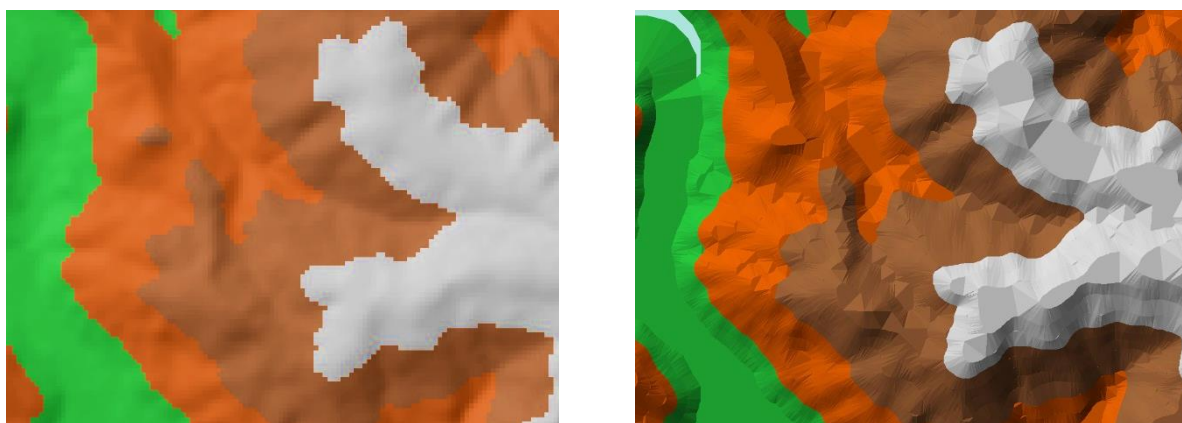
3.1.3. ДМТ – Дигитални модел терена

Интернационални појам дигитални модел терена (ДМТ) датира с краја 1950-их и обично се приписује двојци америчких инжењера са Massachusetts Institute of Technology, Milleru и Laflammeu. Они су, међу првима, дефинисали ДМТ као статистички приказ континуиране површине Земље великим бројем одабраних тачака са познатим координатама X, Y, Z у произвољном координатном систему (Miller, Laflamme 1958). DTM (Digital terrain model) је дигитални модел терена који представља чисти модел терена Земље без вегетације, објеката и других људских творевина. Практично, то је очишћени ДСМ. Код нас се често користи и термин ДМР (Дигитални Модел Релјефа)

Дигитални модел терена је уређени низ бројева који представља просторну расподелу надморске висине изнад неког произвољног податка у пејзажу (Moore et al., 1991). Дигитални модел терена данас представља стандардан начин за представљање површина терена у дигиталном облику. Површина терена се представља математичким моделом који се базира на коришћењу правилне мреже висина (GRID) или на коришћењу мреже неправилних троуглова (TIN).

ДМТ је нумеричка и математичка представа терена добијена коришћењем одговарајућих висинских и положајних мерења, компатибилних у густини и распореду са тереном, тако да висина било које тачке на обухваћеном терену може аутоматски да се добије интерполацијом уз одговарајућу тачност. Под термином Digital Terrain Model

(DTM) подразумевају се базе са TIN (Triangulated Irregular Network) структуром података, коју чине неправилно распоређене, најчешће оригинално мерене тачке на терену, које представљају темна мреже неправилних непреклапајућих троуглова. У TIN методи сви узорци тачака су повезани низом троуглова, најчешће на бази Delaunay - еве триангулације (линеарна функција) (Watson, 1992). Сваки троугао чини раван омеђену са три линије и тачкама. За сваки троугао (нпр. АБЦ), вреди правило да се сви узорци тачака, осим А, Б и Ц, налазе ван описане кружнице троугла АБЦ. Предност TIN структуре је могућност употребе великог броја различитих врста улазних података, а због неправилног размака између чворова може се добро прилагодити комплексности рељефа (употребом више тачака на подручју знатнијих висинских промена и мање тачака на подручју уједначенијег терена) (Šamanović, 2014).



Слика 13. ДМТ – Дигитални модел терена: лево GRID; десно TIN

Ови модели се формирају на основу познатих позиција и висина тачака и карактеристичних линија (структурне и преломне линије) површине терена. Дигитална анализа рељефа представља скуп метода и техника које се користе за извођење морфометријских параметара или варијабли о терену на основу дигиталног модела рељефа (Shary et al., 2002).

Најчешће коришћени глобални ДМТ резолуције < 90 m су подаци shuttle radar topography mission (SRTM) о надморским висинама (Farr et al., 2007, Drăguț, Eisank, 2012) доступни од 60 степени северно до 60 степени јужно, резолуције приближно 30 m на екватору и ASTER GDEM (Gesch et al., 2012), глобални ДМП изведен из сателитских снимака стерео фотограметријом и доступан од 83 степени северно до 83 степена јужно, резолуције резолуције приближно 30 m. Надаље, HydroSHEDS (Hydrological data and maps based on Shuttle Elevation Derivatives at multiple Scales) (Lehner et al., 2008) изведени су из различитих верзија SRTM-а и пружају хидрографске податке, заједно с подацима о надморској висини резолуције од 90 m. Радарски интерферометријски пројекат WorldDEM (<http://www.intelligence-airbusds.com/worlddem/>) који је развила мисија TanDEM-X од стране немачког ваздухопловног центра завршен је у октобру 2016. године и први пут пружа глобални модел терена резолуције 12 m (Zink et al., 2011).

3.2. Алати за геопроецирање

Већина поступака евалуације терена извршена је у програму SAGA GIS, док су за остале операције и разраду података коришћени ESRI ArcGIS, QGIS и Golden surfer. SAGA GIS (System for Automated Geoscientific Analyses) је ГИС софтвер дизајниран за једноставне и делотворне имплементације алгоритама за просторно управљање, а подаци коришћени у дисертацији обрађени су у верзији SAGA GIS 7.6.1.

SAGA GIS¹ је слободни софтвер FOSS (Free Open Source Software) који осигурава једноставно корисничко окружење са великим могућностима визуелизације. Развој програма започео је почетком овог века, а иницирао га је тим истраживача из Управног одељења за просторну географију, Универзитета у Göttingenu у Немачкој. 2007. године развојни тим сели се у Хамбург, на Институт за географију, Одељење за физикалну географију. Идеја о развоју једног оваквог софтвера кренула је од рада на неколико истраживачких пројеката везаних за анализу растерских података, фокусираних на DEM-у, који се употребљавао за предвиђања особина земљишта, динамичких процеса у земљишту и климатских параметара. Како у том тренутку није постојала платформа са интегрисаном подршком за геоанализе која би задовољила тако опсежан скуп задатака, креиран је слободни програм SAGA GIS. С циљем да омогући одрживи и дугорочни развој, који покрива цели спектар интереса корисника, основана је 2005. године SAGA GIS User Group, непрофитна организација која је организовала састанке корисника (први је био 2006. у Салзбургу, Аустрија) како би се кроз дискусије и презентације нових метода прошириле могућности употребе софтвера.

SAGA GIS је писана у C++ програмском језику са објектно оријентисаним дизајном система. Коришћење платформе wxWidgets омогућава покретање SAGA GIS-е на оперативним системима MS-Windows и Linux. Архитектура система је модуларна, а његова основа је API (Application Programming Interface), који омогућава основне дефиниције за програмирање научних модула са бројним корисним класама и функцијама. Графичко окружење, GUI (Graphical User Interface) омогућава кориснику контролу система, а одговорно је за модул, управљање и визуелизацију података, анализу података и манипулацију извршењем модула.

SAGA GIS долази са свеобухватним скупом бесплатних модула, од којих је већина објављена под GPL (General Public License). Део тих модула су једноставни алати за моделирање и анализе, а део су сложени системи који представљају врхунац алгоритама за анализе у геонауци (Olaya, Conrad, 2009). Основни модул је модул за учитавање великог броја датотека различитих формата. Како размена податка између различитих програма захтева филтере за импорт/експорт, SAGA GIS нуди низ различитих филтера за уобичајене формате, укључујући различите формате снимака и ГПС-а. Најфлексибилнији је модул за унос растерских података који користи Библиотеку за апстракцију просторних података, GDAL (Geospatial Data Abstraction Library), а који подржава око 40 различитих формата.

Уско повезан са растерском анализом је модул за манипулацију слике и анализу, који садржи бројне филтере за „пеглање“, изоштравање, кластер анализу, анализе минимума и максимума и др. Статистичке анализе растерских података укључују

¹ <http://www.saga-gis.org/en/index.html>

регресиону анализу тачака и екстраполацију вредности. Семивариограм се користи за утврђивање аутокорељације тачака и за прилагођавање једној од Кригинг интерполација. SAGA GIS садржи много модула за обраду ДМТ-а и анализа терена, као што је аналитичко сенчење, анализе видљивости, локална геоморфометрија и геоморфометријска класификација, одређивање параметара терена везаних за хидрологију, одређивање мреже канала (channel network), издвајања вододелнице слива (watershed basin extraction), креирање профила и др. (Panagos et al., 2015). Велики број алгоритама је израђен на основу објављених научних радова из различитих области, што му даје предност у односу на друге софтвере.

4. ИСТРАЖИВАНО ПОДРУЧЈЕ

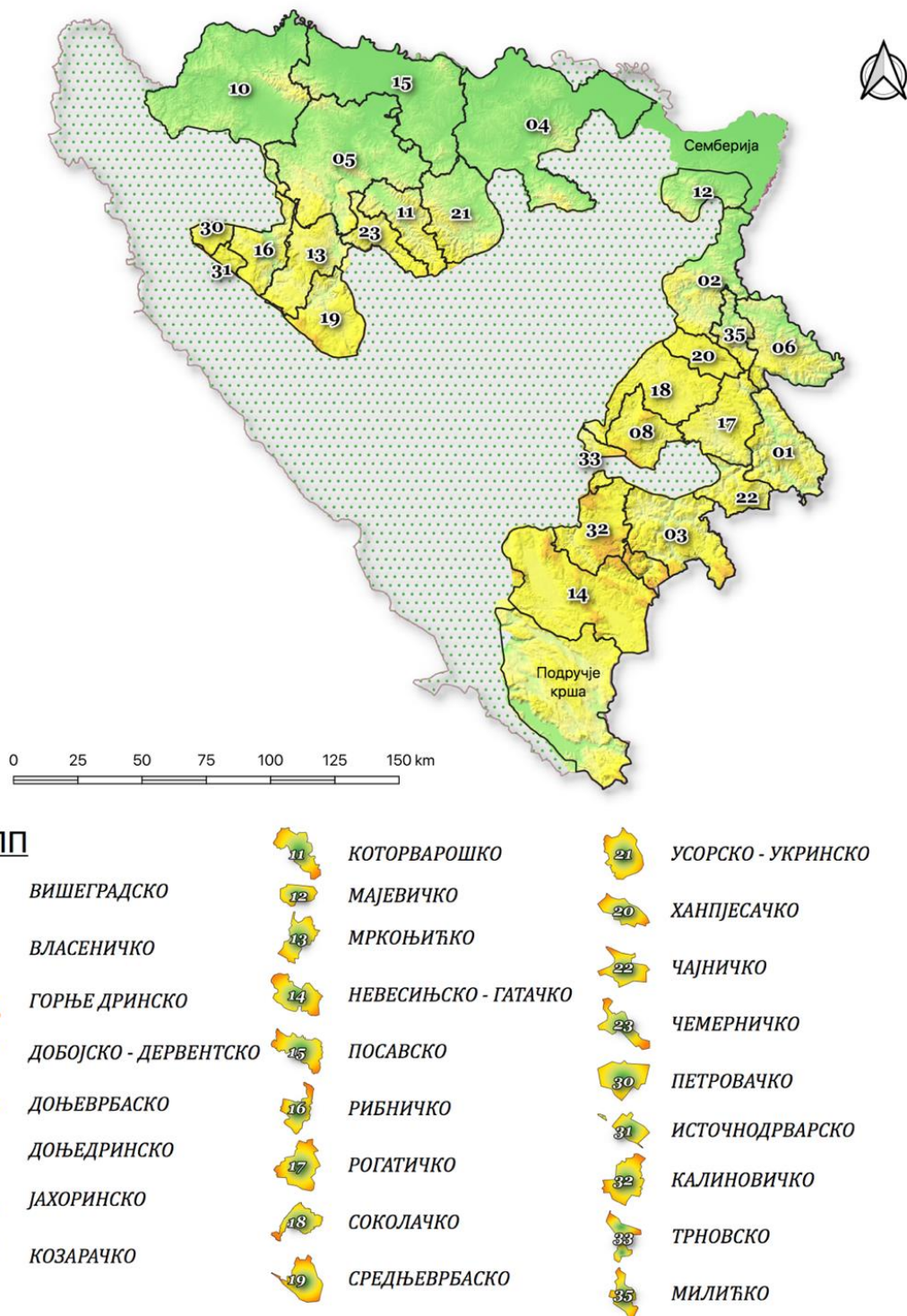
4.1. РЕПУБЛИКА СРПСКА

Истраживано подручје представљају површине шуме и шумско земљиште у својини Републике Српске, једног од два Ентитета у Босни и Херцеговини. Простор Републике Српске је веома специфичан по својим геоморфолошким карактеристикама, где су заступљени скоро сви геоморфолошки облици рељефа. Према катастру шума (ЈРШ, 2017), укупна површина шума и шумског земљишта у својини Републике Српске износи 1.011.230,01 ha, а површина шума и шумског земљишта у приватној својини износи 300.329,00 ha.

Табела 6. Површине шума и шумског земљишта

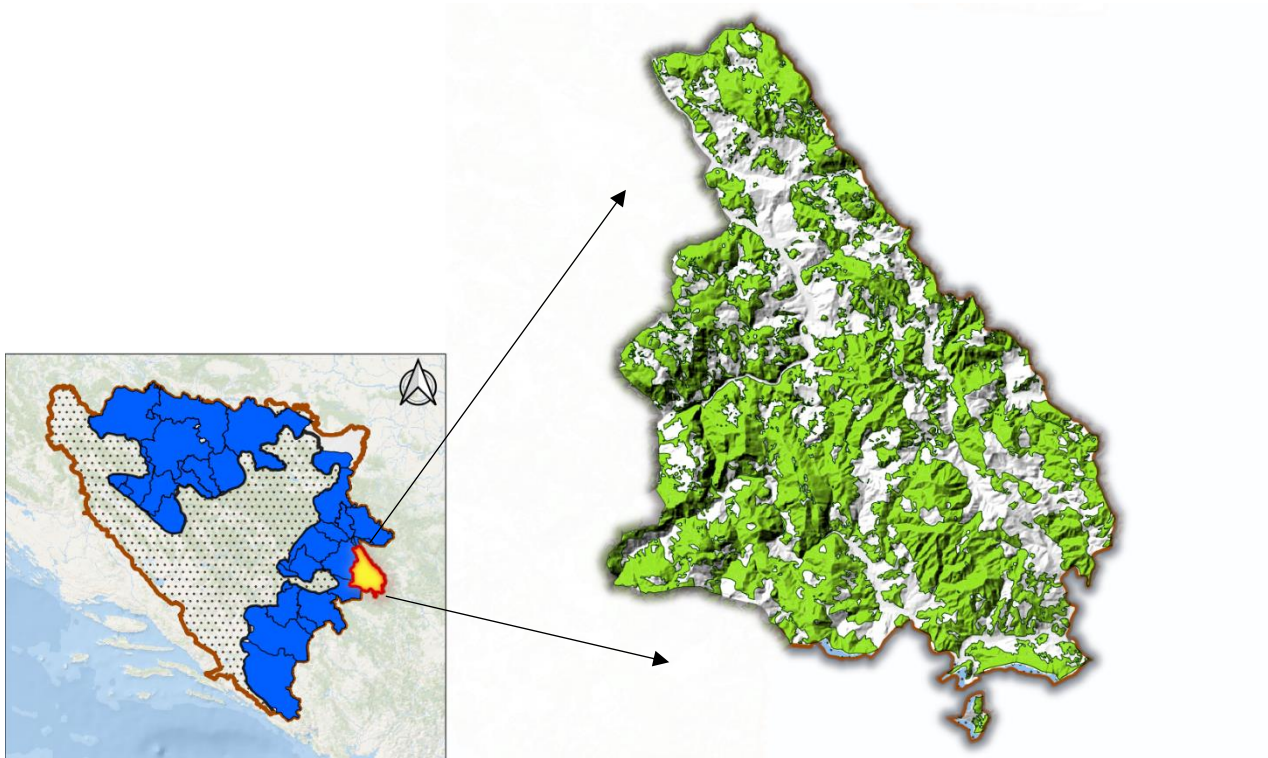
Категорија шума	ha
1000 - Високе шуме са природном обновом	469.855,25
2000 - Високе деградиране шуме	19.632,44
3000 - Шумске културе	54.578,40
4000 - Издавачке шуме	215.382,28
5000 - Површине подесне за пошумљавање и газдовање	168.123,51
6000 - Површине неподесне за пошумљавање и газдовање	63.565,96
7000 - Узурпација	20.092,17
УКУПНО	1.011.230,01

Корисник шума и шумског земљишта, у Републици Српској, је ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а.д. Соколац у оквиру којих се налази 26 шумскопривредних подручја и подручје крша којим газдује „Центар за газдовањем кршом“ са седиштем у Требињу, са површином од 176.725.0 ha. У укупну површину улазе и површине Националних паркова: НП „Козара“ са 3.530 ha; НП „Сутјеска“ са 17.214 ha; и НП „Дрина“ са 4.186,37 ha. Индустијске плантаже обухватају површину од 7.383 ha са доминацијом шумских култура и плантажа, површине 5.581 ha. Овим истраживањима анализирана је површина од 826.048,37 ha којом газдује 26 шумских газдинстава без Дистрикта Брчко. Остале површине нису обухваћене истраживањем, јер шуме и шумско земљиште на овим површинама имају другачију намену, а самим тим и густину мреже шумских камионских путева.



Карта 1. Прегледна карта шумскопривредних подручја Републике Српске

4.2. ШПП ВИШЕГРАДСКО – Вишеград



4.2.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске о формирању шумскопривредних подручја у Републици Српској („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05, 10/07 и 107/12) формирано је „Вишеградско“ ШПП, чији је корисник Шумско газдинство „Панос“, са седиштем у Вишеграду. ШПП „Вишеградско“ налази се у источном делу Републике Српске, односно Босне и Херцеговине. Са северне стране, подручје граничи са ШПП „Доњедринско“, са западне стране ШПП „Рогатичко“, са јужне и источне стране Републиком Србијом, а са југозападне стране са ШПП „Чајничко“. Подручје на коме газдује Шумско газдинство „Панос“ се простире на територији општина Вишеград, Рудо и Чајниче. Укупна површина „Вишеградског“ шумскопривредног подручја износи 43.211,87 хектара.

4.2.2. Геолошке карактеристике

Различитост геолошких подлога је основно обележје „Вишеградског“ шумскопривредног подручја. Неколико стена има значајније распрострањење, од којих су на првом месту кречњаци, затим флишни и кисело силикатни седименти, перидотити, дијабази са спилитима, габри са трактолитима и амфиболитима.

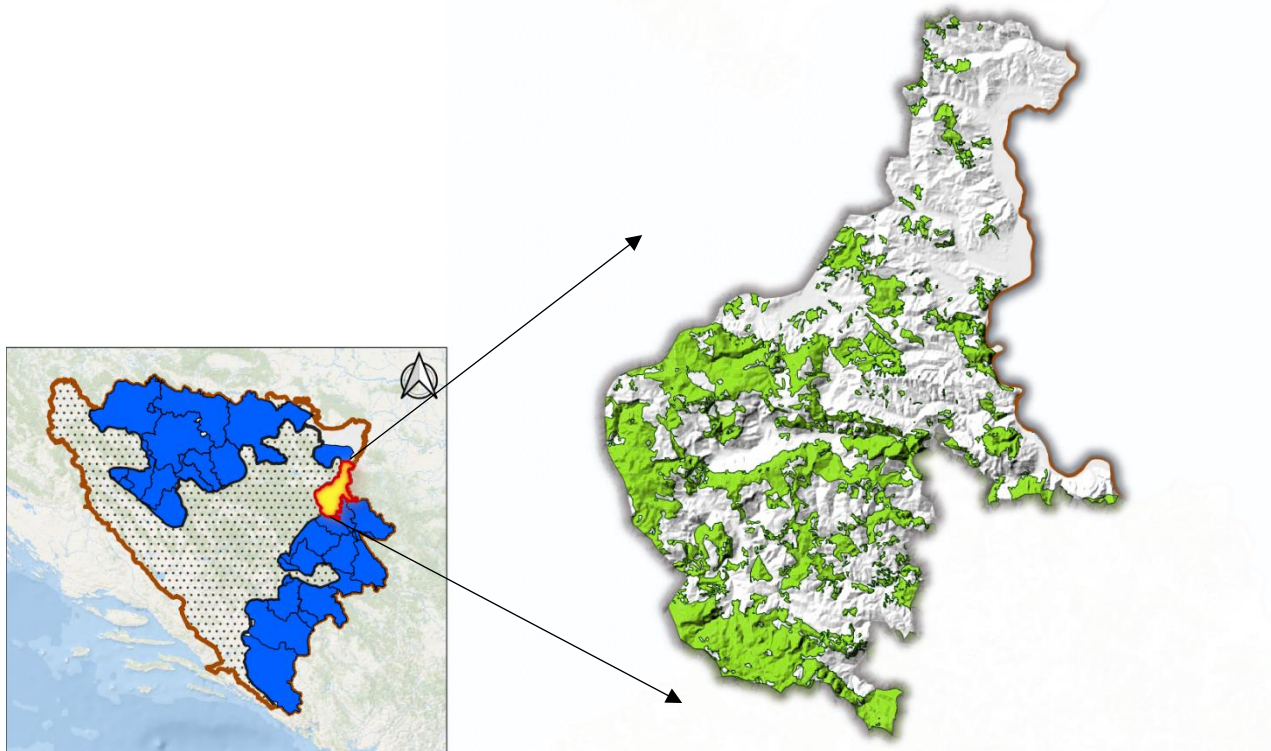
Једри и лапоровити кречњаци (са лапорцима) су раширени на десној страни Рзава, на потезу од Велетовачког потока до саставка Бијелог и Црног Рзава, затим у сливу Бјелуше и на десној страни Добрунске ријеке.

На Великом Столцу, Бабиној гори, Јањачи, Гостиљи и кањонским странама Дрине једри кречњаци се смењују са серијама силикатно-карбонатних стена (кречњаци-ројњаци, кречњаци-лапорци-пешчари). Једре и лапоровите кречњаке (са лапорцима) одликује рељеф „велике енергије” па преовладавају млађи развојни стадијуми (литосоли, црнице и рендзине), и то често као хомогене картографске јединице.

Дијабази (са долеритима) захватају значајне површине око Вишеградске бање, Вишеграда, на Паносу, Бабиној гори, затим велики комплекс на Сувој гори (од Дрине до Добрунске ријеке и на југу до слива Мочина потока).

Перидотити су ултрабазичне стене, тамнозелене до црне боје, чије су главне одлике лако физичко распадање и специфични хемијски састав који условљава појаву „серпентинофита”, биљака везаних за перидотите. Налазе се на Паносу, где се мешају са габрима (са проктолитима), затим на десној страни Дрине те на Сувој гори. Највећи комплекс перидотита је констатован у сливу Крушевице. Подаци преузети из важеће ШПО ” Вишеградско”, (2015-2024).

4.3. ШПП ВЛАСЕНИЧКО – Власеница



4.3.1. Географски положај шумскопривредног подручја

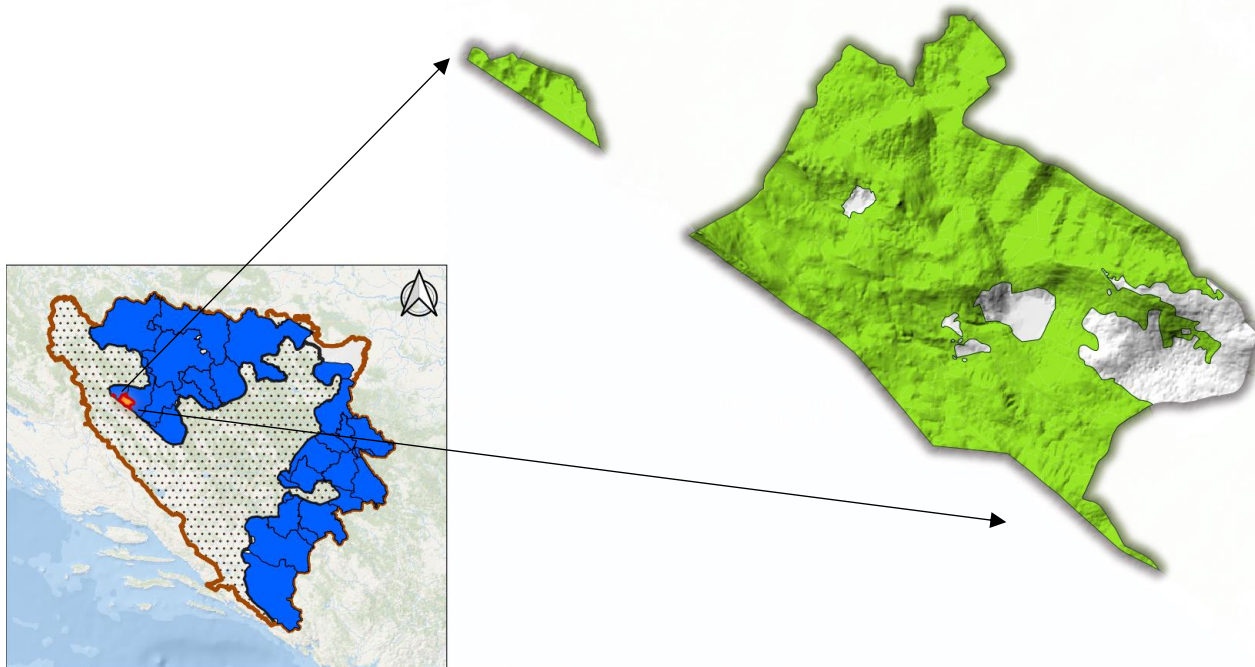
Одлуком Владе Републике Српске („Службени гласник Републике Српске”, број 101/05), формирано је „Власеничко” шумскопривредно подручје, којим управља и газдује Шумско газдинство „Бирач”, са седиштем у Власеници и шумским управама у Шековићима, Зворнику и Власеници. „Власеничко” шумскопривредно подручје формирано је спајањем бившег „Шековићког” и „Власеничког” шумскопривредног подручја. Подручје „Власеничко” лежи између 18°48' и 19°10' источне географске дужине и 44°36' северне географске ширине.

Власеница се налази на месту где се пут, који из долине реке Дрине води према Сарајеву, дели у два крака, па један продужава ка југу – Хан Пијеску – Сокоцу – Сарајеву, а други нешто западнијим смером - Кладањ – Олово – Сарајево. Својим географским положајем и надморском висином од 668 метара, Власеница спада у ред брдскопланинских градића. Само један мањи део територије општине Власеница је на висини мањој од 500 метара, једна трећина је између 500 и 700 метара, а остали део њеног подручја је на преко 700, чак и до 1.400 метара висине над морем.

4.3.2. Педолошке карактеристике

На педолошкој карти овог подручја уочавају се разлике у сложености у земљином покривачу што је последица сложеног деловања педогенетских фактора, у првом реду због учешћа разноврсне матичне подлоге. По пространству највећа издвојена картографска јединица је земљишна комбинација дистричних камбисола на киселим силикатним стенама. Дистрични камбисоли развијени су на подлози где преовлађују кварцни пешчари, конгломерати и шкриљасти глинци. Природну вегетацију чине углавном букове шуме и шуме хрстова. Земљишта су кисела до јако кисела и претежно сува. Подклиматска сувоћа појачана је и микрорелефом, јер су ова земљишта већином распрострањена на гребенима и стрмим деловима падина. Подаци преузети из важеће ШПО "Власеничко", (2011-2020).

4.4. ШПП ИСТОЧНОДРВАРСКО – Источни Дрвар



4.4.1. Географски положај шумскопривредног подручја

„Источнодрварско“ шумскопривредно подручје смештено је у северозападном делу Републике Српске и према Еколошко-вегетацијској рејонизацији Босне и

Херцеговине (Стефановић, В. et al. 1983) припада Области унутрашњих Динарида, западnobосанском кречњачко-доломитном подручју.

Шумскопривредно подручје „Источнодрварско“ са истока и севера граничи са општином Рибник, а са северозапада са општином Дринић. На југозападу то је Федерација БиХ. Југозападну границу подручја чине високопланински гребени и висоравни који уједно представљају границу медитеранских утицаја. Подручје на коме газдује Шумско газдинство „Клековача-Потоци“ се простире већим делом на подручју општине Источни Дрвар и мањим делом на подручју општине Рибник. Источни Дрвар (седиште општине је у месту Потоци, чије су координате: 44°23'33" северне географске ширине и 16°37'12" источне географске дужине) је једна од најмањих и најмалобројнијих општина у Републици Српској. Општину чине места: Потоци, Срнетица, Дражићи и Увала. Потоци су старо шумско насеље у којем се налазе општинска зграда, ресторан, зграда шумског газдинства, амбуланта, неколико зграда за смештај радника, приватних кућа и викендица. Укупна површина „Источнодрварског“ шумскопривредног подручја износи 7.790,51 хектар.

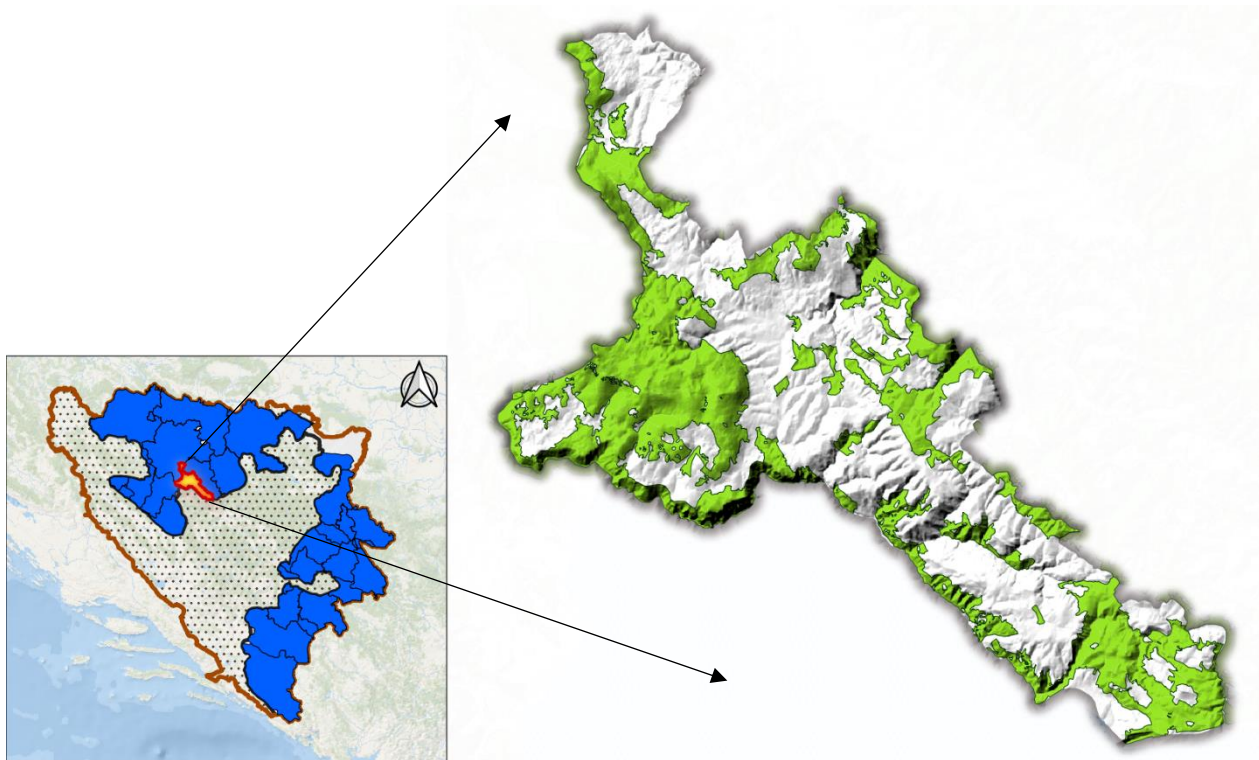
4.4.2. Орографске карактеристике

Орографске карактеристике подручја које припада кључко-петровачком и гламочко-купрешком рејону одликују се брдско-планинским карактеристикама, а ово подручје је у мањој мери прошарано крашким депресијама, те са јаче или слабије израженим речним долинама. Само у депресијама у унутрашњости планина подручје се одликује долинско-брдском орографијом терена.

Подручје (наведени рејон) се простире од Грмеча, на северу и кањона Уне, на северозападу до Луњеваче на југозападу. Према истоку подручје се спушта према Припанонској и прелазној илирско-мезијској области. Југозападну границу подручја истраживања чине високопланински гребени и висоравни који уједно представљају границу медитеранских утицаја. Само шумскопривредно подручје лежи источно од Велике и Мале Клековаче до Ресановаче, северно до насеља Срнетица и североисточно до Бобије.

Геоморфолошка особина овог подручја је појава вртачастих висоравни са издизањем виших кречњачких масива. Геолошка подлога и надморска висина, те изражена орографија терена имала је пресудни значај за појаву специфичне вегетације и њеног правилног зонирања у висинском погледу. Основни правац пружања планинских масива је северозапад-југоисток. У погледу хидролошких карактеристика подручја могу се издвојити два дела. Први део чине подручја на којима доминира кречњачка геолошка подлога, где нема извора нити потока или се повремено појављује мањи број извора сезонског карактера, а други део су подручја на којима доминира доломитна геолошка подлога са већим бројем извора и потока. Подаци преузети из важеће ШПО "Источнодрварско", (2013-2022).

4.5. ШПП ЧЕМЕРНИЧКО – Кнежево



4.5.1. Географски положај шумскопривредног подручја Чемерничко

„Чемерничко“ шумскопривредно подручје заузима подручје од Јаворана на северозападу до Корићана на југоистоку, обухвата кречњачке масиве који се степенасто уздижу од Осмаче, преко Тисовца, Чемернице до северозападног дела Влашића, као највишег масива у овом рејону. То су изразито брдско-планински предели у висинском распону од 300 m до 1.500 m надморске висине (врх Лисина 1.494 m). Шумскопривредно подручје „Чемерничко“ са севера и запада граничи са „Бањалучким“, а са истока „Которварошким“ шумскопривредним подручјем, док се са јужне стране протеже граница са Федерацијом БиХ.

На овом шумскопривредном подручју присуство водених токова и количина воде у њима је задовољавајуће. Ово подручје се одликује површинском хидрографском мрежом и појавом већег броја извора, распоређених на читавом простору флишних наслага. У овим наслагама су настали потоци Цврцка, Дубоки поток, Зловарски поток, Угрић, те мање реке, Иломска, Угар и Кобиљска ријека са својим притокама. Укупна површина „Чемерничког“ шумскопривредног подручја износи 15.099,69 хектара.

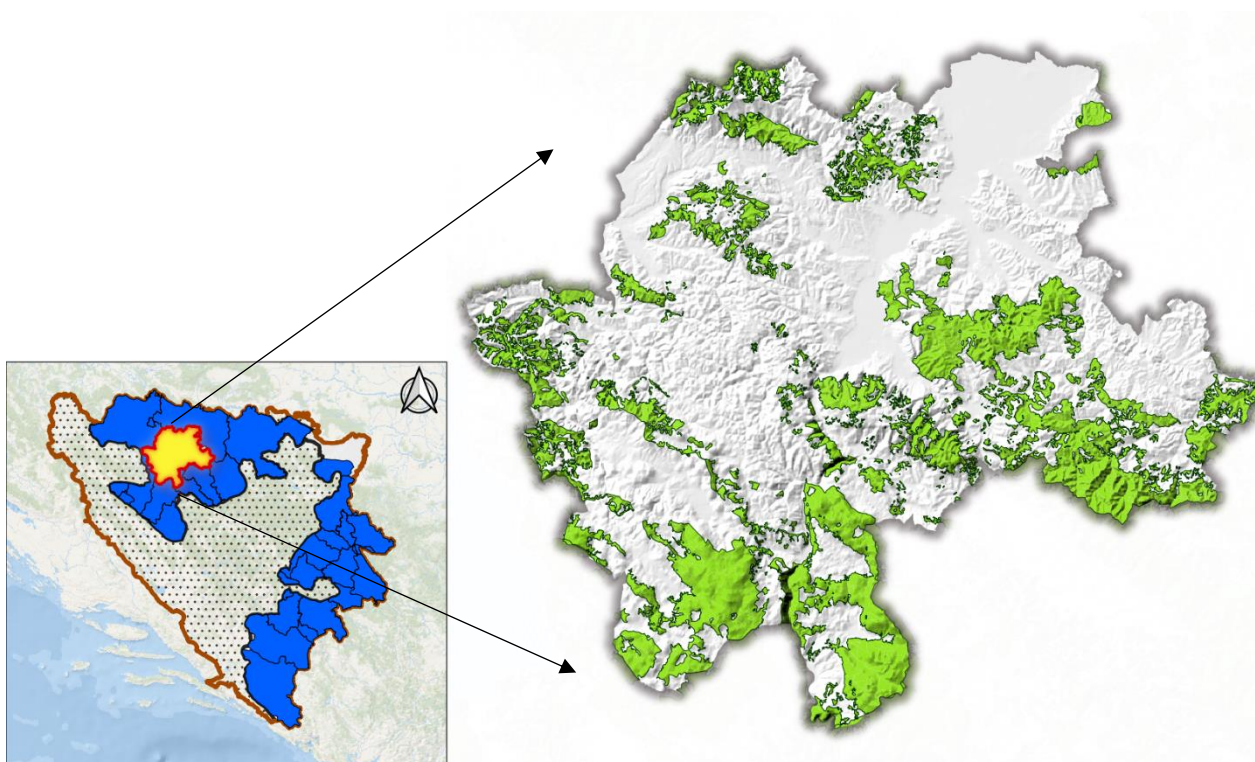
4.5.2. Геолошке карактеристике

Горњокредне флишне насlage, које преовладавају на „Кнежевском“ ШПП, се протежу од Јаворана, на северозападу до Иломске ријеке и Корићана, на југоистоку. Друге, велике скупине стена су једри кречњаци Чемернице, Осмаче и Тисовца који

припадају доњој креди. Флишне насlage чине три пакета: кречњачко-калкаренитски, лапоровитопешчарски и кречњачки пакет.

Кречњаци из калкаренитско-кречњачког пакета припадају лапоровитим кречњацима који се одликују тиме да имају више нераствореног остатка него типични једри кречњаци овог подручја, што има утицаја на специфичност педогенезе на овим кречњацима. У лапоровито-пешчарском пакету пешчари су силикатно-карбонатни, а одлика им је да се карбонати лако испирају па се на њима образују, углавном кисела смеђа (дистрични камбисоли) и илимеризована земљишта (лувисоли). Подаци преузети из важеће ШПО "Чемерничко", (2018-2027).

4.6. ШПП ДОЊЕВРБАСКО - Бања Лука



4.6.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05), формирано је „Доњеврбаско“ шумскопривредно подручје, којим управља и газдује Шумско газдинство „Бања Лука“, са седиштем у Бањој Луци и шумским управама у Лакташима и Челинцу. „Доњеврбаско“ шумскопривредно подручје формирано је спајањем бившег „Бањалучког“, „Лакташког“ и „Челиначког“ подручја.

Ово шумскопривредно подручје налази се у западном делу Републике Српске, а заузима простор између $44^{\circ}59'34,46''$ и $44^{\circ}30'02,89''$ северне географске ширине, те између $16^{\circ}48'10,44''$ и $17^{\circ}37'20,77''$ источне географске дужине. Са севера ово шумскопривредно подручје граничи са „Посавским“ шумскопривредним подручјем и делом са „Индустријским плантажама“, на југу са „Мркоњичким“ и „Чемерничким“, на

истоку са „Которварошким“ и „Усорско-укринским“, а на западу са „Козарачким“ шумскопривредним подручјем. Укупна површина „Доњеврбаског“ шумскопривредног подручја износи 48.667,99 хектара.

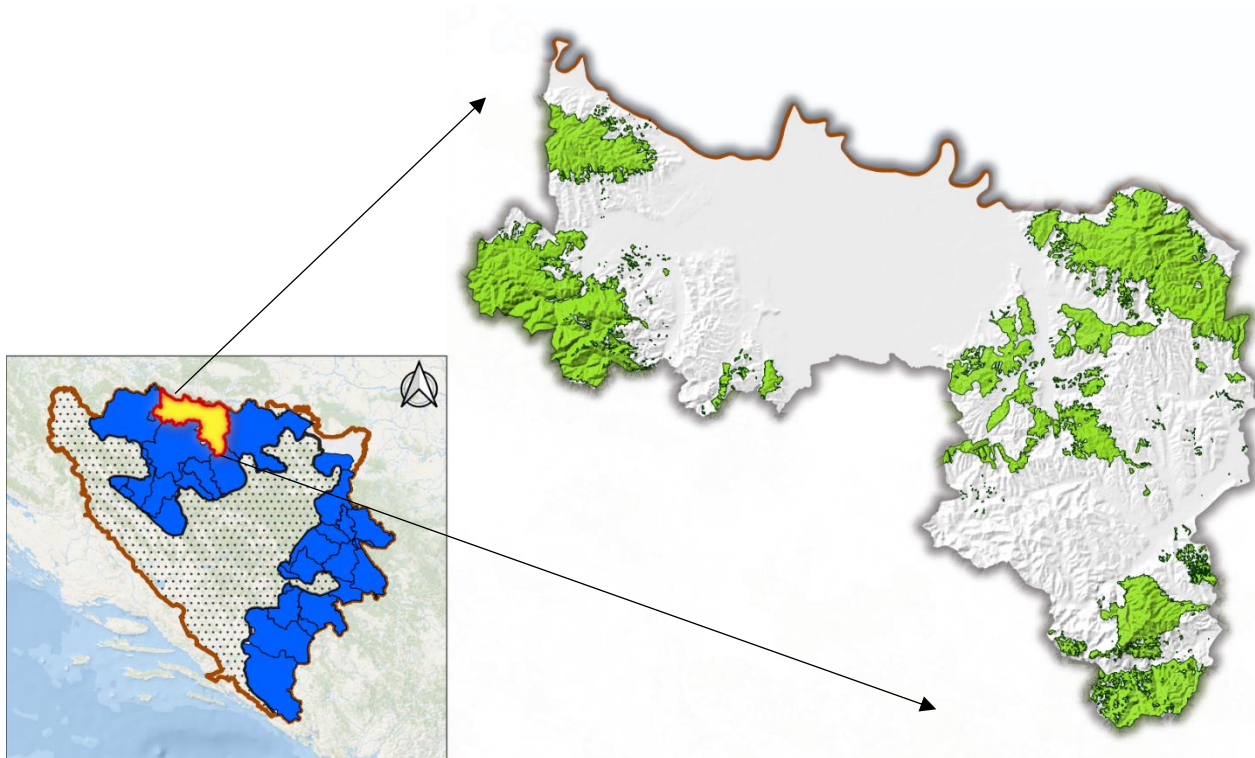
4.6.2. Геолошке карактеристике

Шумскопривредно подручје „Доњеврбаско“ по Еколошко-вегетацијској рејонизацији Босне и Херцеговине припада Припанонској области (северобосанско и северозападно-босанско подручје) и мањим делом области унутрашњих Динарида (западнобосанско-кречњачко-доломитно подручје и скендер-вакуфски рејон). Део подручја који припада Припанонској области према орографским карактеристикама припада низинском и брдском појасу, од 80 до 980 метара надморске висине, док део подручја који припада области унутрашњих Динарида карактеришу надморске висине и преко 1.300 метара. Ово подручје је изграђено од алувијалних равни у долини Врбаса, те од терцијарних седимената, а мање од палеозојских пешчара и шкриљаца еруптива и кречњака. Део који припада области унутрашњих Динарида, у геоморфолошком смислу, је врло хетерогена област коју граде три кречњачко-доломитна планинска масива, две бреговите целине (офиолитска зона и Цазинска Крајина), средње-босанско шкриљогорје и сарајевскозеничка котлина.

Подручје Мањаче је углавном прекривено мозаицима калкомеланосол-лувисол, калкокамбисол-лувисол, калкомеланосол-калкокамбисол-лувисол и комплекс рендзина - калкокамбисол-лувисол на кречњаку или доломиту. Ова земљишта су заступљена и на делу ПЈ „Осмача Тисовац“, око Крмина, док горњи део ове привредне јединице и читава Чемерница су прекривене калкокамбисолом и мозаиком калкомеланосол-калкокамбисол на кречњаку.

Уски појас око реке Врбање чине флувисоли, а окол су дистрични камбисоли на киселим силикатним стенама који се простиру све до изнад Јаворана јужно, а северно прекривају велики део Црног врха. Један део подручја према Бронзаном Мајдану чине калкокамбисоли и мозаици калкомеланосоли – калкокамбисоли, а највећи део око Бронзаног Мајдана и Пискавице су дистрични камбисоли на киселим силикатним стенама. Долину Врбаса према Лакташима чине семиглеји. Подаци преузети из важеће ШПО „Доњеврбаско“, (2020-2029).

4.7. ШПП ПОСАВСКО – Градишка



4.7.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05), формирано је „Посавско“ шумскопривредно подручје. Седиште Шумског газдинства „Градишка“ је у Градишци и организовано је преко Радних јединица: Прњавор, Србац и Горњи Подградци. Шумскопривредно подручје „Посавско“ налази се на територији општина Градишка, Србац и Прњавор (44°41'51" и 45°11'14" северне географске ширине; 16°54'35" и 17°47'31" источне географске дужине). У Републици Српској граничи са општинама Козарска Дубица, Приједор, Бања Лука, Лакташи, Теслић, Добој и Дервента. Северни део подручја излази на реку Саву, односно на државну границу са Републиком Хрватском.

„Посавско“ шумскопривредно подручје настало је спајањем бившег „Градишког“, „Србачког“ и „Прњаворског“ шумскопривредног подручја.

4.7.2. Геолошке карактеристике

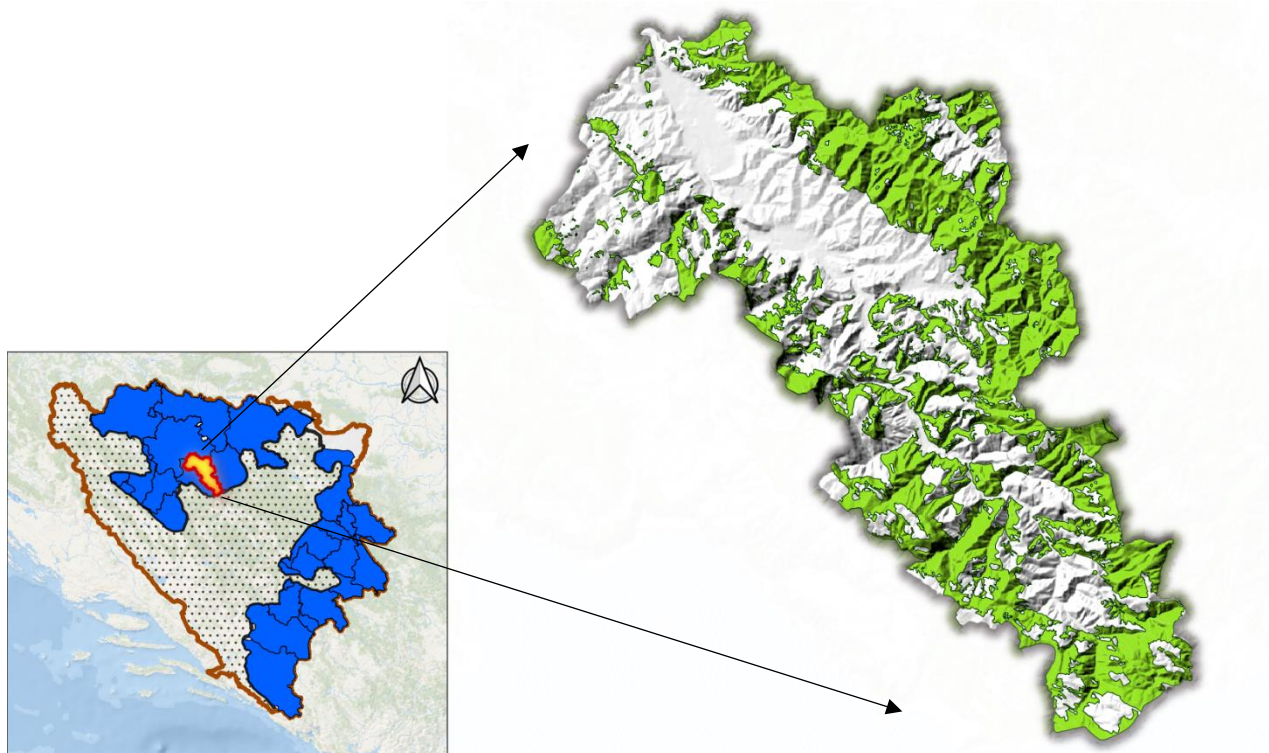
Према геолошкој карти „Посавско“ шумскопривредно подручје припада различитим геолошким формацијама. Око Градишке су распрострањени седименти поплавних подручја. У једном делу преовлађују палеозојски пешчари, док на Просари се јављају еоценски шкриљци. У ПЈ „Козара бањалучка“ преовлађују пешчари из доба креде и јуре. Осим овог на гребенима Козаре се јавља перидотит и серпентинит.

На подручју Радне јединице Србац, на Мотајици и њеним падинама се јављају гранити. Југозападно, јужно и југоисточно од Мотајице у виду појасева јављају се гнајсеви, а даље југоисточно су филитоиди. Аргилошисти на мањој површини се

настављају на филитоиде. Даље јужно и југоисточно су флишеви, песци и лапори који чине један већи појас подручја.

На подручју радне јединице Прњавор имамо следећу ситуацију: око града су распрострањени глиновити и песковити лапори, карбонатни пешчари и конгломерати, као и пескови и лапоровити кречњаци. Између Вијачана и Кремне, као и према Чечави су серпентинити и перидотити, а мањим делом амфиболити и плочасти и лапоровити микрити. Подаци преузети из важеће ШПО "Посавско", (2013-2022).

4.8. ШПП КОТОРВАРОШКО – Котор Варош



4.8.1. Географски положај шумскопривредног подручја

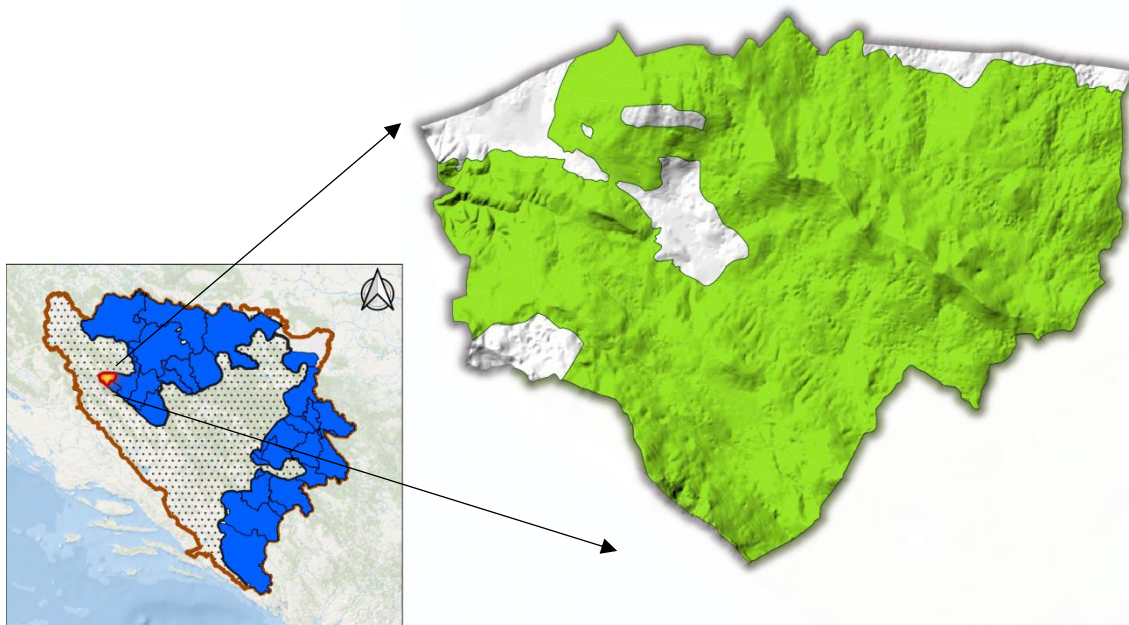
Шумскопривредно подручје „Которварошко“ налази се у западном делу Републике Српске. Са истока граничи са „Усорско-Украинским“ шумскопривредним подручјем, са југоистока граничи са Федерацијом БиХ, са југа и југозапада са „Чемерничким“ шумскопривредним подручјем и са северозапада и севера са „Доњеврбаским“ шумскопривредним подручјем. Укупна површина „Которварошког“ шумскопривредног подручја износи 23.760,27 хектара.

4.8.2. Геолошке карактеристике

Истраживано подручје по геотектонској подели Југославије (Силошек, 1971) се налази у планинској зони унутрашњих Динарида, тј. захвата делове централне офиолитске зоне и прелазне зоне палеозојских шкриљаца и мезозојских кречњака.

У оквиру дела централне офиолитске зоне, преовладава маркантна серија рожњака, затим по пространству ограничени ултрамафити, масива Борја, те седименти миоцена у долинама Врбање. У серији рожњака тријаско јурске старости долазе још глинци, граувакни пешчари, лапоровити и силификовани кречњаци, конгломерати. Кречњаци се јављају у виду слојева и банкова, а остале стене у виду слојева. Рожњаци заузимају велико пространство у овом подручју. Скоро читаве ПЈ „Узломац“ и ПЈ „Бистрица“ су под њима, а у ПЈ „Врбања“ део слива потока Крушевица. Рељеф рожњака карактеришу већим делом стрме падине, увале и гребени. Пределу који су били више под утицајем стоке, а посебно китњакове шуме, су еродирани, често до стене, стварајући сипаре и делувилалне терасе у подножју падина. Подаци преузети из важеће ШПО „Которварошко“, (2019-2028).

4.9. ШПП ПЕТРОВАЧКО - ДРИНИЋ



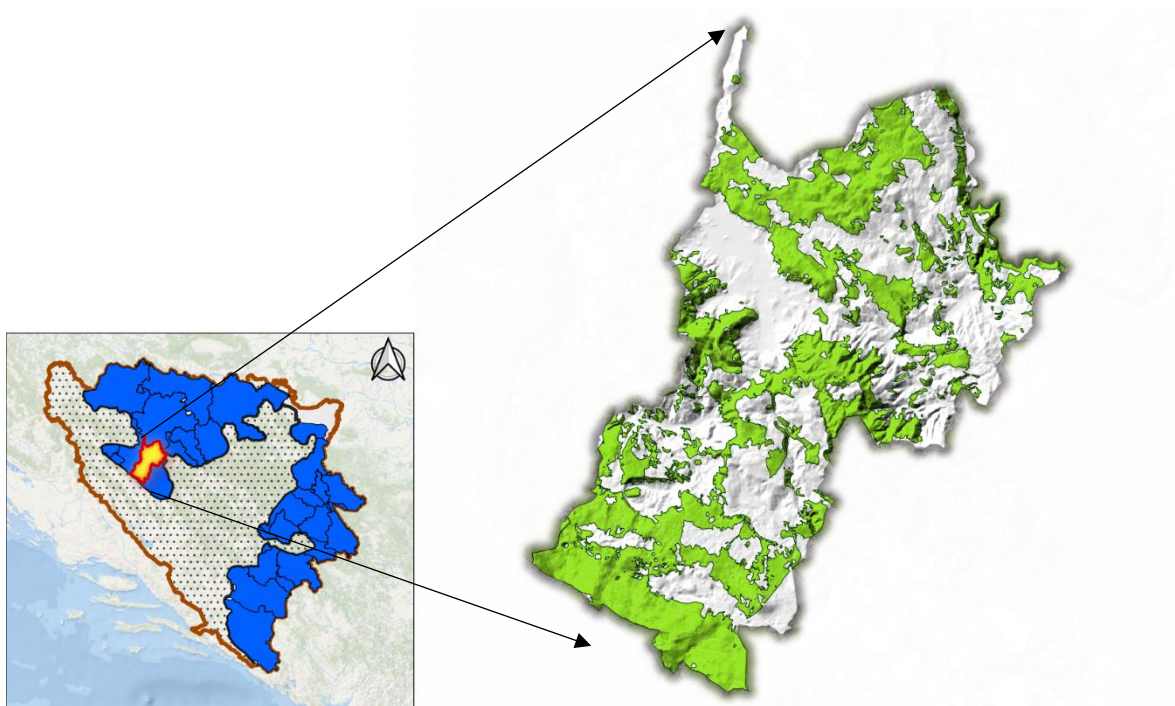
4.9.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске о изменама Одлуке о формирању шумскопривредних подручја у Републици Српској („Службени гласник Републике Српске“, број 107/12) формирано је „Петровачко“ шумскопривредно подручје, чији је корисник Шумско газдинство „Оштрељ-Дринић“, са седиштем у Дринићу. ШПП „Петровачко“ налази се у западном делу Републике Српске, са координатама 44°30'26" северне географске ширине и 16°27'58" источне географске дужине и обухвата биљногеографску област унутрашњих Динарида. Простире се од Грмеча на северу и Оштреља на северозападу, до Лом планине на југозападу. Према истоку подручје се спушта према Припанонској и прелазној илирско-мезијској области. Југозападну границу подручја чине високопланински гребени и висоравни који уједно представљају границу медитеранских утицаја.

4.9.2. Геолошке карактеристике

Земљиште је сложена, динамичка природна творевина, настала као резултат деловања низа педогенетских и еколошких фактора. То су пре свега: матични супстрат, рељеф, клима, живи организми (биљке - у првом реду), време (старост терена), антропогени фактор и др. Сви ови чиниоци делују заједно и комплексно, при чему зависно од услова, сваки чинилац може имати већу или мању улогу, а резултат њиховог деловања су различити типови земљишта. Карбонатне стене западног дела Републике Српске, међу које спада кречњак и доломит, припадају северном делу Динарида, односно динарској офиолитској зони и мањим делом флишној зони (Бања Лука-Кнежево) и санско - унској палеозојској јединици (Карамата и Крстић, 1996). Матични супстрат на ШПП-у изграђен је углавном од кречњака и доломита. Подаци преузети из важеће ШПО "Петровачко", (2013-2022).

4.10. ШПП МРКОЊИЋКО - Мркоњић Град



4.10.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05), формирано је „Мркоњичко“ шумскопривредно подручје, којим газдује шумско газдинство „Лисина“, са седиштем у Мркоњић Граду.

ШПП „Мркоњичко“ лежи између 44°11' и 44°34' северне географске ширине и 17°15' источне географске дужине. Општина и ШПП-је смештено је у западном делу Босне и Херцеговине, односно у југозападном делу Републике Српске. Кроз подручје општине пролази неколико веома значајних путних праваца и то: североисточним делом магистрални пут М-5, пут АВНОЈ-а (Јајце-Мркоњић Град-Бихаћ); југоисточним делом пут

Језеро-Шипово-Купрес и Шипово-Бараћи; северозападним делом од превоја Рогољи одваја се магистрални пут М-15 (Мркоњић Град-Гламоч-Сплит). Регионални центар Бањалука, удаљен је 55 km, југоисточно је Сарајево и удаљено око 200 km, а Јадранско море је удаљено око 180 km.

4.10.2. Орографске карактеристике

Највећи део Мркоњић Града припада брдско-планинском подручју јер је окружен планинама: Лисина (1.467 m), Димитор (1.483 m), Чемерница (1.338 m), Мањача (1.239 m) и Овчара (1.576m). Између планина се налазе висоравни Подрашко поље и Подови, док су долинска подручја релативно мала и налазе се уз водотоке река.

4.10.3. Геолошке карактеристике

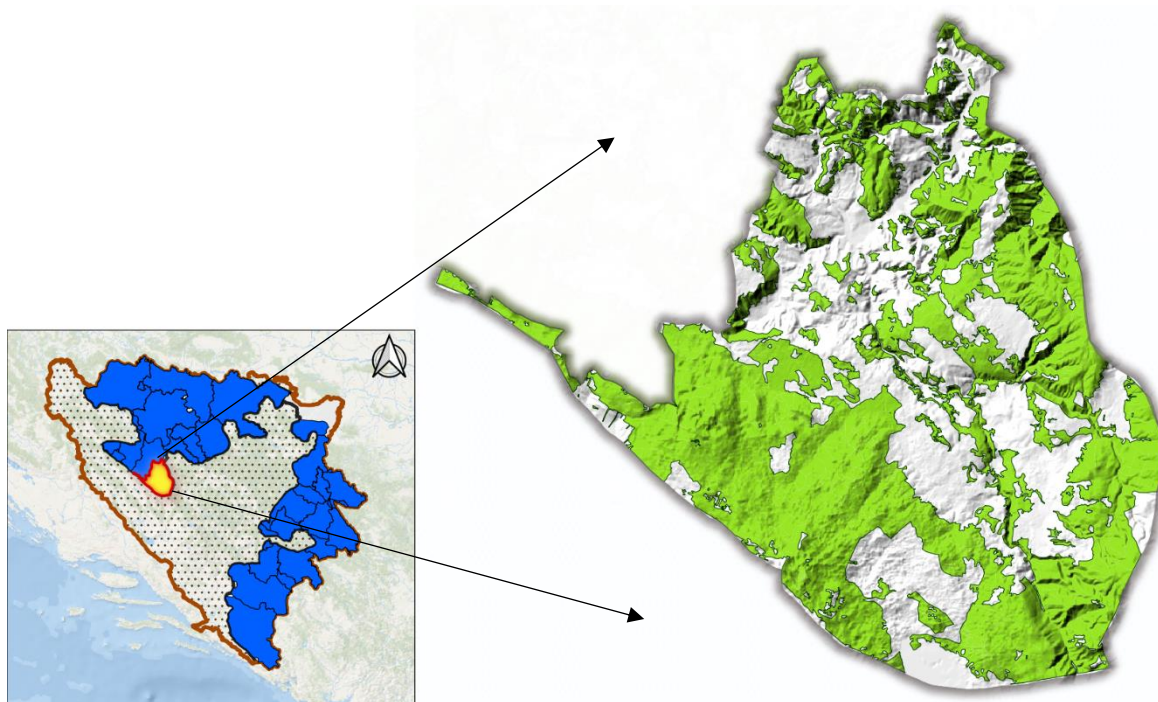
Геолошка историја овога подручја стоји у тесној вези са геолошком еволуцијом Динарида као регионалне геотектонске јединице, а у оквиру ове, посебно зоне палеозојских шкриљаца и мезозојских кречњака. Почетак седиментног циклуса ове зоне задире дубоко у старији палеозоик, да би се са извесним прекидима, наставио кроз млађи палеозоик..

Са педогенеског становишта, све стијене које су заступљене на подручју могу се разврстати у две групе:

1. Карбонатне стене: једри кречњаци и доломити, сахароидни доломити, лапоровити кречњаци
2. Силикатне стене: рожњаци, филити, пешчари и глинци, вулкано-седиментна формација

Подаци преузети из важеће ШПО "Мркоњићко", (2012-2021).

4.11. ШПП СРЕДЊЕ ВРБАСКО – Шипово



4.11.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05, 10/7 и 107/12), формирано је „Средњеврбаско“ шумскопривредно подручје, чији је корисник шумско газдинство „Горица“, са седиштем у Шипову и шумском управом у Новом Селу.

ШПП „Средњеврбаско“ смештено је у западном делу Босне и Херцеговине, односно у југозападном делу Републике Српске. У ширем географском смислу, општина Шипово налази се на $44^{\circ}17'$ северне географске ширине и $17^{\circ}06'$ источне географске дужине. Простире се на територији општина: Шипово, Купрес Републике Српске и Језеро.

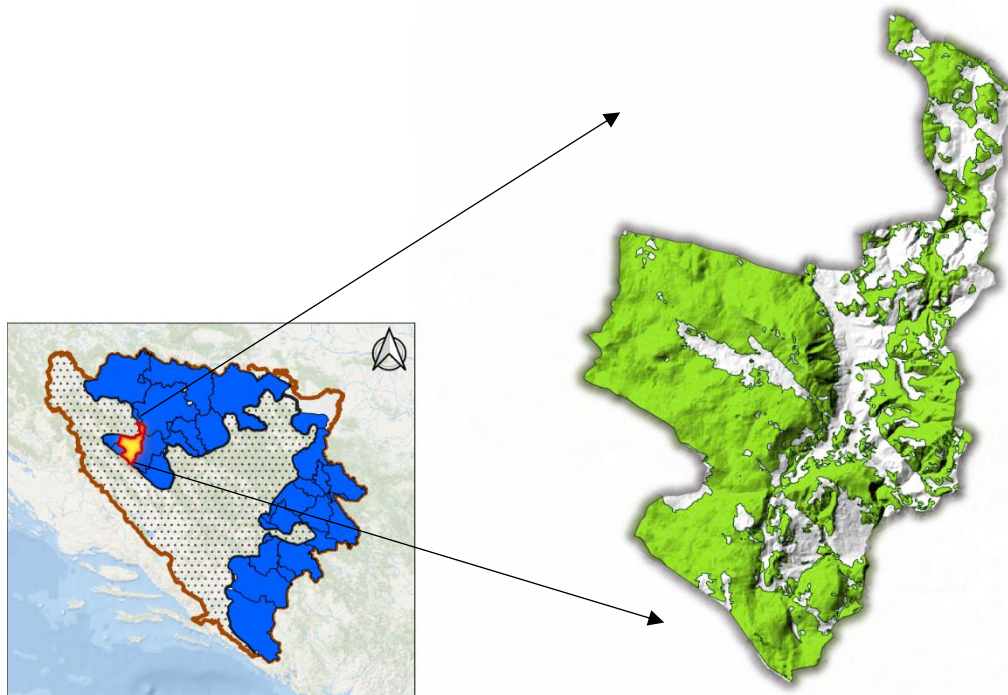
4.11.2. Геолошке и педолошке карактеристике

Посебна обележја овог подручја, у геоморфолошком погледу, је појава вртачастих висоравни са издизањем виших кречњачких масива на рубовима. Ово подручје је углавном изграђено од кречњака, а мање доломита, местимично са траговима глацијалних активности. Граничи се са медитеранско-динарском области, на југозападу досежући до долине Врбаса и Пливског језера.

На шумскопривредном подручју према последњем истраживању у геолошком смислу преовладавају седименти тријаса са доминацијом различитих кречњака. Горње тријаски кречњаци пружају се на јужној страни шумскопривредног подручја, а северно од ове линије се простиру јурске насlage пешчара, глинаца и рожњака. Источно и североисточно од јурских седимената се налази појас заступљен средње и доње тријаским седиментима, кречњака са интеркалацијама рожњака, затим слабо карстификованим кречњацима и мањим површинама под киселим силикатним

седиментима, представљеним са кварцним пешчарима са конгломератима и глинцима. Источно од јурских творевина су значајне површине кредног флиша, представљеног са лапоровитим кречњацима и лапорцима. Подаци преузети из важеће ШПО "Средњеврбаско", (2018-2027).

4.12. ШПП РИБНИЧКО – Рибник



10.4.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05), формирано је „Рибничко“ шумскопривредно подручје. Ово шумскопривредно подручје налази се у југозападном делу Републике Српске, а заузима простор између 44°15' и 44°37'30" северне географске ширине, те између 16°37'30" и 16°50' источне географске дужине.

4.12.1. Геолошко - педолошке карактеристике

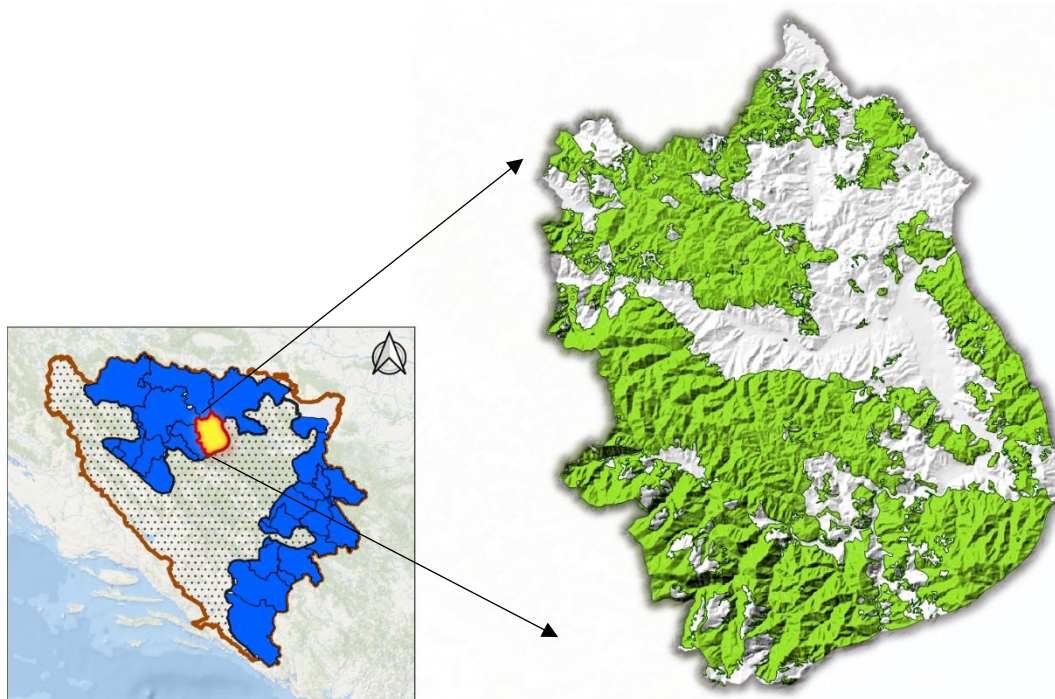
Посебно обележје овог подручја, у геоморфолошком погледу, је појава вртачастих висоравни са издизањем виших кречњачких масива на рубовима. Ово подручје је углавном изграђено од седиментних карбонатних стена: једрих кречњака, сахароидних доломита и доломитних кречњака.

Источно и североисточно од јурских седимената се налази појас средње и доње тријаских седимената, кречњака са интеркалацијама рожњака, затим слабо карстификованим кречњацима и мањим површинама под киселим силикатним седиментима, представљеним са кварцним пешчарима са конгломератима и глинцима. Источно од јурских творевина су значајне површине кредног флиша, представљеног са лапоровитим кречњацима и лапорцима.

Основне карактеристике поменутих типова земљишта на овом подручју изложене су у „Тумачу педолошких и типолошких карата“. Према том избору најраспрострањеније картографске јединице земљишта су: комбинација црница, смеђих и илимеризованих земљишта на једром кречњаку, комбинација смеђих и илимеризованих земљишта на једром кречњаку, комбинација црница и смеђих земљишта на једром кречњаку, комбинација смеђих земљишта, црнице и илимеризованог земљишта.

Много мање распрострањене картографске јединице земљишта су: комбинација смеђих и киселих смеђих земљишта на серији силикатних стена (П) „Димитор“), као и црнице, кисела смеђа земљишта на роњацима, комбинација црница са смеђим земљиштима на лапоровитом кречњаку, као и комбинација рендзине и смеђег земљишта на доломиту. Сва ова земљишта углавном се одликују са наглим и честим променама влажности. Подаци преузети из важеће ШПО „Рибничко“, (2019-2028).

4.13. ШПП УСОРСКО – УКРИНСКО - Теслић



4.13.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске о формирању шумскопривредних подручја у Републици Српској („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05, 10/07 и 107/12) формирано је „Усорско-укринско“ шумскопривредно подручје, чији је корисник Шумско газдинство „Борја“, са седиштем у Теслићу.

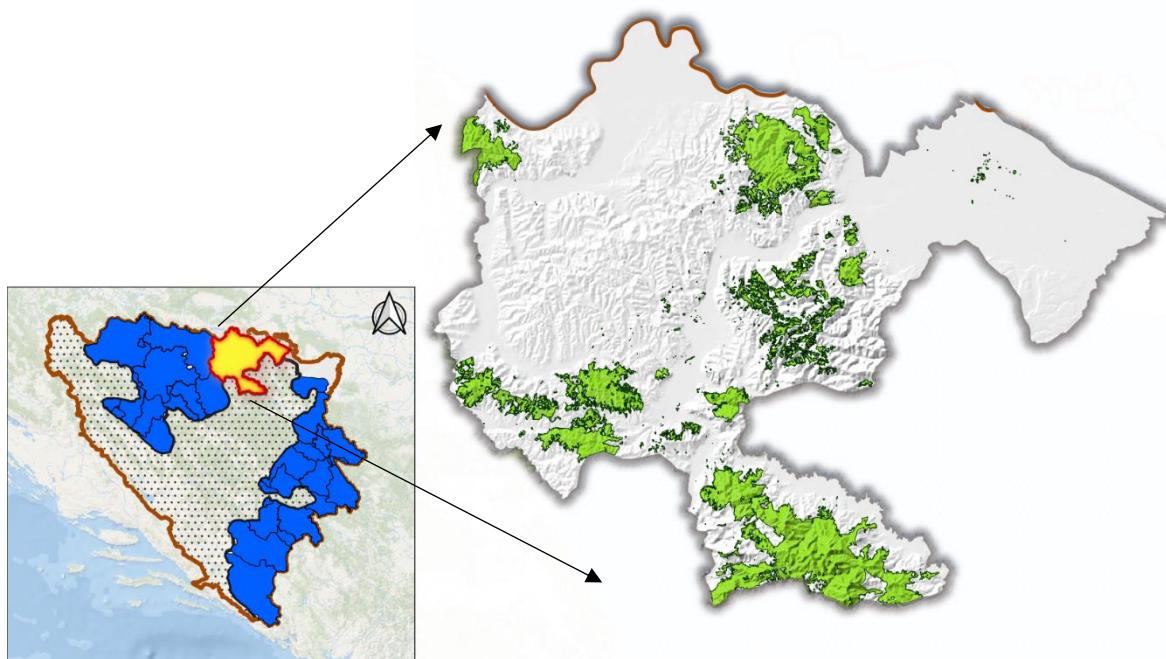
ШПП „Усорско-укринско“ налази се у западном делу Републике Српске, односно централном делу Босне и Херцеговине. Са северне стране, граница подручја је „Посавско“ и „Добојско-дервентско“ ШПП. На западу подручје граничи са „Которварошким“ ШПП. На југу и истоку граничи са Федерацијом Босне и Херцеговине. Подручје на коме газдује ШГ „Борја“ се простире на територији општина Теслић и Станари.

4.13.2. Геолошке карактеристике

По питању матичног супстрата, подручје је веома хетерогеног састава, а доминантну улогу у геолошкој грађи има вулканогена-магматска-седиментна формација. Изграђено је углавном од серпентинизираниог перидотита, еруптива рожњака, док су кречњаци веома мало заступљени. Најраспрострањенији типови земљишта су: различите развојне фазе еутричних земљишта (ранкери и еутрични камбисоли), као и дистрични камбисол на киселим силикатним стенама, псеудоглејеви. Ради се углавном о шумским земљиштима, која су плитка и ксеротермна (Стефановић, ет ал., 1983).

Геолошку грађу ширег простора Теслића прате разноврсне минералне сировине. Пажњу заслужују налазишта мрког угља у неогеним наслагама теслићког басена. Лежишта угља, која су скромног квалитета, утврђена су на локалитетима Очауша и Младиковина, а скромне резерве магнезита на подручју Блатнице и Слатине. Налазишта хрома откривена су на неколико локалитета у подручју планине Борја. Геотектонски односи у теслићком басену резултирали су и појавом термо-минералних вода (Основна Геолошка карта СФРЈ-Теслић, 1980). Подаци преузети из важеће ШПО "Усорско-укринско", (2017-2026).

4.14. ШПП ДОБОЈСКО – ДЕРВЕНТСКО – Добој



4.14.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске о формирању шумскопривредних подручја у Републици Српској („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05, 10/07 и 107/12) формирано је „Добојско - дервентско“ шумскопривредно подручје, чији је корисник Шумско газдинство „Добој“, са седиштем у Добоју.

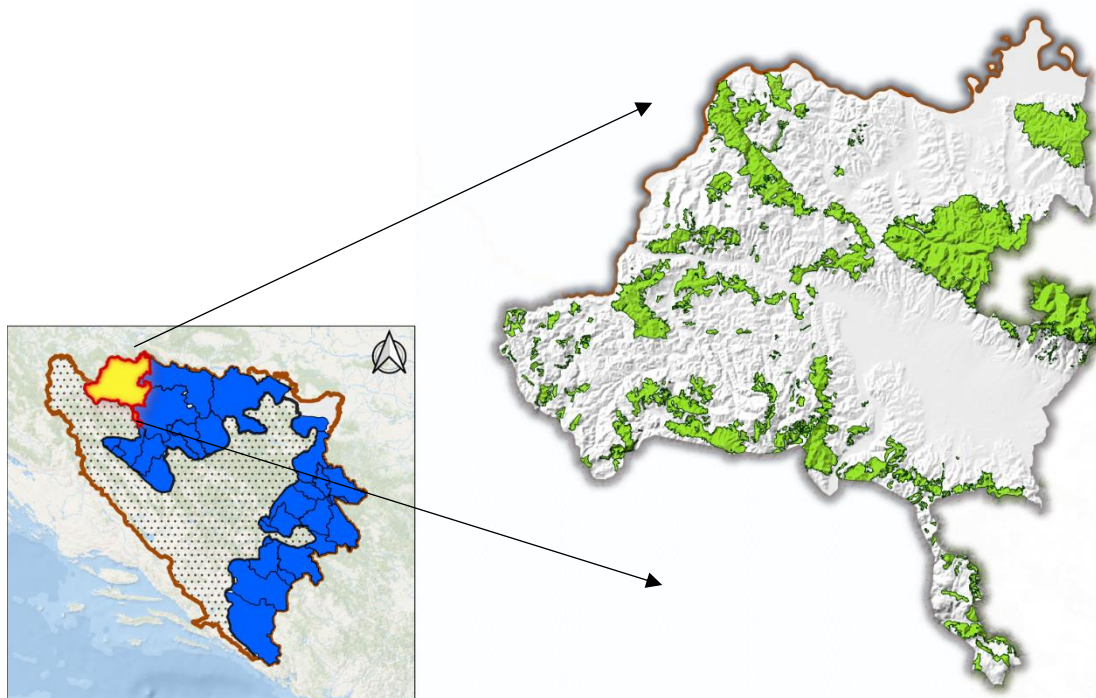
ШПП „Добојско - дервентско“ налази се у централном северном делу Републике Српске, односно Босне и Херцеговине. Са северне стране, граница подручја је река Сава, са источне Дејтонска граница, односно граница Дистрикта Брчко и Федерације Босне и Херцеговине, на западу граница је „Посавско“ ШПП, југоисточно је ШПП „Усорско – укринско“, а на јужној страни Федерација Босне и Херцеговине. Подручје на коме газдује ШГ „Добој“ се простире на територији општина Добој, Модрича, Дервента, Петрово, Брод, Шамац, Вукосавље, Доњи Жабар и Пелагићево.

4.14.2. Геолошке карактеристике

Геолошки гледано, подручје припада области унутрашњих Динарида. Матични супстрат на ШПП-у изграђен је углавном од силикатних и силикатно карбонатних стена.

Компактне масе кречњака представљају карбонате калцијума и магнезијума са врло мало нераствореног силикатног остатка. Процес стварања земљишта је веома дуг, јер настаје хемијским путем, након разградње карбоната. Перидотити великог ултрамафитског масива Озрена су једна од магматских асоцијација вулканогеноседиментне формације. Ради се о перидотитима који су у већој или мањој мери серпентинисани, најчешће 30-50%. Серпентинити, пратиоци перидотитских комплекса, се јављају рубно, у виду ужих и ширих трака, а некад и релативно већих комплекса (подручје Сочковца, Градишника). У телу серпентинита настају метасоматски кварц - карбонатне стене (северно од Ступара). Јужне падине Озрена су прекривене наслагама нерашчлањене вулканогено-седиментне формације (различите гравуакне стене – пешчари). Унутар ове формације издвојене су млађе творевине кречњака са силикатним седиментима (Бојацић, 1975). На северозападном делу Озрена (јужно од Бољанића), заступљени су седименти горње креде, представљени чистим кречњацима, конгломератима и ређе рожњацима. Подаци преузети из важеће ШПО „Добојско-дервентско“, (2014-2023).

4.15. ШПП КОЗАРАЧКО - ПРИЈЕДОР



4.15.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Шумскопривредно подручје „Козарачко“ први пут је формирано Одлуком Извршног вијећа НР БиХ од 14.07.1961. године и обухватало је шуме и шумска земљишта на подручју општина Козарска Дубица, Приједор, Нови Град, Костајница и делом на подручју општине Градишка. Након распада бивше Југославије и потписивањем дејтонског мировног споразума, одлуком Владе Републике Српске („Службени гласник Републике Српске“, број 1/96) од овог подручја формирана су нова шумскопривредна подручја у границама општина. Због нових околности дошло је до укрупњавања подручја, тако да Влада РС својом одлуком од 12.01.2007. године („Службени гласник Републике Српске“, број 10/07) формира „Козарачко“ шумскопривредно подручје, које обухвата шуме и шумска земљишта на подручју општина Козарска Дубица, Приједор, Оштра Лука, Нови Град, Костајница, Крупа на Уни и Градишка, а којим газдује Шумско газдинство „Приједор“, са седиштем у Приједору.

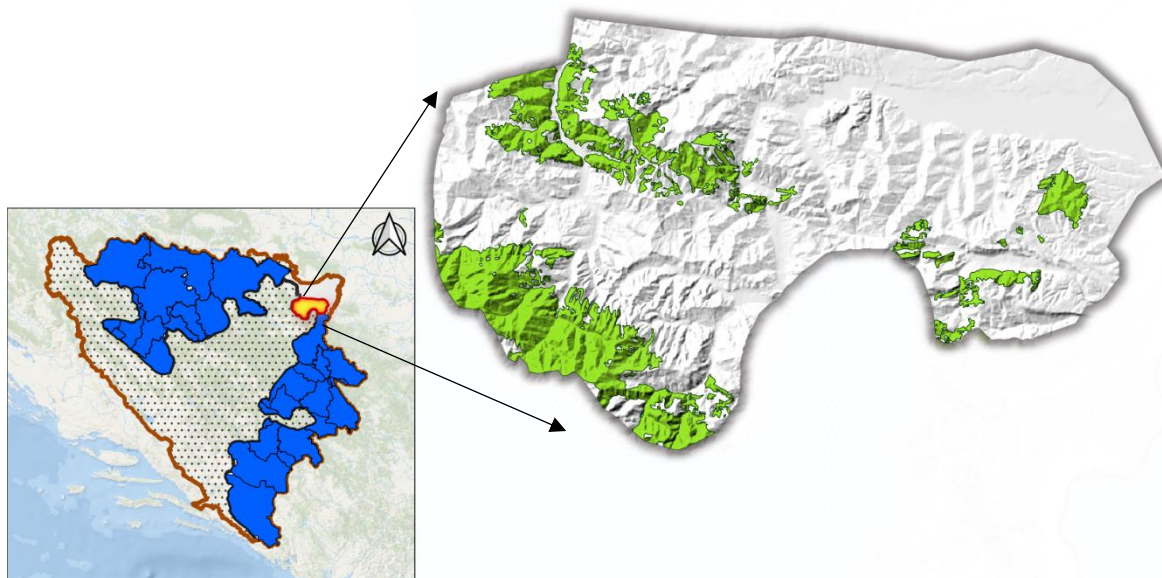
4.15.2. Геолошке карактеристике

Геолошка подлога овог подручја је јако шаролика и хетерогена и чине је различите стене, како по старости тако и по петрографској структури. Под утицајем различитих фактора, пре свега климатских, орографских, хидролошких и других, на овако хетерогеној геолошкој подлози дошло је до формирања различитих типова земљишта и земљишних комбинација.

Дуж већих река присутне су седиментне насlage са алувијалним наносом, док највећи део подручја заузимају палеозонски шкриљци и пешчари, затим стене еодонског флиша, те јурске насlage киселих силикатних седимената, глинаца и рожњака. Осим ових геолошких целина значајне површине су под серпентинима и серпентинским

перидотитима, једрим кречњацима и доломитима, а осим тога значајно је споменути појаву дијабаза, амфиболита и спилита. На палеозонским шкриљцима и пешчарима доминира дистрични камбисол, углавном на стрмим падинама и гребенима, док на блажим падинама и увалама преовлађује земљишна комбинација са лувисолом. На пешчарима и глиницама у условима блаже израженог рељефа преовладавају сложене земљишне комбинације типа топосеквенце дистричних камбисола-лувисолапсеудоглеја, док на стрмим теренима доминује дистрични камбисол. Подаци преузети из важеће ШПО "Козарачко", (2018-2027).

4.16. ШПП МАЈЕВИЧКО - Лопаре



4.16.1. Географски положај шумскопривредног подручја

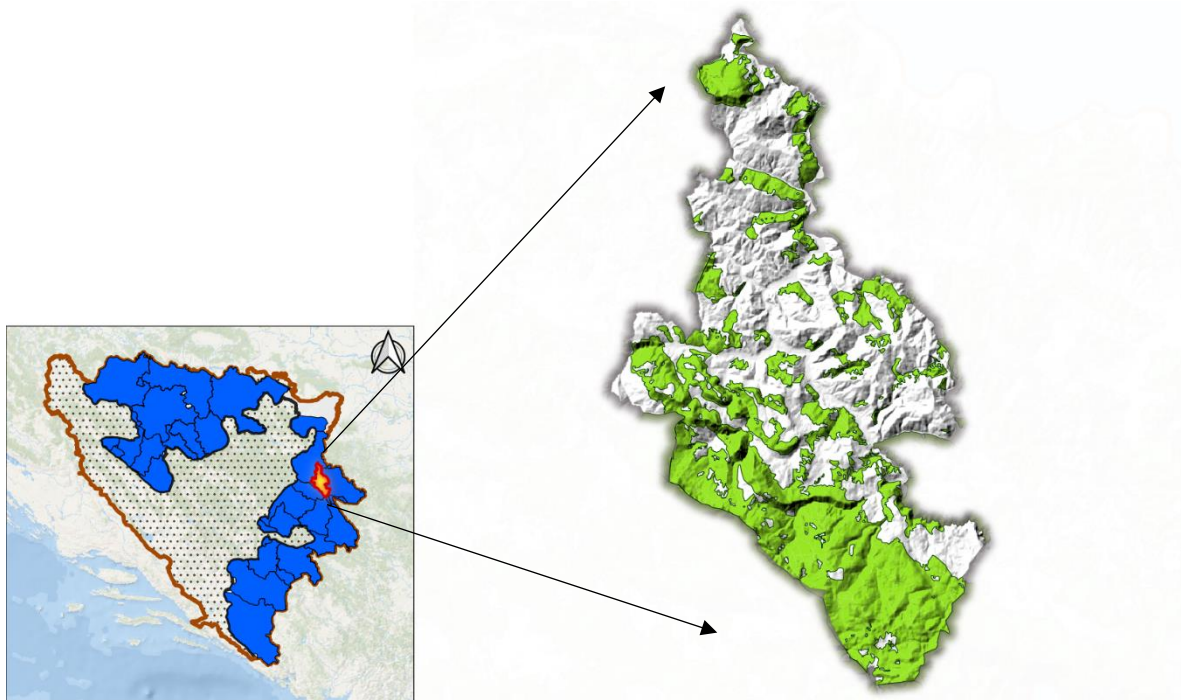
Одлуком Владе Републике Српске о формирању шумскопривредних подручја формирано је „Мајевичко“ шумскопривредно подручје, чији је корисник Шумско газдинство „Мајевица“, са седиштем у Лопарама. ШПП „Мајевичко“ налази се у североисточном делу Републике Српске, односно Босне и Херцеговине. Са северне стране, граница подручја је река Сава, са источне река Дрина (шумскопривредно подручје „Власеничко“). Са јужне и делом са западне стране је Дејтонска граница, односно граница Дистрикта Брчко. „Мајевичко“ шумскопривредно подручје смештено је на јужном делу Панонског базена (Семберија). Подручје на коме газдује ШГ „Мајевица“ се простире на територији општина Лопаре, Угљевик и Бијељина.

4.16.2. Геолошке карактеристике

Матични супстрат на ШПП-у изграђен је, углавном од силикатних и силикатно карбонатних стена. Према већини морфометријских класификација, Мајевица се сматра

ниском планином. Геолошка грађа Мајевице је сложена и у том смислу можемо условно издвојити три тектонске целине које имају „динарски“ правац пружања и међусобно су паралелне. Југозападни, највиши део, у структурном смислу је хорст издуженог облика. Ова целина се у литератури издваја као „гребен Мајевице“. Његов северозападни део је грађен од стена јурско - кредне старости (тзв. офиолитни меланж са трансгресивним кредним седиментима преко њега). Ради се о разним стенама магматско - метаморфног комплекса. Јужни део гребена Мајевице је грађен од еоценских пешчара, лапораца и делимично кречњака, те од олигоценских флишних седимената. У морфометријском смислу ово је највиши и најизразитији део Мајевице. Други део који можемо издвојити, у литератури се назива „Убрани комплекс северне Мајевице“. Он заузима крајњи североисточни појас (део) планине, пружа се паралелно са „гребеном Мајевице“, а од њега је одвојен Шибосничко - лопарским неогенским басеном, такође делом Мајевице. Грађен је од јако убраних палеоценских глина и пешчара, које су неотектонским покретима издигнуте дуж раседа који одваја Мајевицу од Посавине и Семберије на северу. Овај убрани комплекс, као морфолошка целина, није много изразит. На више места је потпуно пресечен попречним речним долинама (Маочка река, Рахићка река, Шибосница, Гњица...), а просечна висина врхова је од 400 до 700 m н.в. (врхови: Удригово (562 m н.в.), Јаштерик (484 m н.в.), Вјетерник (705 m н.в.) и Голаћко брдо (593 m н.в.). Трећа морфолошка целина Мајевице је Шибосничко - лопарски неогенски басен, а налази се између претходне две. Заузима велику површину, а грађена је у целости од миоценских седимената, који леже трансгресивно на седиментима гребена Мајевице. У морфолошком смислу представља унутаргорску депресију, јако рашчлањену, просечне надморске висине од 300 до 500 m. За Мајевицу су карактеристични неотектонско издизање и с њим повезани јаки ерозиони процеси. Подаци преузети из важеће ШПО „Мајевичко“, (2019-2028).

4.17. ШПП МИЛИЋКО – Милићи



4.17.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске ("Службени гласник Републике Српске" бр. 101/05, 10/07, 107/12 и 23/16)), формирано је "Милићко" шумскопривредно подручје. Део послова газдовања шумама и шумским земљиштем, корисник шума и шумског земљишта у својини Републике, ЈПШ Шуме Републике Српске а.д. Соколац, обавља на основу посебног уговора који закључује са Министарством пољопривреде, шумарства и водопривреде, уз претходну сагласност Владе Републике Српске. Коришћење шума и шумског земљишта, уз обавезу одржавања, на простору "Милићког" шумскопривредног подручја врши Шумско газдинство "Милићи" са седиштем у Милићима. Ово шумскопривредно подручје налази се у источном дијелу Републике Српске, а заузима простор између 440 00' 53,33" и 440 18' 59,78" сјеверне географске ширине, те између 180 58' 29,73" и 190 12' 19,98" источне географске дужине.

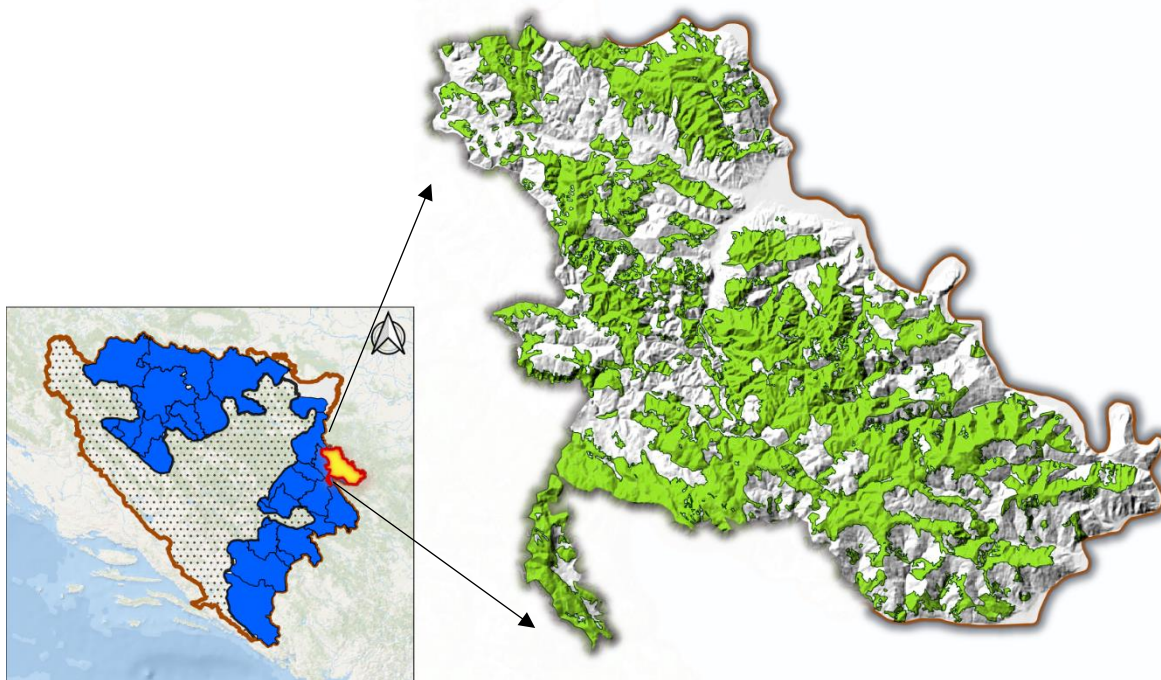
4.17.2. Геолошке карактеристике

На педолошкој карти овог подручја уочавају се разлике у сложености у земљином покривачу што је последица сложеног деловања педогенетских фактора, у првом реду због учешћа разноврсне матичне подлоге.

По пространству највећа издвојена картографска јединица је земљишна комбинација дистричних камбисола на киселим силикатним стенама. Дистрични камбисоли развијени су на подлози где преовлађују кварцни пешчари, конгломерати и шкриљасте глинци. Природну вегетацију чине углавном букове шуме и шуме хрстова. Земљишта су кисела до јако кисела и претежно сува. Подклиматска сувоћа појачана је и

микрорељефом, јер су ова земљишта већином распрострањена на гребенима и стрмим деловима падина. Далеко мању површину од претходног типа земљишта заузима калкокамбисол и мозаик калко-меланосол-калкокамбисол на кречњаку и то претежно у југозападним и јужним пределима овог подручја, што се може видети у „Тумачу педолошких и типолошких карата“ за шумскопривредно подручје. Подаци преузети из важеће ШПО „Милићко“, (2011-2020).

4.18. ШПП ДОЊЕДРИНСКО – Сребреница



4.18.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05), формирано је „Доњедринско“ шумскопривредно подручје, којим управља и газдује Шумско газдинство „Дрина“, са седиштем у Сребреници и шумским управама у Братунцу и Сребреници. „Доњедринско“ шумскопривредно подручје формирано је спајањем бившег „Братуначког“ и „Сребреничког“ шумскопривредног подручја. Братунац се налази у североисточном делу Републике Српске и простире се на површини од 292 km². Заузима простор између 44°06'36" северне географске ширине, те 19°11'60" источне географске дужине. .

4.18.2. Геолошке карактеристике

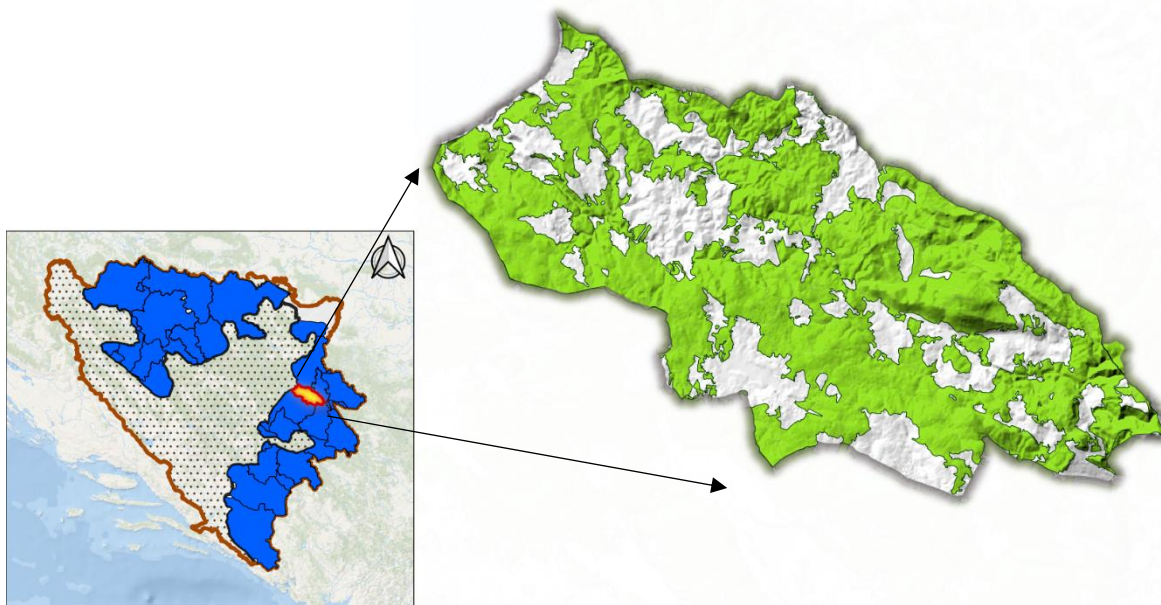
Део шумскопривредног подручја који је настао од бившег „Сребреничко – Скеланског“ ШПП, припада северном ободу унутрашњих Динарида, а изграђен је највећим делом од палеозојских, мање од мезозојских и терцијарних творевина. Поред наведених супстрата јављају се још и еруптивне стене и туфови, битуминозни кречњаци и конгломерати. На подручју Сребренице сва земљишта могу се поделити у три групе:

1. Земљишта на киселим силикатним и силикатно-карбонатним стенама
2. Земљишта на еруптивним стенама
3. Земљишта на кречњацима и доломитима

Братуначки део шумскопривредног подручја улази у састав северног обода унутрашњих Динарида. Читаво подручје је геолошки хомогено јер га чине силикатне стене дринског палеозоика. То су углавном филити и алевролитски глиновити шкриљци, а затим метаморфисани пешчари и ређе карбонатне стене. Осим поменутих, срећу се и еруптивне стене (дацити и андезити), туфови, кречњаци и конгломерати.

На целом подручју доминирају еутрични и дистрични камбисоли. На стрним кречњачким теренима, распрострањеним на неколико локалитета у подручју Глогове планине, су образовани калкомеланосоли и плитки калкокамбисоли. Подаци преузети из важеће ШПО "Доњедринско", (2011-2020).

4.19. ШПП ХАНПЈЕСАЧКО– Хан Пијесак



4.19.1. Геолошке карактеристике

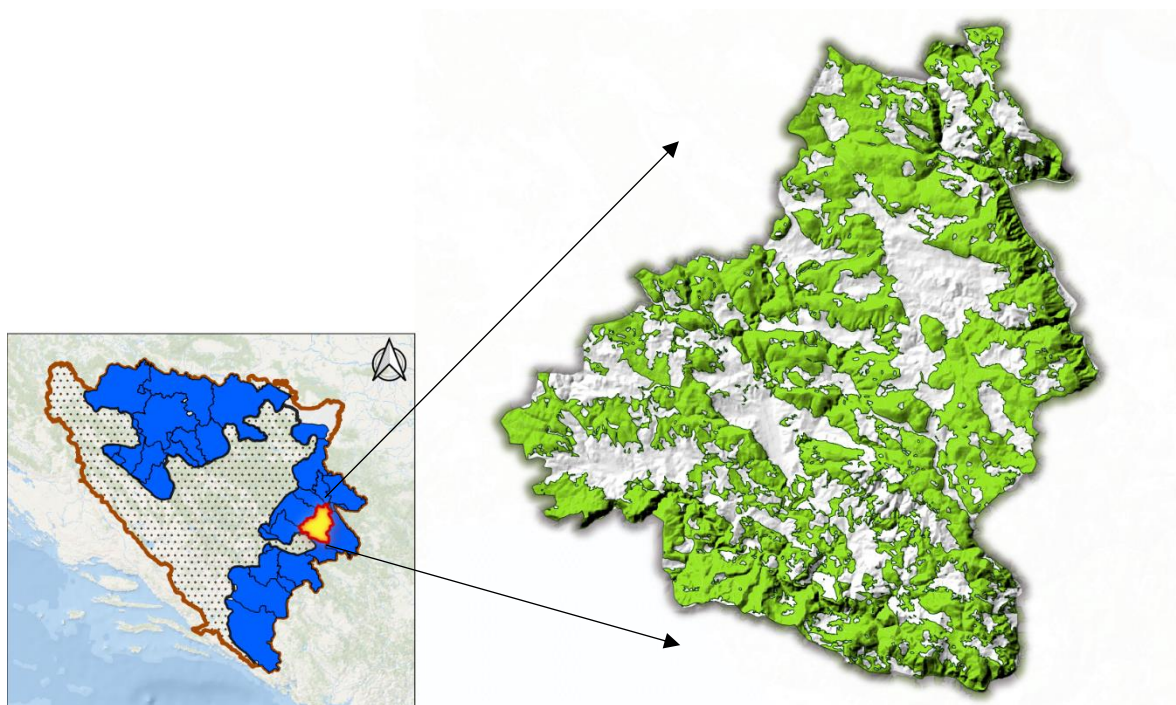
На шумскопривредном подручју према педолошком картирању у геолошком смислу преовладавају седименти тријаса са доминацијом различитих кречњака. Горњо тријаски кречњаки пружају се јужно од потеза Берковине - Хан Пијесак и мањим делом северно од Хан Пијеска до Партизан-Поља. Северно од ове линије се простиру јурске наслаге пешчара, глинаца и рожњака, до села Речице. Источно и североисточно од јурских седимената се налази појас заступљен средње и доње тријаским седиментима, затим кречњака са интеркалацијама рожњака, те слабо карстификованим кречњацима и мањим површинама под киселим силикатним седиментима, представљеним са кварцним пешчарима са конгломератима и глинцима. Источно од јурских творевина су

значајне површине кредног флиша, представљеног са лапоровитим кречњацима и лапорцима.

Занимљива је појава језерских седимената (шљунци) на старим речним флувиоглацијалним терасама (Речице, Мркаљи, Партизан-Поље), на којим су образоване веће и мање терасе са заједницама смрче, која је условљена едафски и микроклиматски. На слабо карстификованим кречњацима са израженом површинском стеновитости заступљена је најраширенија земљишна комбинација типа мозаика калкомеланосола, калкокамбисола и лувисола, на којима су настале вредне шуме смрче и белог бора. На серији кречњака и рожњака се образују дистрични камбисоли и двослојно земљиште изгледа лувисола. На овој комбинацији су развијене, са производног становиштва, највредније шуме смрче и белог бора, шуме јеле и смрче, те шуме букве и јеле са смрчом. На киселим силикатним стенама (пешчари, глинци, рожњаци), доминантни су дистрични камбисоли и земљиште комбинација са лувисолом, а на земљишним депресијама и са псеудоглејем.

На језерским седиментима и депресијама су развијена тресетна и глејна земљишта, са специфичном мочварном вегетацијом. На кварцним пешчарима уз доминантне дистричне камбисоле, местимично се јављају подзоли са сировим хумусом. Подаци преузети из важеће ШПО "Ханпјесачко", (2018-2027).

4.20. ШПП РОГАТИЧКО– Рогатица



4.20.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05), формирано је „Рогатичко“ шумскопривредно подручје. Седиште Шумског газдинства „Сјемећ“ је у Рогатици и организовано је преко Радних јединица у Рогатици,

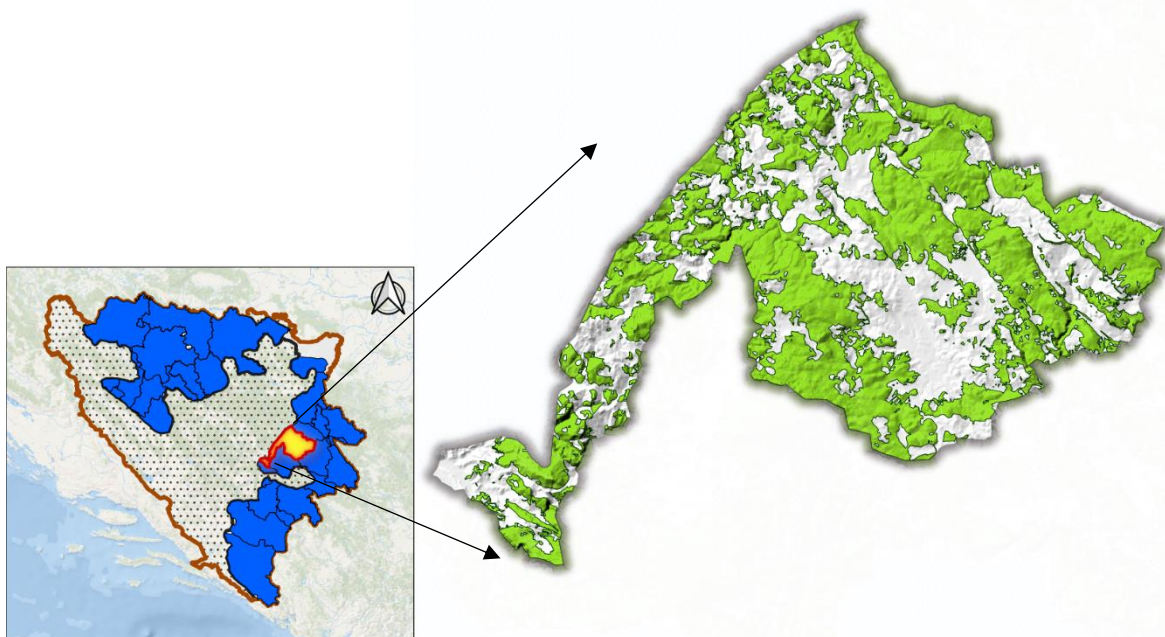
Сјемећу и Будетама. „Рогатичко“ шумскопривредно подручје први пут је формирано Одлуком Извршног Вијећа НР БиХ од 14.07.1961. године и обухватало је шумске комплексе на простору општине Рогатица и деловима општина Горажде и Вишеград.

Рогатица се налази у средишњем делу источне Босне (43°47'54' северне географске ширине и 19°00'09' источне географске дужине), око 65 километара источно од Сарајева у котлини планинске реке Ракитнице. Надморска висина центра насеља је 525 метара. Општина Рогатица је окружена општинама Хан Пијесак, Вишеград, Ново Горажде, Соколац и Пале, а у свом западном делу граничи са Федерацијом БиХ. Најзначајнија саобраћајна комуникација која пролази кроз Рогатицу је магистрални пут Сарајево – Вишеград и даље према Србији. Такође, овај пут повезује Сарајевску регију са Херцеговином преко Фоче.

4.20.2. Геолошке карактеристике

Геолошку грађу „Рогатичког“ шумскопривредног подручја сачињавају стене различите по постанку, старости, физичко - механичким, геомеханичким, хидролошким и другим особинама. Најзначајније распрострањење имају кречњаци, доломити, серпентинити, роњњаци, пешчари и глинци. Подаци преузети из важеће ШПО „Рогатичко“, (2012-2021).

4.21. ШПП РОМАНИЈСКО – Соколац



4.21.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске о формирању шумскопривредних подручја у Републици Српској („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05, 10/07 и 107/12), формирано је „Романијско“ шумскопривредно подручје, чији је корисник Шумско

газдинство „Романија“, са седиштем у Сокоцу и шумском управом у Источном Старом Граду.

Шумскопривредно подручје Романијско налази се на територији следећих општина.

Шумскопривредно подручје Романијско налази се на територији следећих општина:

- Соколац (шифра општине 050), а на територији ове општине се налази 85,74% од укупне површине подручја.
- Источни Стари Град (шифра општине 021) са 10,05% површине подручја.
- Источно Ново Сарајево (шифра општине 020) са 3,09% површине подручја и
- Хан Пијесак (шифра општине 058) са 1,11% површине подручја.

„Романијско“ шумскопривредно подручје настало је спајањем бившег ШГ „Бистрица“, Црепољско и ШГ „Романија“, Соколац. Подручје на северу граничи са општином Хан Пијесак у Републици Српској, а у Федерацији БиХ са општинама Олово и Илијаш. На истоку граничи, делом са општином Хан Пијесак, а делом са општином Рогатица. У јужном делу граничи са општином Пале и Рогатица, а на западу граничи са градом Сарајево у Федерацији БиХ.

Општина Соколац лежи на платоу Гласинца у подножју планине Романије. Гласинац је висораван са богатим пашњацима и ливадама на надморској висини изнад 850 метара. Соколац (центар насеља је на 43°56'14" северне географске ширине и 18°47'54" источне географске дужине) се налази у источном делу Републике Српске, око 35 km источно од Сарајева. Обухвата површину од 729 km². Центар насеља је на надморској висини од око 870 метара.

4.21.2. Геолошке карактеристике

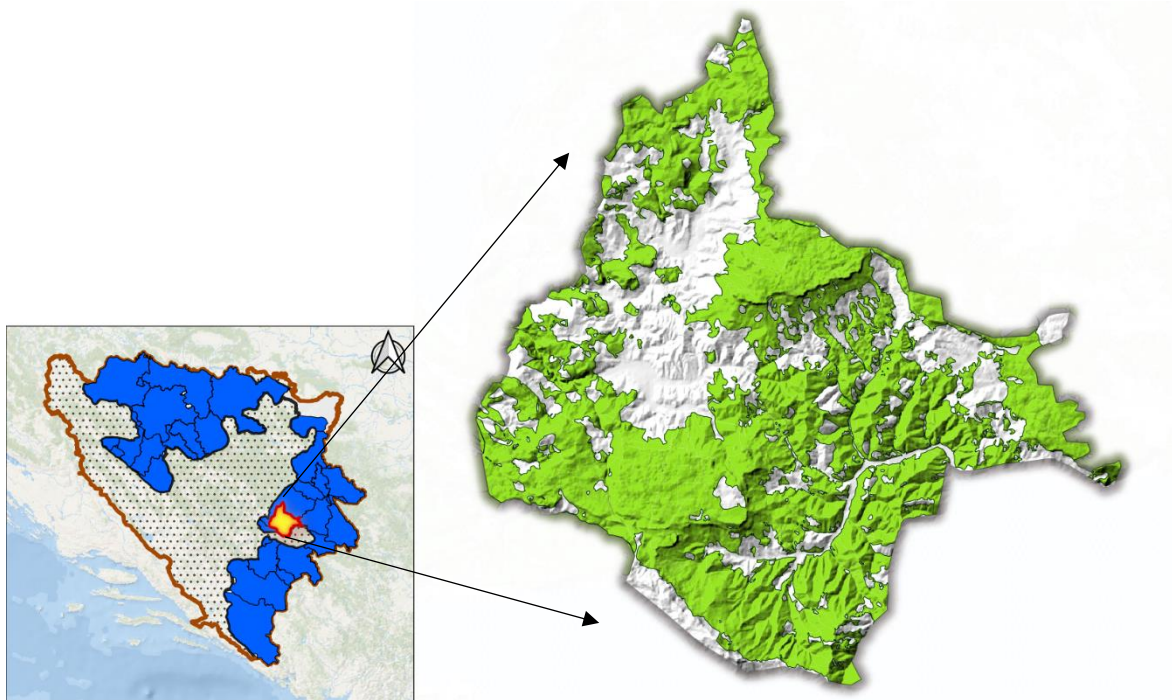
Према Основној геолошкој карти СФРЈ (Прача К 34-2, Сарајево К 34-1..., Савезни геолошки завод, Београд), у геолошком погледу седиментне стене тријаса су најшире распрострањене творевине на овом подручју. Доњетријаске насlage кварцлискуновитих пешчара и глинаца су заступљене значајније на падинама Озрена.

У кречњачкој анизичкој маси преовладавају масивни и банковити светлосиви и руменкасти кречњаци, а ређе плочасти до слојевити који се наслањају на доњетријаске силикатне насlage, а са њима се мешају површине ладиничких наслага представљеним у нижим деловима са доминацијом рожњака и туфита, док су у вишим хоризонтима са плочастим и слојевитим кречњацима у измени са рожњацима.

Највеће просторе на овом подручју захватају спрудни кречњаци средњег и горњег тријаса. То су подручја Деветака, Копита, Подроманије, Романије. Ради се о јако карстификованим кречњацима с врло малим нерастворним остатком, мањим од 1%.

Горњотријаски кречњаци су уклештени у велики комплекс средњогорњих кречњака. То су подручја Гласиначке површи, делови Романије и Озрена до саставка река Каљине и Биоштице и Крње Јеле. Ови кречњаци су мање чисти и мешају се са лапоровитим и доломитским кречњацима. Подаци преузети из важеће ШПО „Романијско“, (2015-2024).

4.22. ШПП ЈАХОРИНСКО – Пале



4.22.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске о формирању шумскопривредних подручја у Републици Српској („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05, 10/07 и 107/12), формирано је „Јахоринско“ шумскопривредно подручје, којим управља и газдује Шумско газдинство „Јахорина“, са седиштем у Палама.

Шумскопривредно подручје „Јахоринско“ налази се у потпуности на територији општине Пале (шифра општине 041). Општина Пале се налази у југоисточном делу Републике Српске и Босне и Херцеговине. Граничи са територијом Источног Старог Града на западу, Сокоца на северу, Рогатице на истоку, Пала-Праче и Фоче-Устиколине на југоистоку и Трнова на југу. Општина Пале заузима површину од 492 km², у висинском интервалу од 624 – 1.916 m надморске висине. Смештена је између планинских масива Јахорине са југа и југоистока, Госине са истока, Романије са североистока и Озрена са севера и северозапада. Највећа надморска висина општине је на врху Огорјелица (1.916 m) на Јахорини, а најнижа у кориту реке Миљацке испод Довлића (Саставци, 624 m надморске висине).

4.22.2. Геолошке карактеристике

У геоморфолошкој грађи „Јахоринског“ шумскопривредног подручја разликујемо рељеф кречњачко-доломитних, силикатних и силикатно-карбонатних терена. Особитост рељефа кречњачких терена је тзв. „богињави рељеф“ чија је главна одлика појава великог броја вртача и других елемената крша на кречњачким површинама (заравнима, каква је Равна планина, Госина планина и др.) Други и раширенији облик је

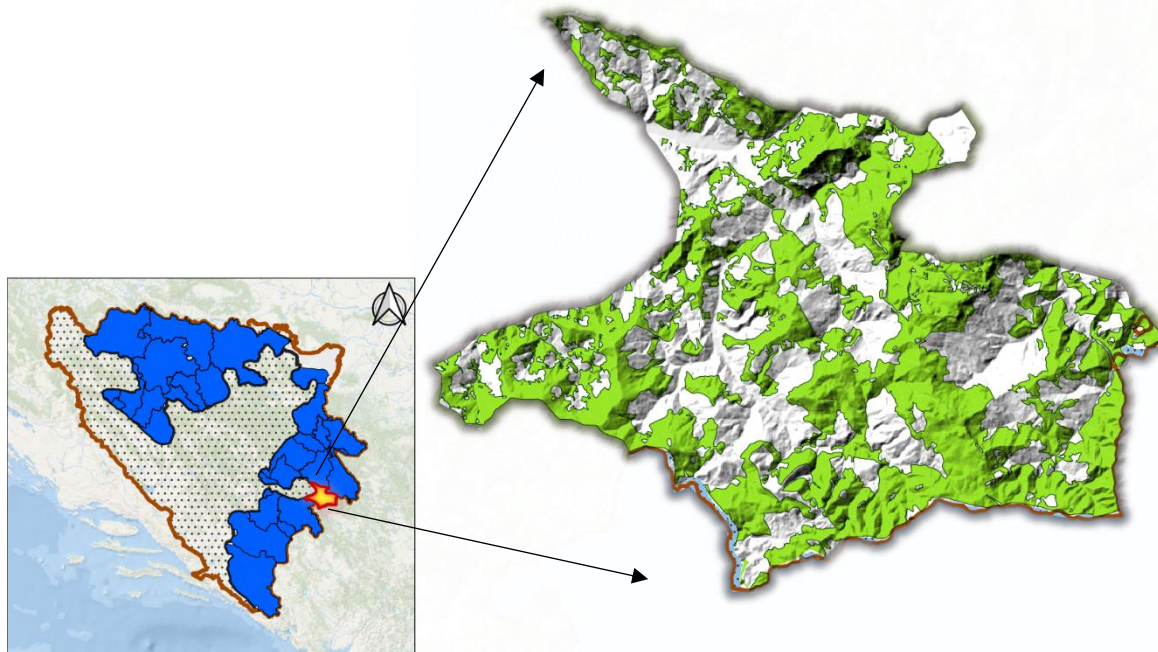
мезорељеф падина, гребена и увала на којем су такође заступљене веће и мање групе вртача и других крашких облика, као што су јаме, пећине (Орловача), шкрапе, гребе (Кукор,1134). Значајно место у рељефу кречњачких комплекса има појава кањона Паљанске и Мокрањске Миљацке и Праче, јер они представљају рефугијуме ретких, угрожених и ендемских врста флоре и фауне.

Законитости обликовања рељефа силикатно-карбонатних терена су као код силикатних терена, осим на површинама где је у подлози заступљенији кречњак. То су обично стрмији делови падина, ужи гребени и израженије коте. Кречњачке терене карактерише кратка хидрологија са појавом свих крашких феномена, посебно вртача. Основна одлика им је одсуство водних токова, а појава врела (извора) је врло ретка или их нема.

Силикатне и силикатно-карбонатне терене (флиш) одликује површинска мрежа мноштва сталних и повремених потока и поточића, те речица и река, као и појава великог броја извора.

Водени токови Јахоринског подручја припадају сливовима Босне и Дрине. Главни водотоци слива Босне су Мокрањска и Паљанска Миљацка са својим притокама. Главни водоток слива Дрине је река Прача са својим већим притокама (Каменичка ријека, Грабовица, Грачаница, Лозница и Брничка ријека). Подаци преузети из важеће ШПО "Јахоринско", (2015-2024).

4.23. ШПП ЧАЈНИЧКО – Чајниче



4.23.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05), формирано је „Чајничко“ шумскопривредно подручје, којим газдује Шумско газдинство „Вучевица“, са седиштем у Чајничу.

„Чајничко“ шумскопривредно подручје се налази у југоисточном делу Републике Српске, а простире се између 43°33'27" северне географске ширине и 19°4'16" источне географске дужине по Гриничу. Територија општине Чајничке се налази на тремеђи Републике Српске, Републике Србије и Републике Црне Горе и захвата површину од 275 km². Најниже коте терена су у доњим токовима река на 400 m надморске висине, а највише висине достижу до 1.491 m на Вучевици (врх Јаворово брдо).

Сви водотоци припадају сливу реке Јањине, Радојне и Сућеске које се уливају у Дрину и Лим. „Чајничко“ шумскопривредно подручје припада прелазно Илирско-Мезијској области (Еколошко-вегетацијска рејонизација Босне и Херцеговине, Сарајево, 1983. године).

4.23.2. Геолошке карактеристике

У геоморфолошком погледу ово подручје припада брдско-планинском појасу и мањим делом низијском, у долини реке Дрине. Рељеф је доста изражен у којем се истичу уздигнута кречњачка брда са изразито стрмим и стеновитим странама, често су то литице (Вучевица, 1.337 m) или су кањонске стране у долини Дрине, Радојне и Јањине. Силикатне терене верфена одликује рељеф са дугим гребенима, стрмим падинама и увалама кроз које теку већи или мањи потоци, сталног или повремениг тока. Силикатне терене одликује богата површинска хидрографска мрежа са мноштвом већих и мањих потока усечених у растресите супstrate силикатних терена. Већи водотоци су Дрина са притокама: Оглевеска ријека, Русањчки поток, Јањина са Атимом, Безујанком и Ботовком, те Радојна са Суходањском ријеком. Ови већи водотоци праве мање или веће алувијалне равни и терасе на којима педогенеза тече у правцу стварања глејних, псеудоглејних и алувијалних земљишта. Ради се о рејим појавама и о малим површинама и углавном, о пољопривредним земљиштима.

Геолошку грађу овог подручја чине стене пермо-тријаса и тријаса у којима доминирају киселе силикатне стене, док су кречњаци подређени и јављају се у виду избојних маса. Тектонским поремећајима је дошло до мешања дебелих наслага тријаских кречњачких са већим или мањим партијама верфенских и пермкарбонских слојева пешчара, глинаца и маса шкриљаца, метаморфних и магматских стена.

На педолошкој карти овог подручја уочавају се разлике у земљишном покривачу, што је последица сложеног деловања педогенетских фактора, у првом реду због учешћа разноврсне матичне подлоге.

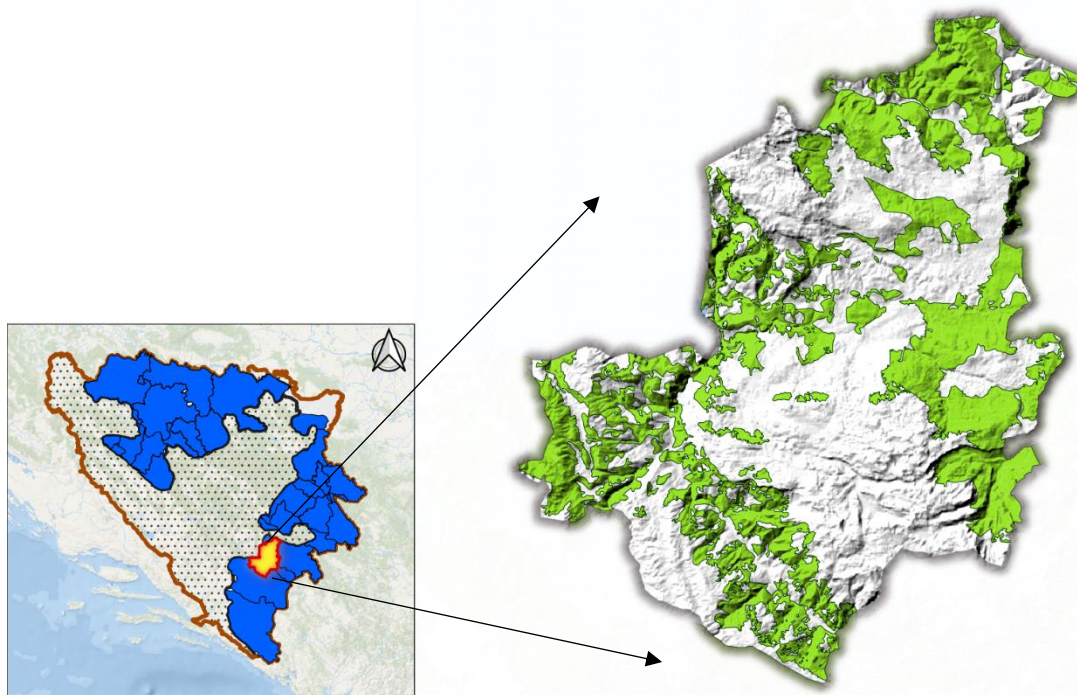
Земљишта на кречњацима су мало заступљена као хомогене картографске јединице, сироземи, црнице и смеђа кречњачка земљишта или као земљишне комбинације наведених типова земљишта. Наведене картографске јединице представљају непродуктивна земљишта, јер су то плитка и скелетна земљишта, која се одликују великом стеновитости. Сложене земљишне комбинације типа литосеквенци се јављају на серијама кречњака са рожњацима, глинцима и са пешчарима. Ове комбинације захватају значајне површине и сматрају се ниско до средње продуктивним земљиштима.

На киселим силикатним стенама су углавном заступљени дистрични камбисоли док су: ранкери, лувисоли, смеђа подзоласта и подзоли констатовани у траговима (крпама). Дистрични камбисоли се јављају најчешће као хомогене једночлане картографске јединице. Спилити се јављају унутар карбонатних кластичних седимената.

Габри су базичне, дубинске стене, распрострањене на Голешу, у сливу Провалијског потока и на Паносу. Поменуте базичне и неутралне стене одликује изломљен рељеф што је услов за образовање ранкера и еутричних и дистричних камбисола.

Перидотити заузимају значајне површине, разбацане у виду комплекса средње величине. Налазе се на Паносу, где се мешају са габрима (са проктолитима), затим на десној страни Дрине, те на Сувој гори. Највећи комплекс перидотита је констатован у сливу Крушевице. Перидотити су ултрабазичне стене, тамнозелене до црне боје чије су главне одлике лако физичко распадање и специфични хемијски састав који условљава појаву „серпентинофита“, биљака везаних за перидотите. Подаци преузети из важеће ШПО „Чајничко“, (2012-2021).

4.24. ШПП КАЛИНОВИЧКО – Калиновик



4.24.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске о формирању шумскопривредних подручја у Републици Српској („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05 и 107/12), формирано је „Калиновичко“ шумскопривредно подручје, чији је корисник Шумско газдинство „Зеленгора“, са седиштем у Калиновику.

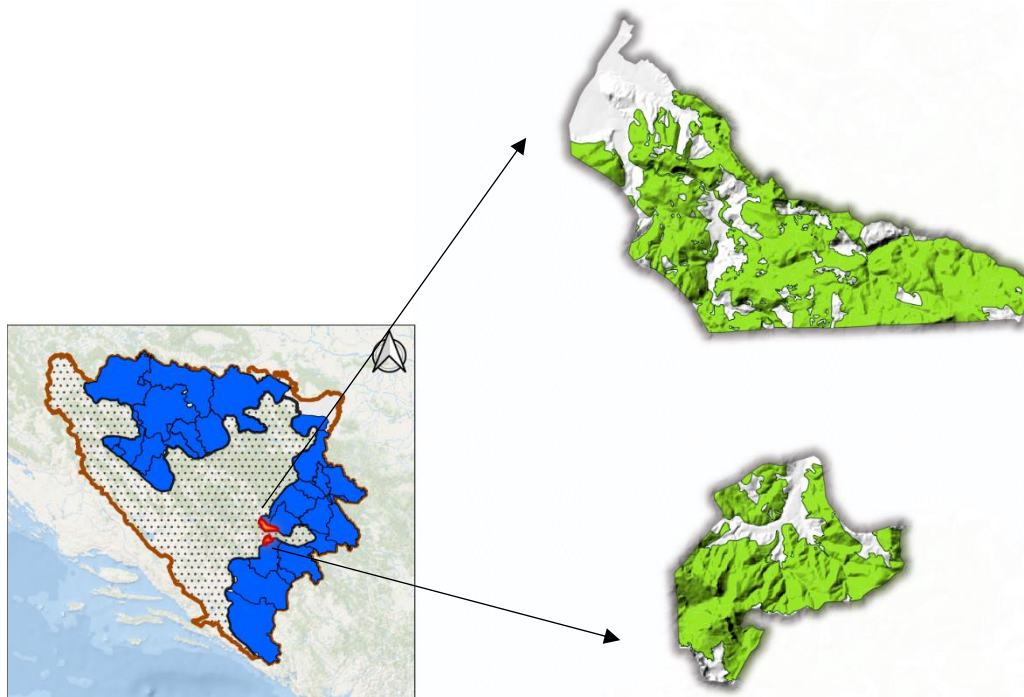
Шумскопривредно подручје „Калиновичко“ налази се на територији општина Калиновик (шифра општине 023) и Фоча (шифра општине 057). Шумскопривредно подручје граничи на северу са општином Трново и мањим делом са Федерацијом БиХ (општина Фоча-Устиколлина). На истоку граничи са општином Фоча, на западу то је Федерација БиХ (општина Коњиц) и једним делом Невесиње. У југоисточном делу граничи са Националним парком „Сутјеска“, а на југу са општином Гацко и делом са општином Невесиње. „Калиновичко“ шумскопривредно подручје настало је раздвајањем бившег „Калиновичко-Трновског“ шумскопривредног подручја.

Општина Калиновик (центар насеља је на 43°30'15" северне географске ширине и 18°26'50" источне географске дужине) се налази у југоисточном делу Босне и Херцеговине, око 50 km јужно од Сарајева. Обухвата површину од 678,92 km². Центар Калиновика је на надморској висини од око 1.073 метара.

4.24.2. Геолошке карактеристике

Према геолошкој карти (Основна геолошка карта СФРЈ, К 34-13; К 34-1; К 34-14; К 33-24; К 34-25...), „Калиновичко“ шумскопривредно подручје припада различитим геолошким формацијама. Око насеља Калиновик и према реци Бистрици, као и према Дрини су углавном, распрострањени кречњаци са амонитима или рожњацима, са мањим увлачцима лискуновитих шкриљаца и пешчара као и дијабаза. Јужно од Хрељића имамо мање површине флиша, а и око насеља Зеломићи. Северозападно од Зеленгоре, између Вучијих брда и Клињске стене, налазе се мање површине морена и седименти глине и шљунка. У околини Хотовља, Кутине и Сочана јављају се конгломерати, бигровити и пјесковити кречњаци, лапори, глине и пешчари. Јужно од Клиња, Трешњевице, Гапића и Оцака су распрострањени лапорци, лапоровити кречњаци и др. Подаци преузети из важеће ШПО „Калиновичко“, (2014-2023).

4.25. ШПП ТРНОВСКО – Трново



4.25.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске о формирању шумскопривредних подручја у Републици Српској („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05, 10/07 и 107/12), формирано је „Трновско“ шумскопривредно подручје, чији је корисник Шумско газдинство „Трескавица“, са седиштем у Трнову.

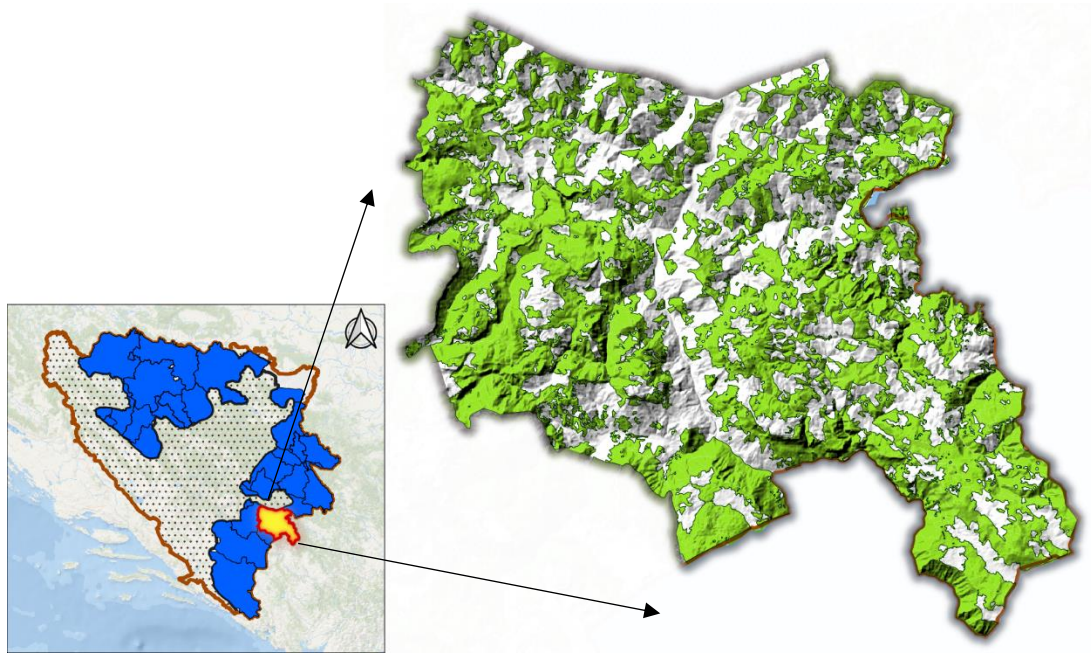
Шумскопривредно подручје „Трновско“ налази се на територији општине Трново (шифра 055) и општине Источна Илиџа (шифра 018). Подручје се састоји из северног и јужног дела. На северу граничи са општинама Источни Стари Град и Пале у Републици Српској, а у Федерацији БиХ са општином Трново и градом Сарајево. У јужном делу граничи са општином Калиновик у Републици Српској и Трново у Федерацији БиХ. Северни, уједно и већи део подручја обухвата делове сливова Касиндолске ријеке и Жељезнице, а простире се од обронака Игмана на западу, до Сарајевског поља и Требевића на северозападу и северу, затим на југу, истоку и југоистоку захвата масив Јахорине, а на југу и југозападу предео Грабске шуме. Јужни део подручја обухвата сливовове притока Жељезнице, Храснице и Широкарице, односно североисточни део масива планине Трескавице.

„Трновско“ шумскопривредно подручје настало је раздвајањем бившег „Калиновичко-Трновског“ шумскопривредног подручја. Општина Трново (центар насеља је на 43°39'55" северне географске ширине и 18°26'46" источне географске дужине) се налази у југоисточном делу Републике Српске, 30 km јужно од Сарајева. Обухвата површину од 138 km². Центар Трнова је на надморској висини од око 815 метара.

4.25.2. Геолошке карактеристике

Према геолошкој карти (Основна геолошка карта СФРЈ, К 34-1; К34-13), „Трновско“ шумскопривредно подручје припада различитим геолошким формацијама. Северни део подручја од насеља Граб па према Војковићима, чине углавном доломити са прослојцима бречастих кречњака. У мањим површинама у облику мозаика заступљени су и пјесковити кречњаци, лапорци и глинци. Око Касиндола имамо глиновитих пешчара и мање партије лапораца. Јужни део подручја се налази углавном на кречњацима са амонитима. Око коте Бандијерка се јављају дијабази, спилити и спилит-кератофири. Подаци преузети из важеће ШПО „Трновско“, (2014-2023).

4.26. ШПП ГОРЊЕДРИНСКО – Фоча



4.26.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Општина Фоча представља велику просторну целину површине око 1.115 km², организовану око горњег слива реке Дрине. Налази се у југоисточном делу Републике Српске, тако да источна и јужна граница општине представљају уједно и границу са Црном Гором, на североистоку се граничи са општином Чајниче, на северу са Федерацијом БиХ (општине Устиколина и Горажде), на западу са општином Калиновик и на југозападу са општином Гацко. Подручје општине Фоча обухвата делове планина Зеленгора, Маглића и Љубишње, долине реке Дрине, Ђехотине, Бистрице и Сутјеске. Шумском земљишту припадају површине од 67.913 ha. Брдско – планински рељеф ове општине, са надморском висином од 400 до 2.386 m н.в., богат је рекама, језерима и планинама, а ту је и прашума Перућица у саставу Националног парка „Сутјеска“, који представља изузетно вредно заштићено подручје.

4.26.2. Геолошке карактеристике

„Горњедринско“ шумскопривредно подручје је лоцирано у јужном делу Динарида у коме су заступљене стене различите геолошке старости.

Палеозоик је заступљен карбоном, где доминирају глинци, пешчари и шкриљци (десна страна Дрине, долина Ђехотине, доњи ток Бистрице), где доминирају кварцни конгломерати. Мезозоик је заступљен са свим периодима, највише тријасом. Доњи тријас је представљен верфенским седиментима распрострањеним у енклавама по целом подручју. Од седимената, најзаступљенији су шкриљци и пешчари.

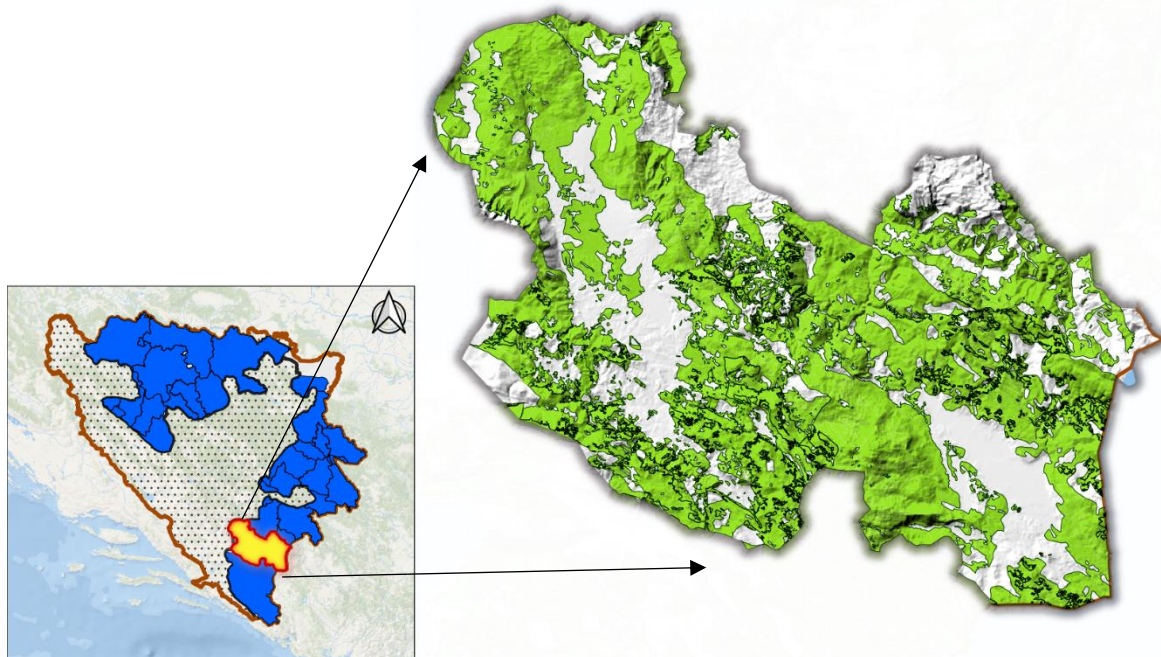
Геолошки супстрат представља основни чинилац формирања земљишног покривача. Осим геолошког супстрата, на формирање земљишта знатан утицај има морфологија терена и микроклима.

Велика хетерогеност у геолошкој грађи подручја утицала је на појаву великог броја типова земљишта. На овом подручју заступљени су:

- Литосол – на камењару,
- Ранкер – хумусно силикатно земљиште на киселим силикатним кварцним супстратима,
- Дистрични камбисол – кисело смеђе земљиште на различитим силикатним супстратима,
- Калкомеланосол – црница, на једром кречњаку,
- Калкокамбисол – смеђе кречњачко земљиште на кречњаку,
- Еутрични камбисол – еутрично смеђе земљиште на андезитима.

Подаци преузети из важеће ШПО "Горњединско", (2019-2028).

4.27. ШПП НЕВЕСИЊСКО-ГАТАЧКО – Невесиње



4.27.1. Географски положај шумскопривредног подручја

Одлуком Владе Републике Српске о формирању шумскопривредних подручја у Републици Српској („Службени гласник Републике Српске“, број 101/05, 10/07 и 107/12) формирано је „Невесињско-гатачко“ шумскопривредно подручје, чији је корисник Шумско газдинство „Ботин“, са седиштем у Невесињу. ШПП „Невесињско-гатачко“

налази се у југоисточном делу Републике Српске, односно Босне и Херцеговине. Са северне стране, подручје граничи са ШПП „Горњедринским“ и ШПП „Калиновичко“, са западне стране Федерацијом Босне и Херцеговине, са јужне „Центром за газдовање кршом“, Требиње.

4.27.2. Геолошке карактеристике

Шумско привредно подручје „Невесињско-Гатачко“ изграђено је, углавном, од кречњака различите старости. На једном делу подручја геолошку подлогу чине доломити (мањи део привредне јединице „Бјеласица-Ђед“), флишне насlage лапора, кречњака, лапоровитог кречњака, пешчара и конгломерата (привредна јединица „Горња Неретва“, „Лебршник-Троглав“ и део привредне јединице „Бјеласица-Ђед“).

На мањим локалитетима (уске долине које се протежу од врхова планина Вележ и Црвањ) срећу се моренски наноси који леже изнад кречњака. Подаци преузети из важеће ШПО „Невесињско-гатачко“, (2016-2025).

5. МЕТОД РАДА

Како би се добила потпуна слика о оптималној густини мреже шумских камионских путева на простору Републике Српске, потребно је обавити веома захтеван посао. Да би се обезбедила оптимална густина мреже шумских камионских путева на одређеном простору, потребно је обезбедити много података, од карактеристика подручја до економских, еколошких, социјалних и многих других фактора. Прикупљени подаци представљају просторне податке, које најлакше приказујемо ГИС софтверима. ГИС софтвери у великој мери могу допринети добијању реалних података када се ради о карактеристикама анализираних подручја, али када обухватимо и остале факторе, у том случају потребно је укључити и неке друге алате који ће послужити у коначном одлучивању.

Примарни задатак ових истраживања је да се иновира вредновање рељефних карактеристика простора у циљу детерминације погодности површина за изградњу шумских камионских путева. Такође, задатак је и да се утврди значај и утицај морфометријских облика рељефа на густину мреже шумских камионских путева. Класификација рељефа је извршена напредним алгоритмима и наменским софтверима за вредновање терена уз помоћ рачунарске технологије. Као резултат ће се добити нова класификација и потребна густина мреже путева, за карактеристична ШПП, у шумама и на шумском земљишту Републике Српске.

На основу вишекритеријумске анализе у комбинацији са географским информационом системом, квалитативно и квантитативно ће се приказати рељефне карактеристике појединих шумскопривредних подручја како би се извршила класификација рељефа на основу добијених резултата. За класификацију терена ће бити уведени нови параметри који се директно односе на оцену рељефа. Као улазни параметри одабрани су: топографски позициони индекс (ТПИ), вертикална рашчлањеност терена (ТРИ), нагиб терена (НТ), хипсометрија (ХИП), хидрографија (ХИД), кривудаост путева (КРИ) и експозиција (ЕП). Овако извршена категоризација и класификација терена биће коришћена за класификацију терена према погодности за изградњу и густину мреже шумских камионских путева. Одређивање оптималне густине мреже шумских камионских путева ће бити одређена емпиријском методом која се заснива на искуству или поређењем варијанти (Stojnić, 2019). Tičerić, (1991) наводи да је оптималну густину мреже шумских путева потребно одређивати на основу емпиријске, а не аналитичке методе, јер је емпиријска метода сигурнија и одређенија. Приликом анализе водило се рачуна о просторном распореду шумских камионских путева са просечном транспортном дистанцом од 300 m и тампон зоном ширине 600 m. Апсолутна отвореност је израчуната према критеријумима отварања (Šikić et al., 1989). За анализу ће се користити постојећа мрежа шумских камионских и јавних путева која утичу на отвореност шума и шумског земљишта у Републици Српској (Dražić et al., 2018). С обзиром на велики број фактора који утичу на густину мреже шумских камионских путева, неопходно је тестирати један по један или групу сличних фактора, који утичу на густину мреже, у овом случају фактора за оцену морфометријских карактеристика терена. Истраживање неће укључивати анализу утицаја ових фактора са економског, еколошког и социјалног аспекта, с обзиром на величину простора који је обухваћен истраживањем и велики број утицајних фактора. Циљ је показати на који начин и у којој мери конфигурација терена утиче на густину мреже шумских камионских путева.

Неотворена или недовољно отворена подручја ће бити могуће категорисати према сличним рељефним карактеристикама или применом методологије која је наведена у овом раду.

5.1. Инвентура путева

Почетна фаза израде овог рада подразумевала је прикупљање одређених података о шумским камионским путевима у шумама и шумском земљишту у својини Републике Српске, а чији је корисник ЈПШ „Шуме Републике Српске“. Како би се стекао јасан увид у квантитативно стање мреже шумских камионских путева у Републици Српској, током 2016. године започета је инвентура шумских камионских путева на подручју ЈПШ „Шуме Републике Српске“. Подаци су прикупљени ГПС уређајима у 26 шумскопривредних подручја, а снимљени трагови су кориговани са ортофото снимцима. За обраду података су коришћени ГИС софтвери, ArcGIS и QGIS. Путеви су разврстани на категорисане - јавне и некатегорисане - шумске камионске путеве. Обрада података је завршена 2018. године, а израда документа „Стратешки план шумских путева у Републици Српској“, 2019. године (Dražić, et al., 2019). Јавни путеви су разврстани на: аутопутеве, магистралне, регионалне и локалне путеве, док су шумски камионски путеви разврстани на: асфалтне и макадамске као и на главне, споредне и прилазне путеве. На овај начин просторно су приказани путеви, те дефинисан простор који је неопходно попунити шумским камионским путевима. Меки шумски путеви или како их називају у различитим срединама сезонски или технолошки (Ričman, 1994) односно повремени путеви су снимљени, али нису обухваћени овом анализом нити су имали утицај на отвореност шума.

5.2. Отвореност шума

Отварање шума представља дугорочни процес планирања мреже путева у шуми са циљем ефикасног и економичног газдовања шумама и шумским простором у зависности од његове намене и повезивања шумских комплекса са системом путева јавног саобраћаја.

Савремено и рационално газдовање шумским екосистемима, које се заснива на принципима трајног и одрживог интегралног (полифункционалног) газдовања шумама, који налаже уважавање свих функција шума и обезбеђује трајно и одрживо газдовање шумама у дужем периоду, а самим тим заштиту и унапређење природних ресурса, могуће је остварити само добро испланираном, пројектованом, изграђеном и одржаваном мрежом шумских путева.

Планирању мреже шумских путева претходи детаљна анализа тренутног квалитативног и квантитативног стања путева, а пре свега, утврђивање њиховог просторног распореда. Анализом тренутног просторног распореда установљава се део шуме коме није омогућен приступ коришћењем постојећих путева. Провођење ових анализа могуће је обавити уз помоћ различитих софтвера базираних на ГИС технологији. Поред тога, применом ГИС-а у планирању, планери шумских путева могу брзо анализирати више варијанти мрежа шумских камионских путева. Тренутно квантитативно стање мреже шумских путева у истраживаном подручју је знатно испод просека земаља Европске уније, међутим сличне је отворености са земљама бивше СФРЈ. Ово показују резултати инвентуре шумских путева која је спроведена током 2017 - 2018.

године, односно извршена анализа тренутне отворености и стања примарне мреже шумских путева. Отвореност шума и шумског земљишта у Републици Српској, према последњим истраживањима износи 9,28 m/ha, када говоримо само о шумским камионским путевима према критеријумима отварања шума, док је отвореност са јавним путевима 11,21 m/ha (Dražić et al., 2018).

Неке европске земље са веома напредним шумарством (Швајцарска, Немачка, Француска, Аустрија и др.) још пре неколико деценија су имале оријентацију на густину од 15 до 20 m/ha као оптималну, но свуда где је та густина постигнута продужило се са изградњом нових путева чиме се повећавала и густина мреже. У неким шумским подручјима ових земаља постигнута је отвореност од чак 40 m/ha, где је приметна оријентација ка отварању шума са веома густом мрежом шумских путева (Aćimovski, 1997).

Према садашњем просторном распореду примарне мреже шумских путева у Републици Српској примећује се гушћа мрежа у високим шумама са природном обновом, која код нас још увек има приоритет при коришћењу ШДС, односно економски фактор је још увек на првом месту (Dražić et al., 2018). Такође, мрежа путева по ШПП је нарушена нестручним планирањем примарне мреже шумских путева.

У последње време овај тренд се полако напушта. Све више површина се издваја у шуме високе заштитне вредности, као што су Национални паркови којих сад у Републици Српској има три (НП „Козара“, НП „Сутјеска“ и НП „Дрина“), прашума Перућица, паркови природе, парк шуме, шуме у водозахватима, и заштитне шуме у погледу заштите од спирања површинског продуктивног слоја у шумама на неприступачнијим теренима и др., а путеви имају другачију намену не само експлоатациону. Осавремењивањем шумске механизације полако се стичу услови за њихову употребу и на нашим просторима, а неотворени простори заузимају све већи значај у погледу оптимизације мреже шумских путева. У првом реду се мисли на шумске жичаре, харвестере и форвардере (Danilović et al., 2020).

Из тог разлога неотворена подручја постају интересантнија по овом основу, као и коришћење шума мање економске вредности у погледу обезбеђивања одрживог газдовања и прибављања шумске биомасе као обновљивог извора за енергију.

Непостојање засебних, детаљније израђених, докумената као што су „Планови отварања шума“, чија би се израда базирала на модерним методама и технологијама код нас је за последицу имала да шумска газдинства раде путеве стихијски односно по систему гашења ватре. План отварања шума за наредни уређајни период се приказује у ШПО као засебно поглавље са уцртаним планираним путевима на топографским картама. Међутим, у оваквим плановима изостала је анализа са економског, еколошког и социолошког аспекта, а густина и просторни распоред нових путева се приказује произвољно. Приликом реализације плана отварања шума врло често се одступа и од тако планираних путева. Путеви се граде само да би се отворила одељења из којих би се остварила тренутна финансијска корист не уважавајући постојећу мрежу путева, принципе планирања и дугорочну исплативост изграђених путева. Стратешким планом шумских путева у Републици Српској, утврђено је, да се у последњих 12 година, највише путева изградиле ШПП Рогатичко и ШПП Рибничко, нешто мање ШПП Горњедринско, ШПП Петровачко и ШПП Источнодрварско, док су остала ШПП врло мало градила путеве. ШПП Мајевичко, ШПП Добојско-дервентско скоро да нису градили путеве задњих година.

Динамика изградње не прати потребе данашњег шумарства. Шумски камионски путеви се граде, али недовољно, чак постоји огромна разлика у темпу и динамици изградње од ШПП до ШПП. Годишње се изгради око 50 km шумских камионских путева, што је недовољно и оваквом динамиком потребне су десетине година да се постигне минимална отвореност. Поједина газдинства због недостатка финансијских средстава и ликвидности нису у могућности пратити динамички развој мреже шумских камионских путева. Према новој класификацији, посматрајући постојећу отвореност шума, само ШПП Источнодрварско и ШПП Петровачко имају отвореност приближну оптималној отворености. Остала ШПП су далеко испод потребног минимума отворености.

Отварању шума мора се приступити плански и то на нивоу привредне јединице или слива, нарочито из разлога посебних теренских и састојинских фактора који се издвајају од осталих и чине специфичним део шумске површине. Такође је потребно, при изради програма отварања анализирати и хидрографске карактеристике подручја које се отвара. Отварање шума подразумева планирање, пројектовање, изградњу и одржавање шумске инфраструктуре. Чињеница је да шумска инфраструктура представља посебан предуслов у данашњем савременом, технолошко напредном, рационалном, економичном, еколошки усмереном газдовању шумама (Pentek et al., 2011). Отвореност шума најчешће посматрамо преко превоза дрвета (смањење удаљености и трошкова превоза), при чему се претпоставља да се путеви граде најпре ради газдовања шумом. Анализа постојеће путне инфраструктуре примарних шумских путева састоји се од бројних операција и процедура чија је основна сврха да се успостави квалитет, квантитет и евентуалне сметње на постојећој путној мрежи.

У овој фази оптимизације утврђује се просечна стварна дистанца привлачења, постојећи трошкови привлачења дрвета, апсолутна и релативна отвореност за просечну дистанцу привлачења. Утврђује се ефикасност отвореног подручја укупне мреже путева. На основу тога добије се прегледни простор и површине које нису обухваћене планираном путном мрежом. Потребно је формирати посебну компјутерску базу података за посматрани простор. Добро осмишљена база података, не претерано обимна, у смислу врсте података, представља добар улазни елемент за квалитетнију анализу простора (Stojnić et al., 2017). Разлози за смањење улазних података неопходних за израчунавање су у основним карактеристикама свих модела квалитета: једноставност, прецизност и применљивост.

Клеменчић (1939) под оптималном густином шумских путева подразумева ону густину код које су укупни трошкови отпреме минимални. При томе користи следећу формулу:

$$T_o = T_{из} + T_r + T_t$$

Образац 1. Клеменчић (1939) одређивање оптималног растојања између путева

где су: T_o – трошкови отпреме; $T_{из}$ – трошкови привлачења; T_r – трошкови изградње; T_t – трошкови превоза

Јеличић (1969) за одређивање оптималног растојања између путева наводи следећу формулу:

$$e = \sqrt{\frac{F}{M \cdot a \cdot p_o} \cdot (M \cdot b \cdot v_o + \frac{g}{f} + o)}$$

Образац 2. Јеличић (1969) одређивање оптималног растојања између путева

где су: e - оптимално растојање између шумских путева (m); F - површина са које се врши привлачење (1 ha); M - нето сечива маса за транспорт (t/ha); a - коефицијент привлачења; p_o - параметар трошкова привлачења зависан од дистанце (KM/t·m); b - фактор променљиве удаљености тежишта дрвних маса концентрисаних поред пута; v_o - параметар трошкова возње по путу зависан од дистанце (KM/m); g - трошкови изградње пута (KM/m); f - рентни фактор за одређени број година и предвиђену каматну стопу; o - годишњи трошкови одржавања пута (KM/m)

Бојанин (1983) одређује оптимално растојање између шумских путева узимајући у обзир трошкове изградње и одржавања шумских путева и трошкове привлачења дрвета. При томе користи формулу:

$$x = 200 \cdot \sqrt{\frac{R}{v \cdot f \cdot Q}}$$

Образац 3. Бојанин (1983) одређивање оптималног растојања између путева

где су: x - растојање између шумских путева (m); R - трошкови изградње и одржавања шумских путева (KM/m); v - трошкови привлачења дрвета [KM/m³]; f - фактор терена; Q - посечена дрвна маса (m³/ha).

За рационално газдовање шумама и правовремено провођење свих планираних биотехничких мера, неопходно је изградити довољно густу и разгранату мрежу шумских путева. При томе се има у виду да путеви немају значај само за производни аспект шуме, већ и за све остале многобројне аспекте: еколошки, социолошки, заштитни итд. Најбоље решење у отварању шума јесте када се постигне, да се са што мање уложених средстава добије што боље отворена шума. Резултат којем се тежи у отварању шума јесте оптимална мрежа шумских камионских путева.

Највећи значај свакако имају за транспорт шумских дрвних сортимената, јер у великој мери смањују трошкове, по свим анализама најскупље фазе производње. Осим тога, отварањем шума стварају се услови за потпуну примену механизованих средстава у свим шумским операцијама, транспорт радника и потребних средстава и опреме на удаљене локације, бољу и лакшу организацију посла, ефикасну заштиту од болести и шумских пожара, лакше и правовремене интервенције у шумама. Свеукупно газдовање и мониторинг шуме су знатно ефикаснији у шумским комплексима са довољно густом и разгранатом мрежом шумских путева.

Отвореност шумског комплекса може да се посматра као апсолутна (класична) или као релативна. Апсолутна отвореност шума нам даје само податке о укупној дужини односно квантитету шумских путева на одређеној шумској површини, а не говори нам ништа о њиховом просторном распореду. Она представља однос дужине шумских путева и површине коју ти путеви отварају:

$$O_p = \frac{L_p}{P}$$

Образац 4. Апсолутна отвореност шума

где су: O_p - примарна отвореност, L_p - дужина шумских путева (m), P - отворена површина (ha).

Релативна отвореност шума је истовремено и квантитативни и квалитативни параметар који нам даје добар увид у просторни распоред шумских путева. Исказује однос површине шумског подручја отвореног шумским путевима и укупне површине шуме у (%). Релативна отвореност је веома корисна при анализи постојеће мреже шумских путева, дефинисању неотворених површина и на тај начин утврђивању потребе даљег отварања, и на крају при планирању будућих траса шумских путева и одабиру најквалитетнијих и најефикаснијих варијанти.

На основу односа израчунате површине коју покрива тампон зона и укупне површине шумскопривредног подручја, добија се релативна отвореност по обрасцу:

$$O_r = \frac{P_{tz}}{P_u} \cdot 100 (\%)$$

Образац 5. Релативна отвореност шума

где је: O_r – релативна отвореност (%); P_{tz} – површина тампон зоне (ha); P_u – укупна анализирана површина (ha)

5.3. Средња транспортна дистанца

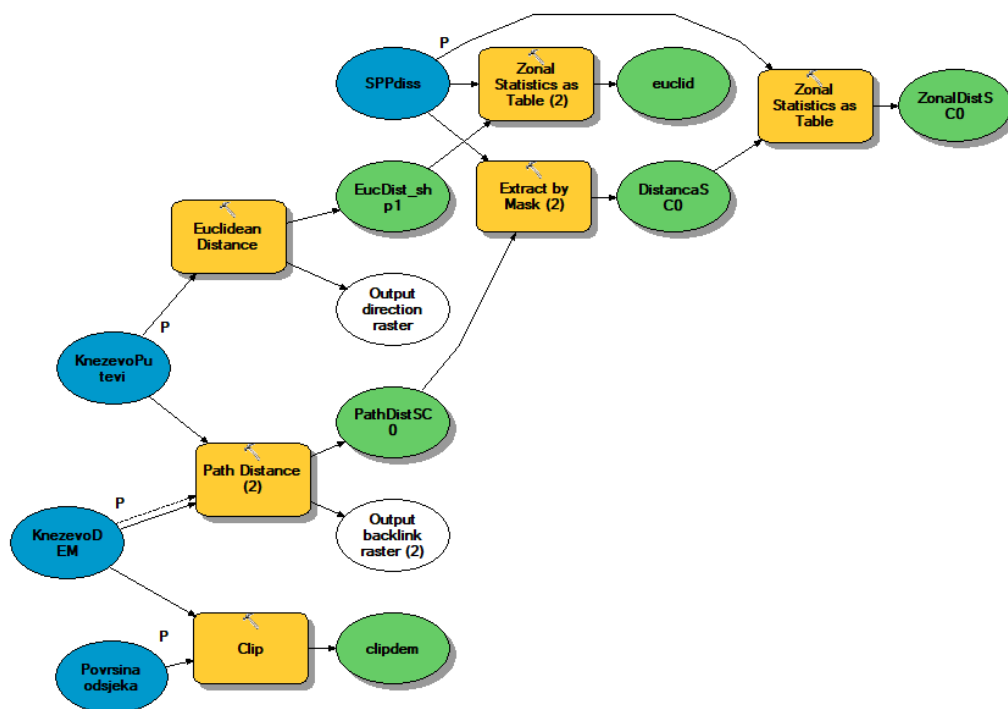
За одређивање средње транспортне дистанце коришћена је комбинација алгоритама *Path distance* и *Euclidean distance* у софтверу ArcMAP 10, а продужење просечне дистанце је израчунато помоћу фактора корекције.

5.3.1. Средња транспортна дистанца –Метода *Path distance*

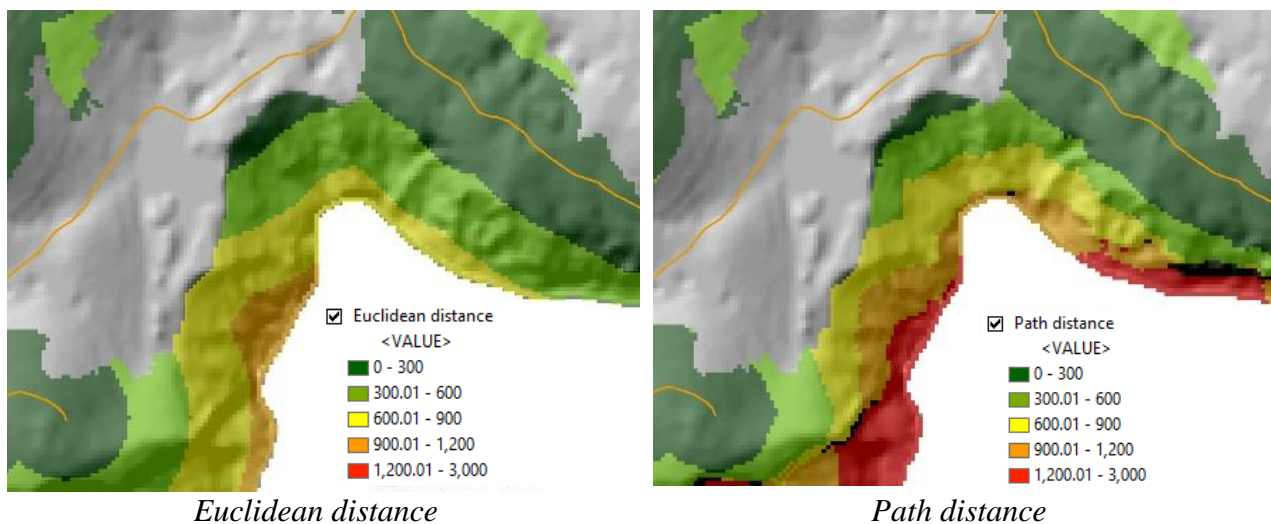
За одређивање средње транспортне дистанце коришћен је модификован алгоритам *Path distance* и *Euclidean distance* у софтверу ArcMAP 10, који у односу на алгоритам *Euclidean distance*, дистанце рачуна хоризонтално од и управно на анализирани пут, не узимајући у обзир косу дужину терена.

Предност алгоритма *Path distance* је у томе што се у рачун средње транспортне дистанце узима у обзир продужење дистанце у зависности од нагиба терена на којима се креира тампон зона. Овај алгоритам је применљив за дозвољене уздужне нагибе шумских путева за поједина транспортна средстава. Уколико је дозвољени уздужни нагиб шумског тракторског пута до 30%, а нагиб терена једнак или мањи од 30%, онда је добијена вредност већ урачуната у продужење средње транспортне дистанце јер се у том случају трактори могу кретати управно на изохипсе. Уколико је нагиб терена већи

од 30%, онда продужење треба рачунати методом Еуклидове дистанце, а то хоризонтално растојање увећати за коефицијенте продужења приказане у табели 7.



Дијаграм 1. Path distance алгоритам

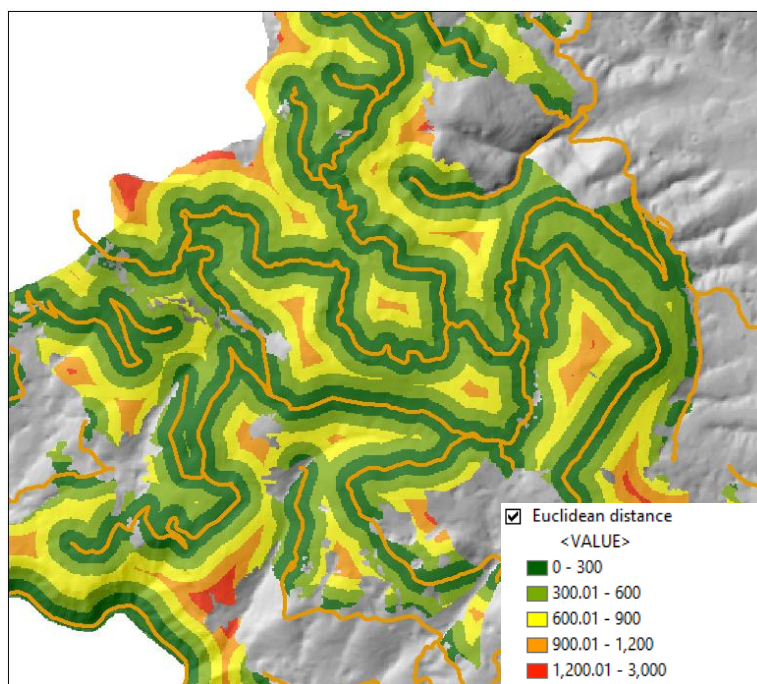


Слика 14. Упоредни приказ средње транспортне дистанце и разлике у дужинама

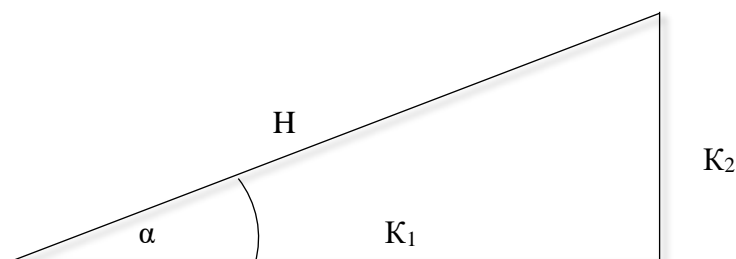
5.3.2. Средња транспортна дистанца – Метода *Euclidean distance*

Еуклидова средња транспортна дистанца приказује хоризонталне дужине, односно растојања између тежишта неке неправилне површине и најближе тачке на шумском камионском путу. Ову хоризонталну дужину треба кориговати у зависности од

нагиба терена и уздужног нагиба тракторског пута или влаке како би се добила коса дужина, односно стварна дистанца.



Слика 15. Euclidean distance



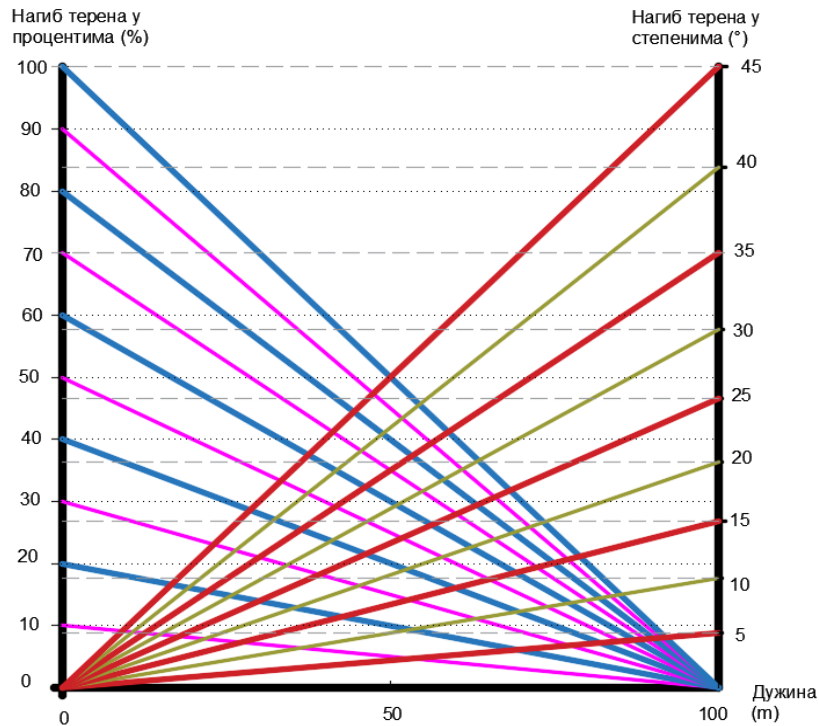
Уколико посматрамо правоугли троугао у коме је база катета $K_1=100\text{m}$, онда је за жељени нагиб пута позната и катета K_2 као и угао α . Према формули:

Уколико је нагиб терена 10%, онда је $\alpha = \arctan\left(\frac{10}{100}\right) = 5,711^\circ$

$$H = \frac{K_2}{\sin(\alpha^\circ)} \quad \text{или} \quad H = \frac{K_1}{\cos(\alpha^\circ)}$$

Образац 6. Продужење просечне дистанце у зависности од нагиба терена

Нагиб терена



Графикон 1. Графички приказ односа степена и процената нагиба терена

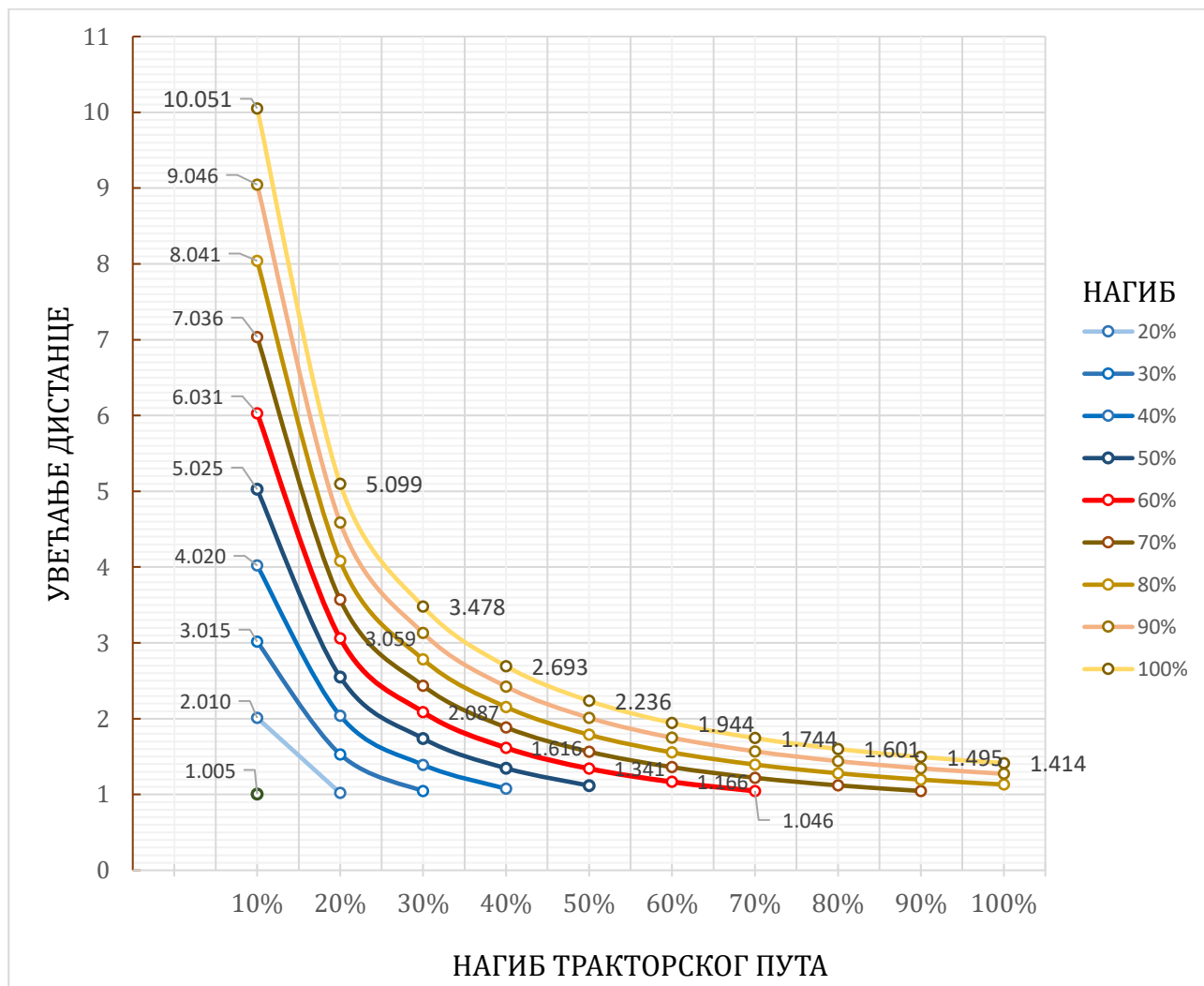
Табела 7. Коefицијенти продужења просечне дистанце тракторског пута

Просечан нагиб влака	Нагиб терена									
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
10%	1,005	2,010	3,015	4,020	5,025	6,031	7,036	8,041	9,046	10,051
20%		1,020	1,530	2,040	2,549	3,059	3,569	4,079	4,589	5,099
30%			1,043	1,391	1,739	2,087	2,435	2,782	3,130	3,478
40%				1,077	1,346	1,616	1,885	2,154	2,423	2,693
50%					1,118	1,341	1,565	1,789	2,012	2,236
60%						1,166	1,361	1,555	1,749	1,944
70%						1,046	1,221	1,395	1,569	1,744
80%							1,121	1,281	1,441	1,601
90%							1,046	1,196	1,345	1,495
100%								1,131	1,273	1,414

Табела 7 показује коefицијенте за колико ће хоризонтална дистанца бити дужа у зависности од нагиба терена. У односу на купирани терена и евентуалних препрека на терену, укупно продужење просечне дистанце треба увећати за 5 – 10%. Уколико имамо да је просечан нагиб тракторских путева 20%, а желимо савладати нагиб терена

од 30%, онда хоризонтално растојање, у виду транспортне дистанце, увећавамо коефицијентом 1,530.

Гранична вредност уздужног нагиба тракторског пута не би смела бити већа од 30%, у изузетним случајевима на крајим растојањима до 40% у паду, док у успону не би требала бити већа од 15% (S. Nikolić, 1993).



Графикон 2. Коефицијенти продужења тракторског пута у зависности од нагиба терена

Нагиби терена 60% и више, погодни су за шумске жичаре. За ову врсту транспортног средства применљивији је алгоритам *Path distance*, јер се продужење дистанце односи на косу дужину терена коју овај алгоритам израчунава уважавајући вишеструке ломове терена.

5.4. Морфометријске карактеристике рељефа

Област науке која се бави рељефним облицима и његовом класификацијом назива се геоморфологија. Геоморфологија је научна дисциплина која се бави истраживањем настанака, еволуције и динамике рељефа Земље (Pike et al., 2009). То је гранична дисциплина између географије и геологије. Она представља аналитичко - картографски приступ у проучавању топографских обележја Земље као и интердисциплинарно подручје произашло већином из математике, природних наука и информатике (Radoš et al., 2012a). Темељи се на претпоставци да постоји блиски квантитативни однос између површинских процеса и топографских карактеристика и да те карактеристике садрже геолошке информације које се могу приказати нумеричком анализом (Moore et al., 1991). За разлику од морфографије, која приказује положај, димензије и међусобне односе главних рељефних облика, као што су: узвишења, удубљења и равне површине и морфогенезе која се бави истраживањем процеса настанака рељефних облика, као што су ендогени и егзогени процеси, морфометрија представља квантитативно одређивање општих параметара: хипсометрију, нагибе, вертикалну рашчлањеност (енергија рељефа), експозиција, док специфични подразумевају издвојене рељефне облике (нпр. гребени, поникве, дренажна мрежа и др.)

Једна од првих морфометријских анализа код нас је била анализа хоризонталне рашчлањености Медведнице (Klein, 1968). За овакву класификацију коришћене су топографске карте размере 1:25.000, што се у то време сматрало врло прецизном анализом. До тог времена коришћене су карте размере 1: 50.000 и 1: 200.000.

Многи аутори у свету су се бавили морфометријом терена (Pike, Wilson, 1971; Zevenbergen, Thorne, 1987), којима је такође основа била топографска карта, све до времена када се почиње користити савремена рачунарска технологија и дигитални модел терена (ДТМ) (Riley et al., 1999; Tucker et al., 2001; Iwahashi, Pike, 2007; Olaya, Conrad, 2009; Radoš et al., 2012a; Jenness, 2013; Gorini, Mota, 2016). Тада ова дисциплина доживљава процват, а морфометријска анализа добија своје запажено место у геоморфологији.

Евалуација у најширем смислу означава оцену нечега, вредновање, односно, одређивање вредности. У просторном планирању евалуација простора представља процес усмерен ка идентификацији потенцијала односно ограничења одређеног простора, а у овом раду у погледу морфометријских карактеристика терена, за одређивање густине примарне мреже шумских путева. Развој критеријума евалуације морфометријских карактеристика терена заснива се на опште теоријским знањима, искуствима, постојећим потребама и праксом у различитим сегментима људских активности. Да би се приступило реализацији парцијалне или комплетне евалуације морфометријских карактеристика терена, поред изабраних и утврђених критеријума, потребно је извршити избор научне методе.

Метод моделовања је поступак који се заснива на формирању модела за евалуацију. Успешност евалуације морфометријских карактеристика терена не зависи само од организације података у дигиталном моделу терена ("квалитета модела") већ и од прецизности базе висинских података на основу које се формира модел. Поред моделовања података који служе за евалуацију података, евалуација морфометријских карактеристика терена заснива се и на одговарајућим геостатистичким и

картографским методама. Евалуација морфометријских карактеристика терена има велики значај у процесу вредновања потенцијала животне средине.

Рељеф терена као елемент природне средине који се најспорије и најмање мења, основни је елемент квалитативног обележја копненог простора и као такав погодан је за дугорочно планирање живота и рада. Од њега зависе остали елементи: клима, хидрографија, педолошки и вегетациони покривач, распоред насеља, комуникације, пољопривреда и индустрија (Kostić et al., 2014).

Морфометријски параметри, заједно са начином коришћења земљишта, контролишу потенцијал планинских сливова за продукцију вученог наноса, поготово уколико се сливови одликују густом хидрографском мрежом (Vulević, 2017).

Неки од основних рељефних облика приказани су у табели 8:

Табела 8. Морфометријске карактеристике терена

Назив рељефног облика	Формула	Опис
Врх	$\frac{\delta^2 z}{\delta x^2} > 0, \frac{\delta^2 z}{\delta y^2} > 0$	Конвексна површина чија је надморска висина већа у односу на окружујуће ћелије
Јама - вртача	$\frac{\delta^2 z}{\delta x^2} < 0, \frac{\delta^2 z}{\delta y^2} < 0$	Конкавна површина која је нижа од окружујућих ћелија
Гребен	$\frac{\delta^2 z}{\delta x^2} > 0, \frac{\delta^2 z}{\delta y^2} = 0$	Непрекидне конвексне линије ћелија које настају када су ћелије више од ћелија са обе стране
Канал	$\frac{\delta^2 z}{\delta x^2} < 0, \frac{\delta^2 z}{\delta y^2} = 0$	Непрекидне конвексне линије ћелија које настају када су ћелије ниже од ћелија са обе стране
Седло	$\frac{\delta^2 z}{\delta x^2} > 0, \frac{\delta^2 z}{\delta y^2} < 0$	Пресециште гребена и долине
Зараван	$\frac{\delta^2 z}{\delta x^2} = 0, \frac{\delta^2 z}{\delta y^2} = 0$	Површина без нагиба терена, конвексности и конкавности

5.4.1. Нагиб терена

Нагиб терена се сматра најважнијим морфометријским параметром, који се користи за ефикасније анализирање и описивање рељефа (Šiljeg, 2013). Тај утицај је највише изражен приликом изградње објеката, планирање примарне и секунарне мреже шумских путева, коришћења шума, одређивања брзине отицања воде, анализе клизишта, последица од ерозије и др. За одређивање нагиба терена постоји већи број алгоритама који се базирају на прорачуну суседних ћелија дигиталног модела терена, квадрата 3x3 (Zevenbergen, Thorne, 1987).

Нагиб терена (S) представља веома значајан топографски параметар. Дефинише га градијент, односно вектор који показује правац највећег раста скаларне функције $z = f(x, y)$. Такође, може се дефинисати да је нагиб терена интензитет промене висине у правцу највеће косине (Borisov, 2015). Нагиб терена у некој тачки дефинише се као угао

мерен у вертикалној равни који захвата тангенцијална раван на површину терена у датој тачки са хоризонталном равни у истој тачки.

$$S = \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2} = \sqrt{z_x^2 + z_y^2}$$

Образац 7. Нагиб терена

Нагиб % = arctan (|S|); Нагиб % = tan(Нагиб %) · 100

Постоји неколико интерпретација нагиба терена, а ту су:

$$S = \sqrt{S_{e-w}^2 + S_{n-s}^2} \times 100$$

$$S_{e-w} = \frac{(z_3 + 2z_4 + z_5) - (z_1 + 2z_8 + z_7)}{8 \times d}$$

$$S_{n-s} = \frac{(z_1 + 2z_2 + z_3) - (z_7 + 2z_6 + z_5)}{8 \times d}$$

Образац 8. Метода краљице (Queen's case)

$$S = \sqrt{S_{e-w}^2 + S_{n-s}^2} \times 100$$

$$S_{e-w} = \frac{z_4 - z_8}{2 \times d}$$

$$S_{n-s} = \frac{z_2 - z_6}{2 \times d}$$

Образац 9. Метода топа (Rook's case)

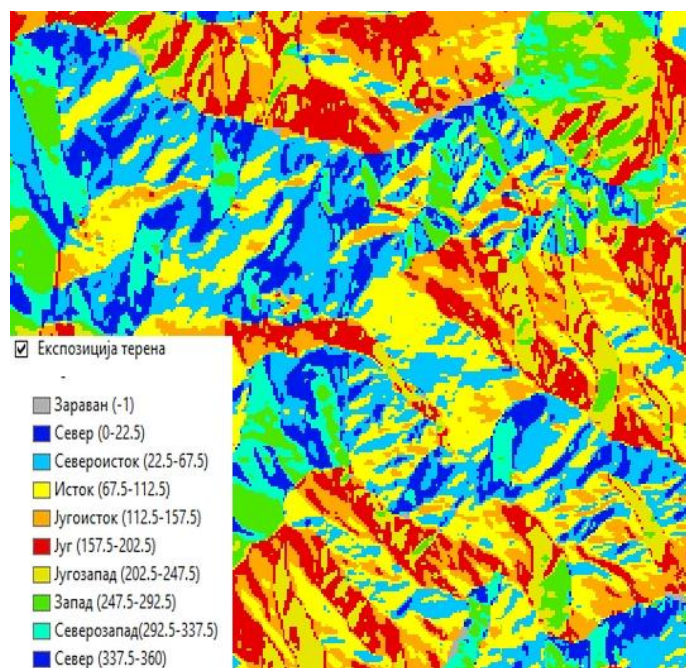
$$S = \max \left(\frac{z_9 - z_i}{d_c} \right) \times 100$$

Образац 10. Метода максималног градијента (Max. Gradient)

На нагиб израчунат из мреже ДМТ не утиче само алгоритам који се користи за израчунавање нагиба, већ утиче и прецизност вредности кога у ДМТ (Carter, 1992; Garbrecht, Martz, 1999).

5.4.2. Експозиција терена

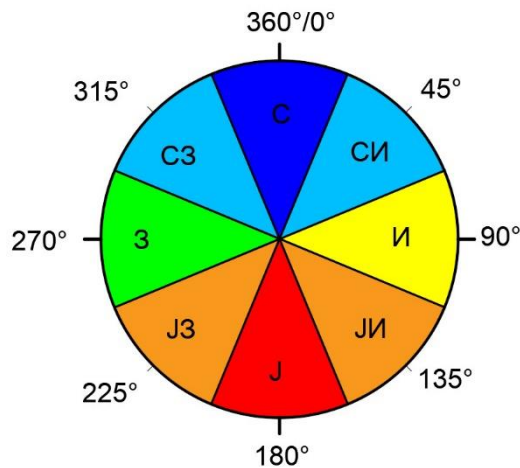
Експозиција (eng. aspect) терена представља оријентацију линије највећег нагиба за посматрану тачку. Она се дефинише као оријентациони угао (азимут) правца највећег пада терена. Овај топографски параметар посебно је значајан у хидрологији, еколошком инжењерству и агрономији. Експозиција практично одређује правац отицања површинских вода и врло је битан параметар при изради модела осунчаности терена (слика 40).



Слика 16. Експозиција терена

Она утиче на садржај воде у земљишту, испарења, као и заступљеност и положај биљних врста. Експозиција терена данас је врло значајан природни фактор и њено проучавање у новије време све више добија на значају када говоримо о евалуацији морфометријских карактеристика терена. Максималне разлике утицаја експозиције рељефа уочавају се у наспрамним експозицијама смером меридијанског пружања, тзв. осојним и присојним странама падина. Експозиција модификује значај висине Сунца изнад хоризонта, тако што присојне стране омогућавају повећање упадног угла његових зрака, а осојне његово смањење. Присојне падине обележава већа инсолација што се одражава кроз веће загревање у односу на осојну падину, веће температурне амплитуде у дневном ходу као и краће задржавање снежног покривача (Golijanin, 2015).

Значај експозиције терена у погледу шумских камионских путева се огледа у осунчаности пута, јер путеви који се налазе на осојним странама су склонији пропадању и скупљи су за одржавање, због задржавања воде у земљишту, у односу на присојне путеве. Експозиција се у ДМТ прорачунава за сваки троугао у ТИН-у или за сваку ћелију растера када се ради о гриду. Експозиција терена може имати вредности од 0° (правац севера) до 360° (опет правац севера).



Слика 17. Шаблон за одређивање оријентације нагиба терена

Вредност сваке ћелије грида експозиције указује на оријентацију површине терена у зависности од угла нагиба. Уколико је терен раван, то значи да је неекспониран и за његову вредност се узима (-1) (Borisov et al., 2011).

$$A = 180^\circ - \arctan\left(\frac{q}{p}\right) + 90^\circ \frac{p}{|p|}$$

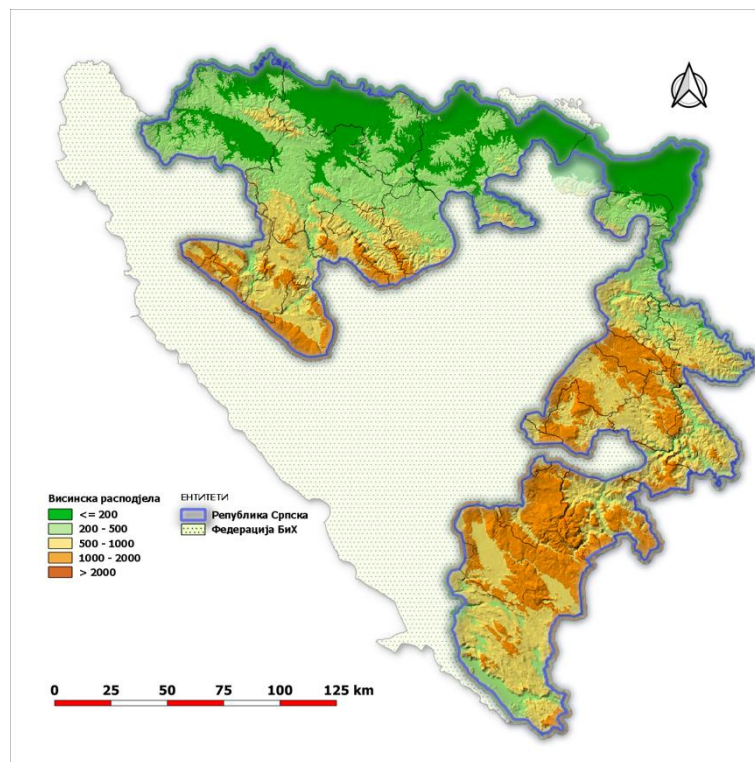
$$gdje\ je\ p = \frac{\partial z}{\partial x},\ q = \frac{\partial z}{\partial y}$$

Образац 11. Одређивање експозиције терена

Експозиција терена се може израчунати помоћу различитих математичких формула (McCullagh, Ross, 1980; McKenna, 1987; Ritter, 1987; Chang, Tsai, 1991).

5.4.3. Хипсометрија

Хипсометријска расподела је нумерички параметар и односи се на величину површине одређеног простора или целокупне територије неке земље или подручја, која припада одређеној висинској категорији (Fazlić, 1983). Резултати и анализа хипсометријских особина рељефа шума и шумског земљишта Републике Српске омогућава нови увид у односе и величину површине појединих категорија хипсометријске расподеле територија Републике Српске и њен утицај на густину мреже шумских путева. Хипсометријска расподела територија, као нумерички параметар рељефа је, како квантитативни тако и квалитативни индикатор геоморфолошких рељефних особина и процеса који се у њему одвијају. Значај хипсометрије на густину мреже шумских камионских путева огледа се у томе да је са вишим надморским висинама температура ваздуха зими доста нижа, а период са хладним данима дужи у односу на просторе са нижом надморском висином. Путеви су изложени смрзавању и бржем пропадању, што значајно поскупљује одржавање путева на оваквим просторима (Cvetanović, Banić, 2007).



Карта 2. Хипсометријска расподела Републике Српске према (Sretenović, 1974)

5.4.4. Хидрографија

Један од важних утицајних фактора на облик рељефа има хидрографија одређеног подручја. Хидрографија је грана примењених наука која се бави мерењем и описом физичких карактеристика океана, мора, обалних подручја, језера и река, као и предвиђањем њихових промена током времена². Састав површинског морфометријског система дренажног базена изражен је квантитативно са густином дренаже, односом кружности, односом издужења, фактором облика и површинским фракталним димензијама сливова. Укључује квантитативно проучавање њихових различитих компонента што указује на природу развоја слива (Doumit, 2017). Изражени нагиби дна речног корита и падина слива, присуство ерозионих процеса, честа појава поплавних таласа који брзо настају, имају изражено деструктивно дејство (Ristić, Malošević, 2011).

Хидрологија је проучавање кретања, дистрибуције и квалитета воде широм Земље. Кретање воде се првенствено покреће гравитацијом и у одређеној мери је модификовано својствима материјала кроз који тече или преко којег тече. Дејство гравитације се углавном може апроксимирати добро и лако помоћу ДМТ-а (Gruber, Peckham, 2009).

Густина водотока, као саставни део хидрологије, може бити валидан улазни параметар, користан за процену геоморфодиверзитета. Да би се пронашао ефикасан нумерички атрибут који би повезао присуство/одсуство мреже водотока са геоморфологијом, узима се у обзир густина водотока (D_d – drainage density) (Melelli et al.,

² „International Hydrographic Organization”.

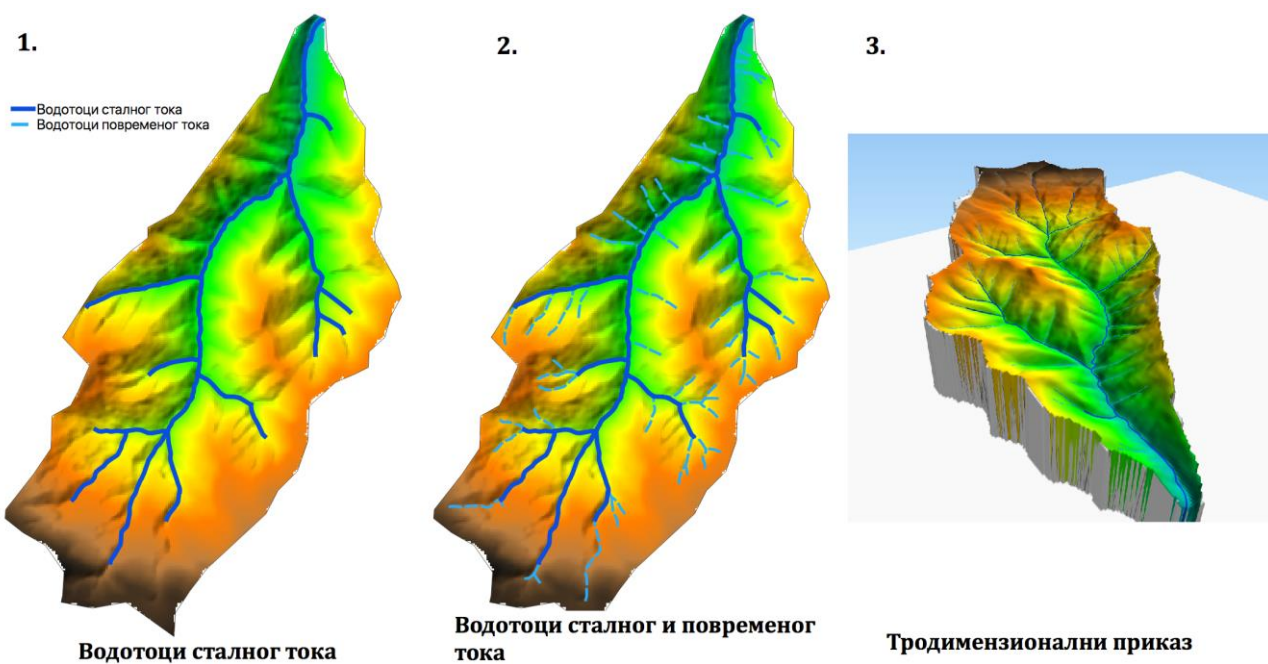
2017; Ahmad, Dar, 2018). Густина водотока представља однос дужине водотока (ΣLu) и површине (a) и креће се од 6-20,8 m/ha (Jurík, 1984). У овом случају јединица површине је ШПП.

$$Dd = \Sigma Lu/a$$

Образац 12. Одређивање густине водотока (m/ha)

Овај податак се израчунава на сличан начин као и апсолутна отвореност шумских камионских путева, где се у обзир узима укупна дужина путева на одређеној површини, а исказује се дужином водотока по јединици површине m/ha.

Учинак и поузданост хидролошких података у великој мери зависи од квалитета ДМТ у погледу тачности и резолуције. Већина физичких процеса (попут површинског протока и задржавања површине, расподеле температуре и падавина и расподеле копненог покривача) зависи од нагиба терена, експозицији и апсолутне висине терена (Prodanović et al., 2009).

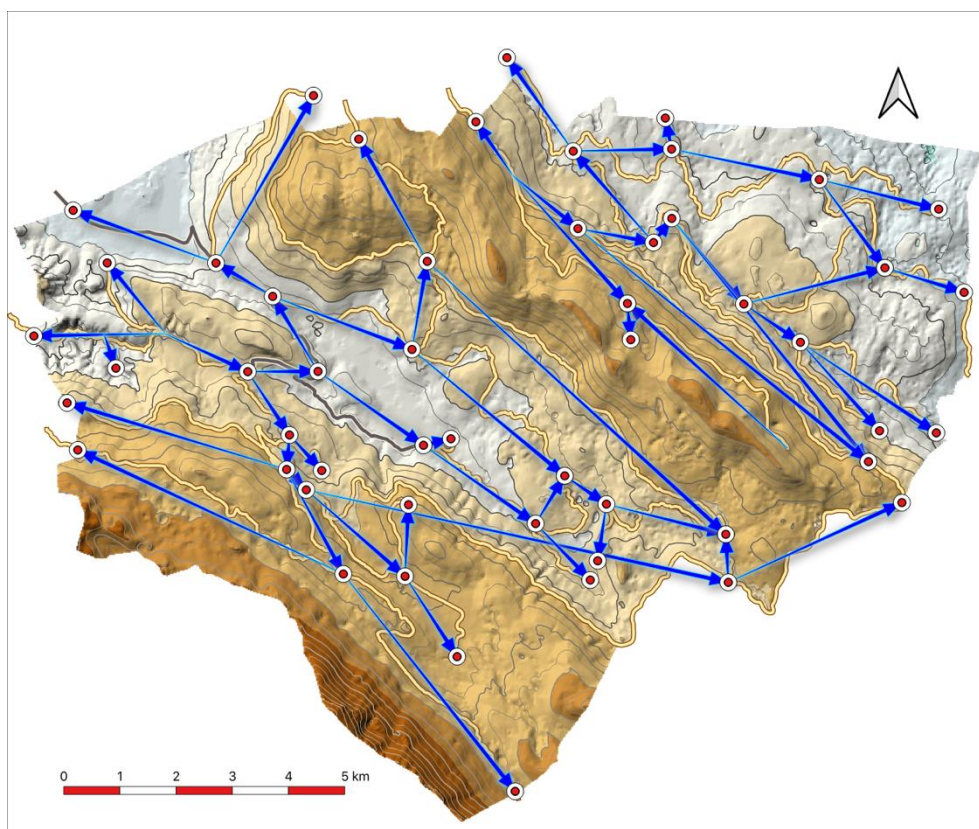


Слика 18. Утицај водотока на рељеф терена у сливном подручју

На промене у конфигурацији терена интензивно утичу водотоци сталног тока. У већини ШПП у Републици Српској по укупној дужини водотока, већи удео имају водотоци повремениг тока. Иако су они повремени, приметан је њихов утицај на конфигурацију терена (слика 18).

5.4.5. Кривудаост путева - Sinuosity

Један од параметара који може значајно олакшати вредновање терена јесте свакако је и закривљеност или кривудаост постојеће мреже шумских камионских путева. С обзиром да се шумски камионски путеви пројектују по принципу најмањих трошкова изградње и уклопљености у простор без његовог значајнијег нарушавања (деградације), шумски камионски путеви скоро по правилу прате конфигурацију терена и прилагођавају се рељефним облицима. На тај начин дужина шумског камионског пута може бити значајно већа од праволинијске дужине пута од тачке А до тачке Б. Овај алгоритам показује колико је постојећи пут дужи од његове праве линије исказана у процентима (карта 3).



Карта 3. Кривудаост шумских камионских путева (Sinuosity)

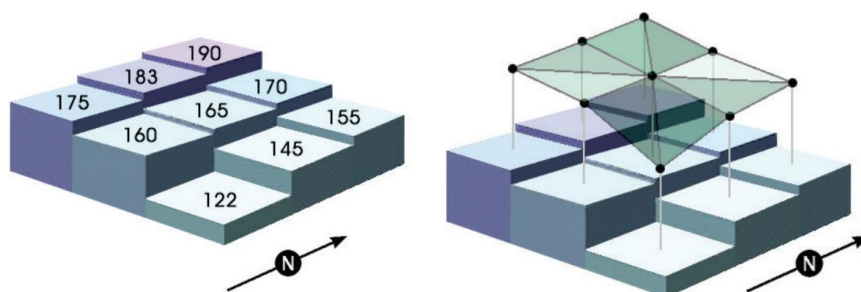
5.4.6. Топографски позициони индекс (ТПИ)

Група значајних и најчешће коришћених метода геоморфолошке анализе терена представља морфометријска анализа рељефа, која је започета још 1960 – их и 1970 – тих година, а појавом персоналних рачунара омогућено је извршавање сложенијих процеса и статистички заснованих метода за класификацију морфометријских облика рељефа (Evans, 1972). Развојем компјутерске технологије, бржим процесорима, већом доступности дигиталних модела терена развијала се паралелно и употреба алгоритама за прорачун морфометријских облика рељефа. Коришћењем ДМТ употребљене су методе и технике на бази математичког моделовања анализираног простора, како би се добио што реалнији квантитативни приказ морфометријских особина рељефа.

Топографски индекс (ТПИ) је алгоритам који се све више користи за мерење положаја топографских нагиба и за аутоматизацију класификација облика земљишта (De Reu et al., 2013).

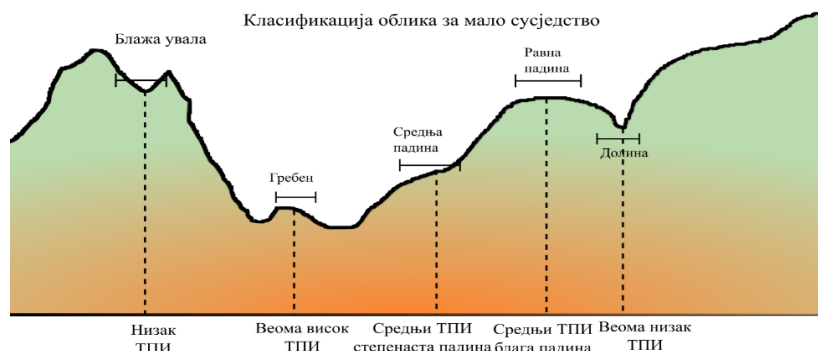
Класификација рељефа је извршена употребом методе топографског позиционог индекса – ТПИ (Topographic Position Index TPI). Овај алгоритам и класификацију развио је Ендрју Вејс (Weiss, 2001), а касније, 2006. и 2013. године, допунио и програмирао Џеф Џенес (Jenness, 2006, 2013) у виду рачунарске екстензије за ArcGIS.

Топографски позициони индекс (ТПИ) представља разлику између надморске висине (коте) ћелије (пиксела) и просечне надморске висине ћелија у суседству. Позитивне вредности индекса указују на то да је ћелија виша у односу на суседне ћелије, а негативне вредности указују да је ћелија нижа од ћелија у суседству (слика 19). ТПИ вредности близу нуле могу указивати на равну површину или на средњи нагиб терена, при чему се вредност нагиба терена може користити за сврставање у једну од ове две категорије (Golijanin, 2015).

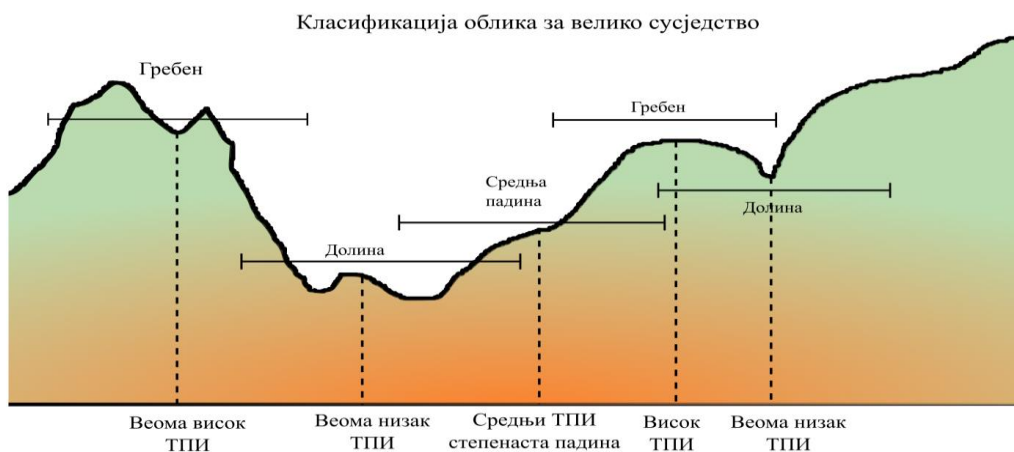


Слика 19. Растерски детаљ ДМТ-а (Jenness, 2006)

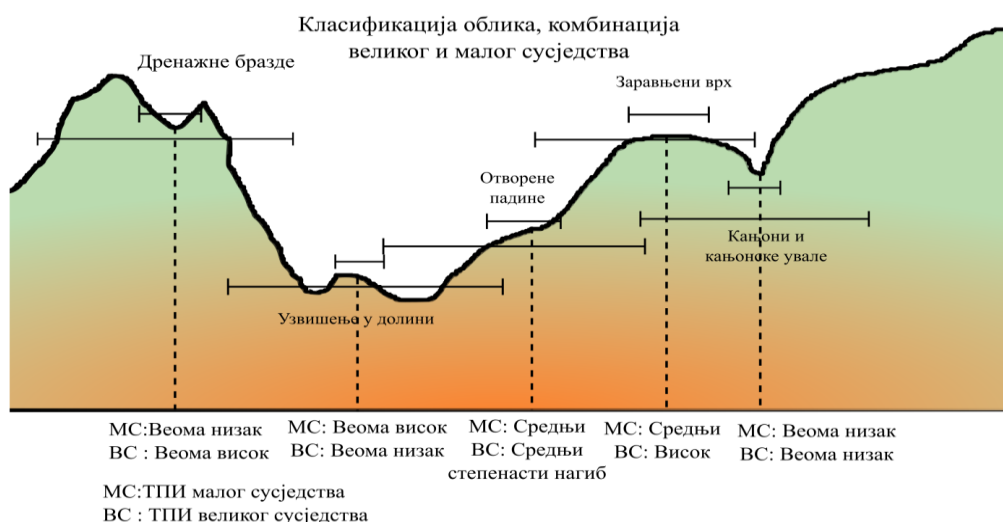
Величина и облик суседства од кључног су значаја за анализу и потребно је да буду у размери са величином рељефног облика који се анализира. При класификацији веома малих облика, као што су мали водотоци или дренажа, коришћена су мала кружна суседства, док су за индентификацију већих кањона и планинских делова коришћена велика кружна суседства. Избор величине „исправног“ суседства је, генерално гледано, и-ти процес у коме се испробава неколико опција пре него се одаберу најкорисније величине. У склопу овог поглавља, за потребе издвајања морфографских параметара рељефа, приказане су ТПИ мреже (грид) генерисане за суседства од 100 и 1000 m (слика 20).



Слика 20. Мало суседство радијуса 100 m



Слика 21 . Велико сусједство радијуса 1000 m

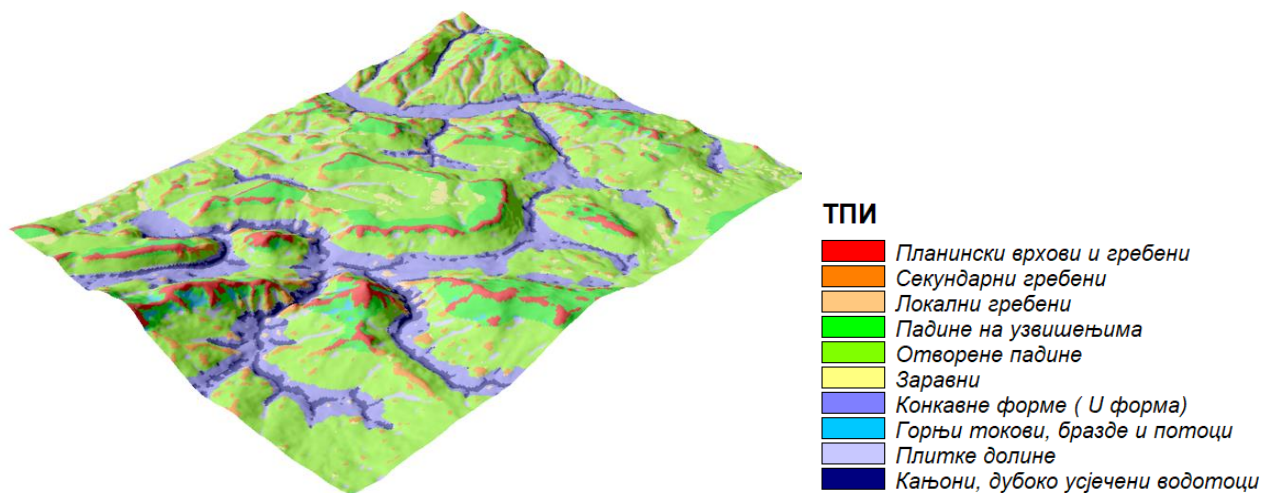


Слика 22. Комбинација малог и великог сусједства

Високе и ниске вредности ТПИ издвојиле су се постављањем границе од ± 1 стандардне девијације (σ). У случајевима када су вредности ТПИ из обе величине сусједства између -1 и 1, форме мале равнице и подручја средњих нагиба терена одређивани су коришћењем граничне вредности нагиба од 5° (табела 9). На основу метода топографског позиционог индекса – ТПИ, на проучаваном простору издвојено је десет морфографских категорија. Класификацијом се добију рељефне класе: планински врхови и гребени; секундарни гребени; локални гребени; падине на узвишењима; отворене падине; заравни; конкавне форме (U форме); горњи токови, бразде и потоци; плитке долине и кањони, дубоко усечени водотоци. Оваквом класификацијом простора се добију површине које су погодне за развијање мреже путева у више праваца.

Табела 9. Опис рељефних класа (Weiss, 2001)

Класификација морфографских облика	ТПИ	
	Мало суседство (100 m)	Велико суседство (1000 m)
Кањони и кањонске долине	ТПИ \leq -1 ст. дев.	ТПИ \leq -1 ст. дев.
Горњи токови, бразде и потоци	ТПИ \leq -1 ст. дев.	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев.
Конвексне долине (V форма)	ТПИ \leq -1 ст. дев.	ТПИ \geq 1 ст. дев.
Конкавне долине (U форма)	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев.	ТПИ \leq -1 ст. дев.
Заравни	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев.	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев. (нагиб $\leq 5^\circ$)
Отворене падине (нагиб $\geq 5^\circ$)	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев.	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев.
Падине на узвишењима	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев.	ТПИ \geq 1 ст. дев.
Локални гребени, мања узвишења у долинама	ТПИ \geq 1 ст. дев.	ТПИ \leq -1 ст. дев.
Секундарни гребени и узвишења у заравнима	ТПИ \geq 1 ст. дев.	-1 ст. дев. < ТПИ < 1 ст. дев.
Планински врхови и гребени	ТПИ \geq 1 ст. дев.	ТПИ \geq 1 ст. дев.



Карта 4. Топографски позициони индекс

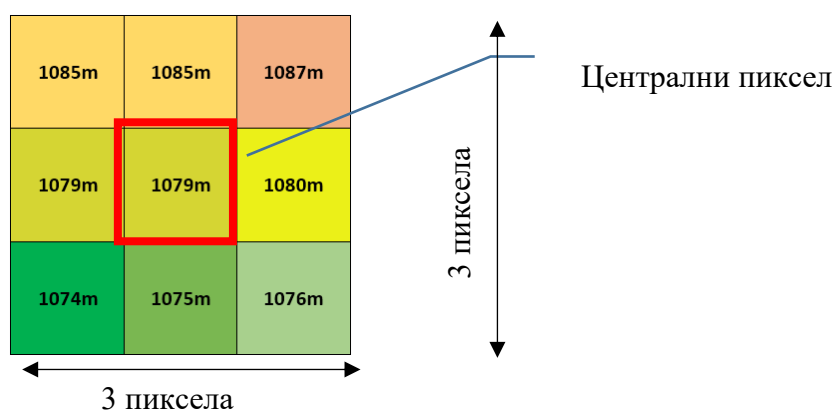
5.4.7. Вертикална рашчлањеност терена (ТРИ– terrain ruggedness index)

ТРИ – terrain ruggedness index или вертикална рашчлањеност терена (грубост – хрпаваост или енергија рељефа) је термин који се користи да опише колико је неко подручје „неправилно“. Користи се за моделовање природних претњи, нпр. лавина (Margreth, Funk, 1999), клизишта (Rózycka et al., 2017), стеновитости (Dorren, Neuvelink, 2004), поплава (Govers et al., 2000) и густине водотока (Moreno et al., 2003). Ова врста анализе коришћена је и за војно мапирање и истраживање ровера на Марсу. Вертикална рашчлањеност је морфометријски параметар рељефа који представља разлику у висини између најнижих и највиших тачака у посматраном подручју (Lozić, 1996). У многим случајевима поступак одређивања вертикалне рашчлањености терена је веома сложен.

Постоји неколико примера који покушавају да поједноставе ову врсту анализе, али много пута су створени непотпуни модели.

Ови модели често изостављају важан корак или променљиву која би могла довести до неочекиваних или погрешних резултата. Они су такође створени за одређену сврху и зато обично нису флексибилни (Matthew, Crawford, 2008).

Вертикална рашчлањеност терена (ТРИ) даје квантитативну меру хетерогености терена и омогућава поређење подручја. Првобитно је развијен за процену утицаја хетерогености терена на бројност дивљих животиња (Vukomanović, Orr, 2014). ТРИ је изведен из дигиталних модела терена (ДМТ) користећи функцију анализе терена која се спроводи у географском информационом систему. ТРИ се израчунава за сваку ћелију у мрежи ДМТ-а израчунавањем збира промене висине између централне ћелије мреже и средње вредности 8-ћелијских суседних ћелија (Riley et al., 1999).

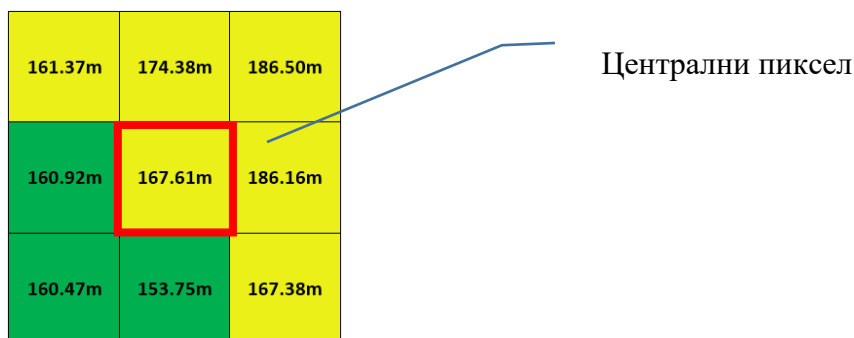


Слика 23. Висинска вредност пиксела

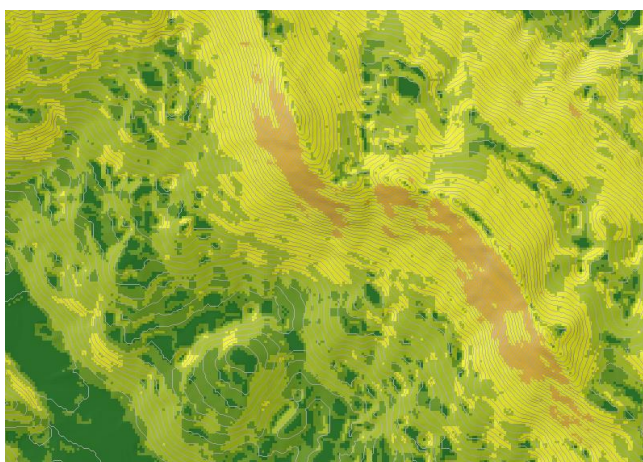
$$TRI = \sqrt{|(maxDMT)^2 - (minDMT)^2|}$$

Образац 13. Образац за израчунавање вертикалне рашчлањености терена

Из ДМТ-а су створена два 3 × 3 ћелијска, суседна растера: максималне вредности (max. ДМТ) и минималне вредности (min. ДМТ). Коришћењем растер калкулатора за израчунавање TRI за сваку ћелију истраживаног подручја користећи два наведена улаза добију се резултати (слика 23,24).



Слика 24. Резултат добијен калкулацијом обрасца 13



■ Равно	0-80m
■ Скоро равно	81-116m
■ Слабо рашчлањено	117-161m
■ Умјерено рашчлањено	162-239m
■ Изражено рашчлањено	240-497m
■ Јако рашчлањено	498-958m
■ Екстремно рашчлањено	959-4367m

Карта 5. Класификација вертикалне рашчлањености терена

Вертикална рашчлањеност показује простор кроз који мрежа путева може да се развија у уздужном смислу у виду препрека и великих висинских разлика на малом простору што резултује пројектовање серпентина и продужавањем мреже путева.

5.5. Метода вишекритеријумског одлучивања

Када се говори о одлучивању и правилном одабиру исправног решења у неком конкретном задатку, долази се до проблема пристрасности. Како би се избегао овај случај приступа се једном од више метода вишекритеријумског одлучивања. Последњих деценија дошло је до снажног развоја и необичне популарности метода вишекритеријумске (мултикритеријумске) анализе. Разлози овог феномена су и теоријске и практичне природе.

Пре детаљног разматрања проблема потребно је појаснити терминолошку анализу дефиниција неких појмова надаље битних за анализу.

Одлука је резултат процеса одлучивања. Одлука се доноси да би се испунили одређени захтеви који су задати у проблему који је предмет разматрања. Одлука се доноси и када постоји само једна алтернатива, као и када се не изврши никакав избор, без обзира да ли је при томе постојала само једна или више алтернатива за избор.

Доносилац одлуке је појединац или група људи којој је дат одређен степен компетенције да одлучује о питањима за која сноси одговорност. Доносилац одлуке одлучује на основу анализе расположивих информација о даљим акцијама или уздржавању од акција за који сноси одговорност.

Одлучивање је процес којим се ствара одлука. То је низ међусобно повезаних и условљених активности које се одвијају сукцесивно, усмерених ка крајњем циљу да се донесе одређена одлука. Одлучивање се може схватити и као избор између више могућности (алтернатива) (Nikolić, 2008).

5.5.1. Једнокритеријумско и вишекритеријумско одлучивање

Методе оптимизације заснивају се на коришћењу математичких модела. Уопштено, смисао постојања математичког модела неког реалног система је могућност да се на основу постојећих података боље схвати систем и његово понашање.

5.5.1.1. Једнокритеријумско одлучивање

Општи приступ у методама једнокритеријумског одлучивања полази од формирања адекватног математичког модела за реални проблем који се разматра. Математички модел нам служи за извођење потребних анализа на основу којих можемо доћи до тражених одговора у вези са постављеним проблемом. На основу експериментисања на математичком моделу треба закључити које је решење најбоље и њега треба предложити доносиоцима одлуке да га имплементирају у пракси.

Недостатак метода једнокритеријумског одлучивања произилази управо из чињеница да се квалитет решења оцењује само на основу једног критеријума. У сложеним системима то је врло ретко случај – доносиоци одлуке при решавању својих проблема у пракси увек имају на уму експлицитно или имплицитно, више различитих критеријума од којих су неки међусобно конфликтни.

5.5.1.2. Вишекритеријумско одлучивање

Ситуације одлучивања када је потребно размотрити више критеријума, углавном конфликтне природе, чије вредности представљају полазне информације за избор најбоље акције (алтернативе) из датог скупа акција, називамо вишекритеријумским одлучивањем (ВКО) "Вишекритеријумска анализа" представља процес доношења одлуке у ситуацијама када постоји већи број критеријума. Вишекритеријумска анализа је у суштини приступ и низ техника помоћу којих се врши свеобухватно рангирање опција (алтернатива), од најпожељније према најмање преферираној. Алтернативе се могу разликовати према томе у којој су мери оне постигле одређене циљеве, али ни једна неће бити најбоља у остваривању свих циљева (Nikolić, 2008).

Вишекритеријумско одлучивање је једна од најпознатијих грана у одлучивању. Све класичне оптимизационе методе користе само један критеријум при одлучивању, односно, решавању чиме се драстично умањује и реалност проблема који се могу решавати. Многи проблеми просторног одлучивања, као што су одабир локације или додела земљишта, захтевају од доносиоца одлуке да размотри утицај избора у више димензија како би одабрао најбољу алтернативу (Jankowski, 1995). Проблеми у просторном одлучивању обично укључују велики скуп изведивих алтернатива и вишеструке, конфликтне и несразмерне критеријуме за оцјену (Malczewski, 2006). Са друге стране, присуство већег броја критеријума у моделима одлучивања има и негативне карактеристике. Модели постају значајно сложенији у математичком смислу, па постоји опасност да решење проблема обухвати само неке од постављених критеријума. Због тога су реални проблеми решавани од значаја до значаја.

У теоријском смислу вишекритеријумско одлучивање је атрактивно, јер се бави недовољно структурираним проблемима, док у практичном смислу нуди велику помоћ при решавању свакодневних задатака избора одлука, управљачких акција, алат су у пројектовању и методолошкој подршци, у експлоатацији најразноврснијих система итд. Методе вишекритеријумског одлучивања пружају велику помоћ при избору најбољих

решења у задацима одлучивања управљања, у пројектовању и експлоатацији. Од метода корисности у раду су приказане метода аналитички хијерархијски процес и метода адитивних тежинских фактора.

Неке од познатих метода за вишекритеријумско одлучивање су: WSM, ELECTRE II, PROMETHEE II и АНР.

Метода адитивних тежинских фактора (Simple Additive Weightings, Weighted Sum Model-WSM) спада у групу метода корисности, и једна од најједноставнијих и широко коришћених метода вишекритеријумске анализе која се математички формулише (Hwang, Yoon, 1981; Herath, Prato, 2006).

Поступак избора најприхватљивије алтернативе, заснива се на поређењу алтернатива у паровима, при чему алтернатива којом ни једна друга не доминира представља ефикасно решење (Ehrgott et al., 2005). Вредности алтернатива по питању задатих критеријума представљају улазне податке за вредновање алтернатива.

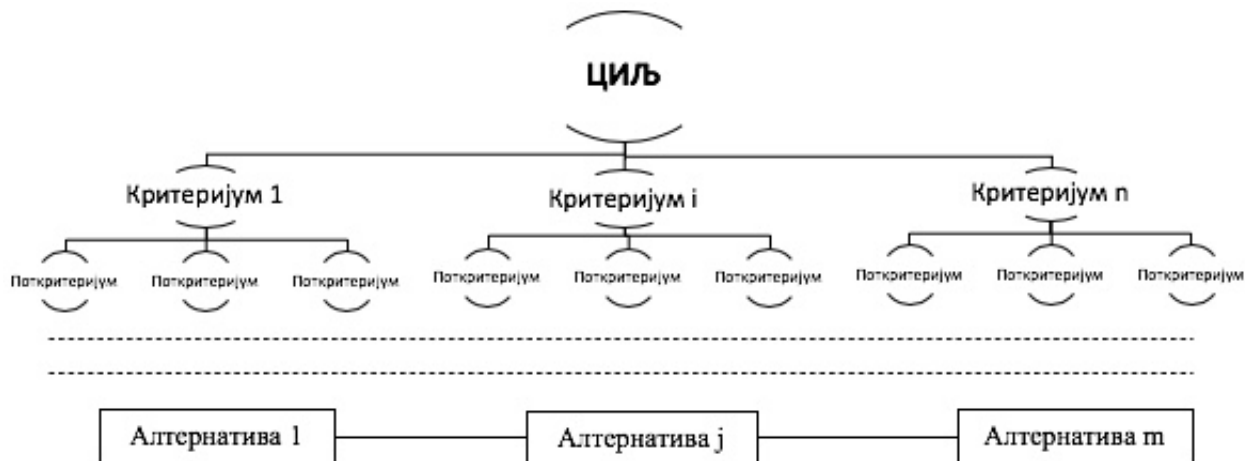
Различити аутори су бирали различите критеријуме за одређивање простора на којем би требало оптимално изградити мрежу шумских камионских путева.

5.5.2. АХП метода

Проблеми у просторном одлучивању обично укључују велики скуп изведивих алтернатива и вишеструке, конфликтне и несразмерне критеријуме за оцењивање. Алтернатива често оцењује одређени број људи (доносиоци одлука, руководиоци, актери, интересне групе). Сходно томе, многи проблеми просторних одлука узрокују анализу вишекритеријума заснованих на ГИС-у (Devillers, 2011).

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

АХП метода је једна од најпознатијих и најчешће коришћених метода које се употребљавају при евалуацији која претходи доношењу одлука, у случају када одлука зависи од већег броја атрибута који се користе као критеријуми (Samani, Hosseiny, 2010; Norizah, Mohd Kasmadi, 2012; Pellegrini et al., 2013; Chabuk et al., 2017 и др.). Метод је "аналитички" и "хијерархијски" јер доносилац одлуке разлаже сложен проблем одлучивања на више елемената одлучивања између којих успоставља хијерархију. Реч "процес" у називу метода сугерише да су након формирања почетне хијерархије проблема одлучивања дозвољене њене итеративне модификације.



Дијаграм 2. Дијаграм одлучивања

На почетку примене ове методе, потребно је дефинисати хијерархијски модел и његове елементе, са циљем на врху, критеријумима и подкритеријумима као следећим нивоима, и на крају, на последњем нивоу су алтернативе. Затим, се прави скала (Saaty, 1980), која је дефинисана као рацио скала (скала односа). Сатијева скала дефинисана је у интервалу 1-9, има 5 основних вредности и 4 међувредности квалитативно описаних оцена. Ова скала утемељена је пре три деценије од стране америчког математичара и статистичара ирачког порекла Томаса Сатија, по коме носи назив и добила је статус „скоро стандард“. У табели 10, дата је Сатијева скала са појашњењем које је у употреби приликом компарације парова.

Табела 10. Сатијева скала вредновања

Дефиниција	Сатијева скала	Објашњење
Исти значај	1	Два елемента су идентичног значаја у односу на надређени елемент
Слаба доминантност	3	Искуство или расуђивање незнатно фаворизују један елемент у односу на други
Јака доминантност	5	Искуство или расуђивање знатно фаворизују један елемент у односу на други
Врло јака доминантност	7	Доминантност једног елемента потврђена у пракси
Апсолутна доминантност	9	Доминантност највишег степена
Међувредност	2, 4, 6, 8	Потребан компромис или даља подела
Супротна доминација	1/2, 1/3, ..., 1/9	

Вредности у заградама у табели 11 представљају реципрочан однос преференција, па вредност 5) на пресеку C1 и C2 има стварну вредност 1/5 (или 0,2). Након овог поступка упоређивања парова, на матрици се проводе математичке операције чији је крајњи резултат добијање тежинских коефицијената. На крају поступка добија се предлог решења проблема, тако што се вредност сваког критеријума и подкритеријума множи са њиховим тежинским коефицијентом у оквиру постављеног задатка, а затим се исти сумирају.

Табела 11. Пример матрице поређења парова критеријума

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1	1/5	1/3	1/5	1/7	3
C2	5	1	2	1/3	1/4	1/3
C3	3	1/2	1	1/3	1/5	5
C4	5	3	3	1	1/3	2
C5	7	4	5	3	1	3
C6	1/3	3	1/5	1/2	1/3	1

У сврху провере тачности тежинских коефицијената користи се степен конзистентности матрице (CR). Он се користи за потребе идентификовања и анализирања неконзистентности доносиоца одлуке у процесу расуђивања и вредновања елемената матрице. АХП метода на овај начин мери и указује на степен неконзистентности настао услед субјективизма доносиоца одлука.

АХП спада у популарне методе и зато што има способност да идентификује и анализира неконзистентности доносиоца одлука у процесу расуђивања и вредновања елемената хијерархије. Када би постојала могућност да се прецизно одреде вредности тежинских коефицијената свих елемената који се међусобно пореде на датом нивоу хијерархије, сопствене вредности матрице биле би потпуно конзистентне.

Међутим, ако се нпр. тврди да је А много већег значаја од Б, Б нешто већег значаја од Ц, и Ц нешто већег значаја од А, настаје неконзистентност у решавању проблема и смањује се поузданост резултата. Општи је став да редувантност поређења у паровима чини АХП методом који није превише осетљив на грешке у расуђивању. Он такође даје могућност да се мере грешке у расуђивању тако што се прорачунава индекс конзистентности за добијену матрицу поређења, а затим срачунава и степен конзистентности (Srđević, Jandrić, 2000).

6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

6.1. Евалуација терена

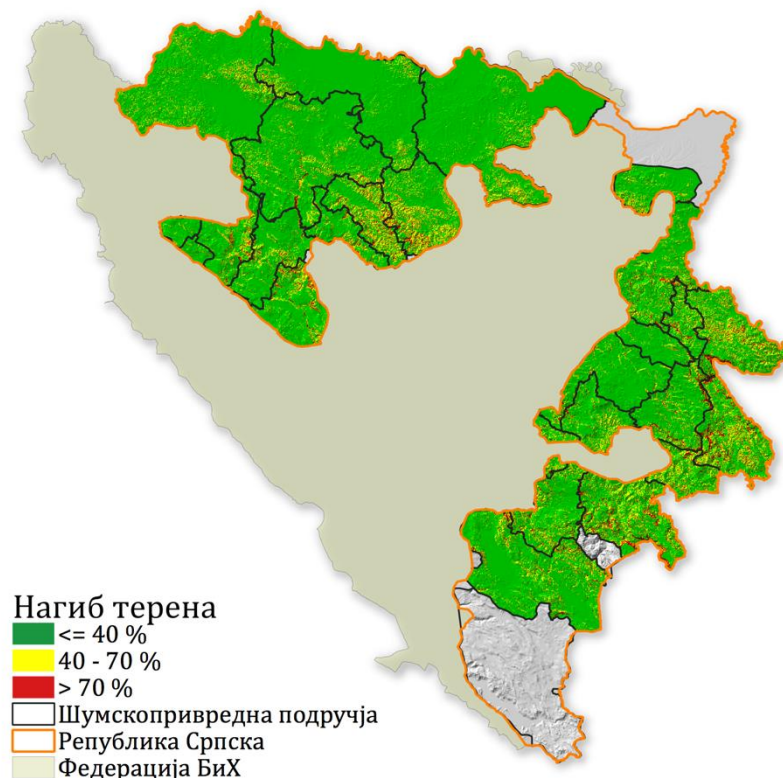
Као резултат обједињене анализе и синтезе добијен је приказ морфометријских карактеристика терена са резултатима који могу послужити као основа у погледу уређења и планирања оптималне отворености шума. Вредновање морфометријских карактеристика терена простора Републике Српске је рађена у сврху успостављања најприхватљивије методологије квантитативног и квалитативног вредновања овог и сличних простора. Ово је претходило синтезном делу рада и детерминацији рангова приоритета резултата добијених вредновањем.

6.1.1. Нагиб терена

Анализом нагиба терена на простору Републике Српске, издвојене су три категорије нагиба погодности терена за изградњу мреже шумских камионских путева:

Табела 12. Нагиб терена

Бр.	Нагиб (%)	Опис
1.	0 - 40	Благо нагнут терен
2.	40 - 70	Знатно нагнут терен
3.	>70	Веома нагнут терен



Карта 6. Нагиб терена у Републици Српској

За сваку од категорија израчуната је површина и њихово учешће у појединим ШПП. Рангирање је вршено по принципу најпогоднијег односа учешћа површина у ШПП, и то да су ШПП са највећим учешћем категорије од 0 – 40%, а најмањим учешћем категорије од 40 – 70% оцењена са 1, 2, 3, 4 и 5. Трећа категорија није имала утицаја значајно на рангирање, јер је прва колона (0 – 40%) филтрирана од највишег ка најнижем резултату, док је друга колона (40 – 70%) филтрирана од најнижег ка највишем резултату.

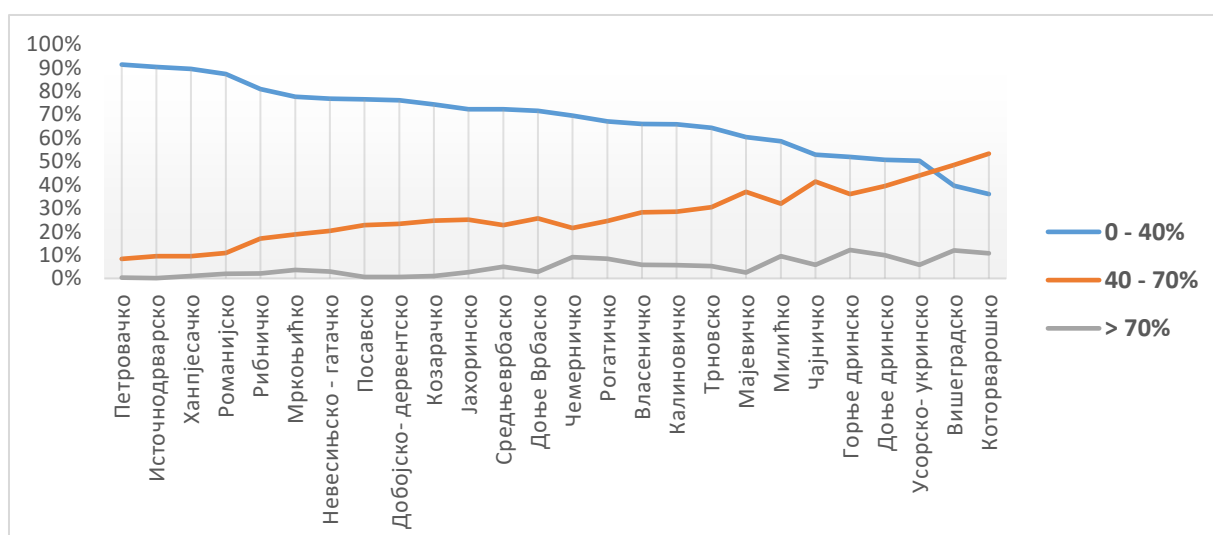
Оцењивање је неопходно, јер ће се користити у моделу вишекритеријумског одлучивања, методом која је предвиђена у овом раду.

Табела 13. Класификација нагиба терена

	Нагиб терена			Оцена
	0-40%	40-70%	>70%	
ШПП	%			
Петровачко	91.36	8.34	0.30	5
Источнодрварско	90.31	9.56	0.12	5
Ханпјесачко	89.49	9.52	0.98	5
Романијско	87.27	10.81	1.92	5
Рибничко	80.89	16.97	2.14	5
Мркоњићко	77.59	18.79	3.62	4
Невесињско - гатачко	76.81	20.32	2.87	4
Посавско	76.58	22.77	0.65	4
Добојско- дервентско	76.06	23.34	0.60	4
Козарачко	74.29	24.66	1.05	4
Јахоринско	72.26	25.03	2.70	4
Средњеврбаско	72.26	22.81	4.94	4
Доњеврбаско	71.65	25.60	2.75	4
Чемерничко	69.49	21.48	9.03	3
Рогатичко	67.03	24.59	8.38	3
Власеничко	65.93	28.28	5.78	3
Калиновичко	65.85	28.55	5.61	3
Трновско	64.33	30.36	5.31	3
Мајевичко	60.44	36.99	2.57	3
Милићко	58.61	31.94	9.45	2
Чајничко	52.81	41.38	5.81	2
Горњедринско	51.87	36.00	12.13	2
Доњедринско	50.67	39.45	9.88	2
Усорско- укринско	50.29	43.95	5.76	2
Вишеградско	39.55	48.52	11.93	1
Которварошко	36.03	53.30	10.67	1

Табела 14. Удео нагиба од 0-40% у укупној површини ШПП-а

> 80%	70-80%	60-70%	50-60%	< 50%
5	4	3	2	1
Петровачко	Мркоњићко	Чемерничко	Милићко	Вишеградско
Источнодрварско	Невесињско - гатачко	Рогатичко	Чајничко	Которварошко
Ханпјесачко	Посавско	Власеничко	Горњедринско	
Романијско	Добојско- дервентско	Калиновичко	Доњедринско	
Рибничко	Козарачко	Трновско	Усорско- укринско	
	Јахоринско	Мајевичко		
	Средњеврбаско			
	Доњеврбаско			



Графикон 3. Графички приказ учешћа нагиба терена по критеријумима

6.1.2. Експозиција терена

Експозиција се може схватити као оријентација падине с обзиром на стране света. При томе се угао оријентације одређује најчешће од смера севера у смеру казальке на сату. У концептуалном смислу, функција експозиције односи се на обрачун вредности експозиције средишњег пиксела у односу на осам суседних (мрежа пиксела 3 x 3).

Резултати из табеле 15 сведени су у пет категорија на начин да су издвојене и сабране погодне експозиције као и мање погодне експозиције терена. Раван терен и јужна експозиција оцењена је са 5, југоисточна и југозападна са 4, источна и западна оценом 3, североисточна и северозападна са 2 и северна са 1. Погодност експозиције, у погледу изградње и одржавања путева, исказује се на начин да се осунчане експозије сматрају погоднијим за путеве у смислу њиховог бржег исушивања после падавина, док су северне експозиције непогодне, јер се на таквим путевима влага и снежни покривач

дуже задржавају па су путеви изложени мразевима у дужем временском периоду који доводе до њиховог бржег пропадања.

Табела 15. Учешће површина у (%) према експозицијама терена

Експозиција терена	Раван терен (-1)	Северна (0-22.5°)	Североисточна (22.5°-67.5°)	Источна (67.5°-112.5°)	Југоисточна (112.5°-157.5°)	Јужна (157.5°-202.5°)	Југозападна (202.5°-247.5°)	Западна (247.5°-292.5°)	Северозападна (292.5°-337.5°)	Северна (337.5°-360°)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ШПП	%									
Вишеградско	3.02	6.64	11.67	12.49	9.94	12.39	12.87	14.04	10.27	6.68
Власеничко	1.65	9.19	15.58	12.76	9.50	9.15	9.72	11.21	13.21	8.03
Горњедринско	2.91	8.09	12.87	12.70	9.71	11.57	11.00	12.87	11.32	6.97
Добојско - дервентско	1.43	7.23	13.64	12.86	11.56	9.65	10.04	12.30	14.53	6.75
Доњеврбаско	1.00	7.40	13.66	12.25	9.93	9.25	12.60	14.40	13.25	6.27
Доњедринско	3.05	8.64	15.12	13.04	8.39	10.88	10.15	11.82	11.10	7.81
Јахоринско	1.59	7.75	15.98	13.06	10.84	10.78	11.12	11.35	11.51	6.01
Козарачко	0.71	7.30	12.96	12.21	11.07	9.79	10.33	13.40	15.35	6.89
Которварошко	0.17	8.15	11.52	10.05	10.90	11.92	10.25	13.63	16.12	7.28
Мајевичко	0.23	8.84	13.57	13.04	11.67	9.35	8.89	11.33	15.13	7.94
Мркоњићко	2.63	8.86	17.24	13.77	10.40	9.53	11.60	9.94	10.27	5.76
Невесињско - гатачко	4.31	8.25	15.95	11.61	9.25	10.51	12.35	11.66	10.28	5.85
Посавско	1.88	7.10	13.27	13.04	12.48	10.28	10.11	11.60	13.48	6.75
Рибничко	1.61	9.66	21.71	15.00	9.63	8.24	10.67	8.16	9.24	6.08
Рогатичко	1.35	7.51	14.13	11.81	10.75	13.91	16.29	10.23	8.65	5.37
Романијско	2.77	7.66	15.47	11.22	10.28	11.93	15.20	10.33	9.80	5.34
Средњеврбаско	2.32	7.66	15.33	11.56	8.39	9.45	13.20	13.35	12.58	6.16
Ханпјесачко	3.81	7.58	16.52	11.51	9.01	10.92	14.60	11.05	9.96	5.06
Усорско- укринско	0.34	6.80	13.63	13.89	12.71	10.58	9.82	11.94	13.69	6.60
Чајничко	4.22	9.36	12.38	12.18	8.36	10.05	9.47	12.78	13.05	8.15
Чемерничко	1.40	5.32	11.75	11.26	10.41	13.17	15.92	13.86	12.17	4.73
Петровачко	1.64	9.74	30.08	10.05	4.59	7.61	12.84	10.25	8.30	4.88
Источнодрварско	2.49	7.46	20.02	10.13	8.20	13.37	17.34	9.36	7.32	4.31
Калиновичко	1.51	7.91	16.57	13.73	10.59	10.29	10.60	10.66	11.52	6.62
Трновско	0.65	9.13	14.72	10.52	7.28	6.77	12.94	14.78	14.91	8.32
Милићко	0.43	11.04	25.14	13.77	7.07	6.88	6.91	9.15	11.71	7.91

Табела 16. Класификација експозиције терена

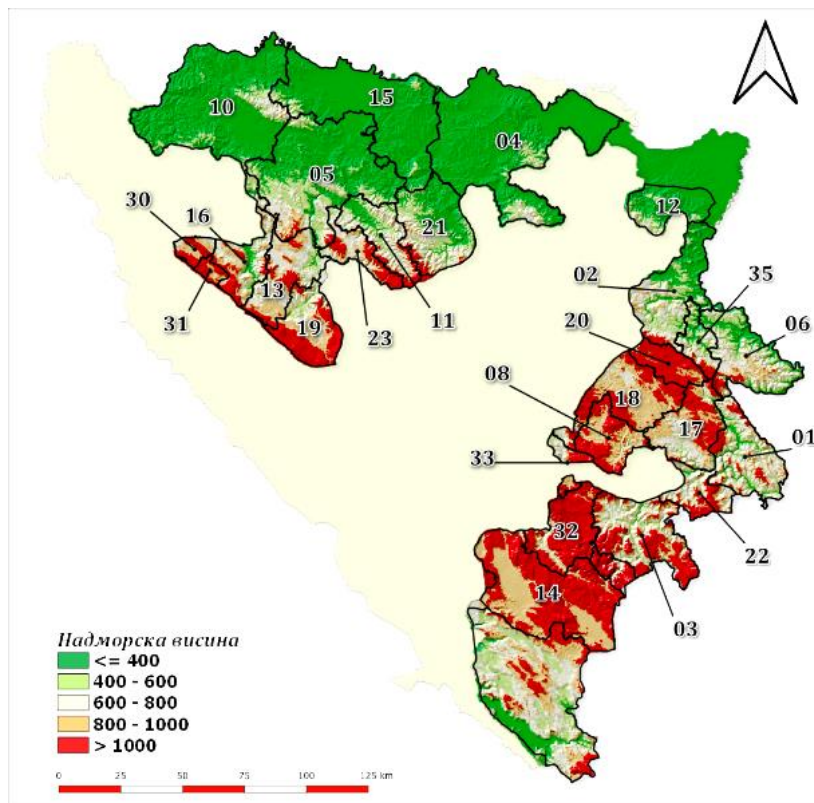
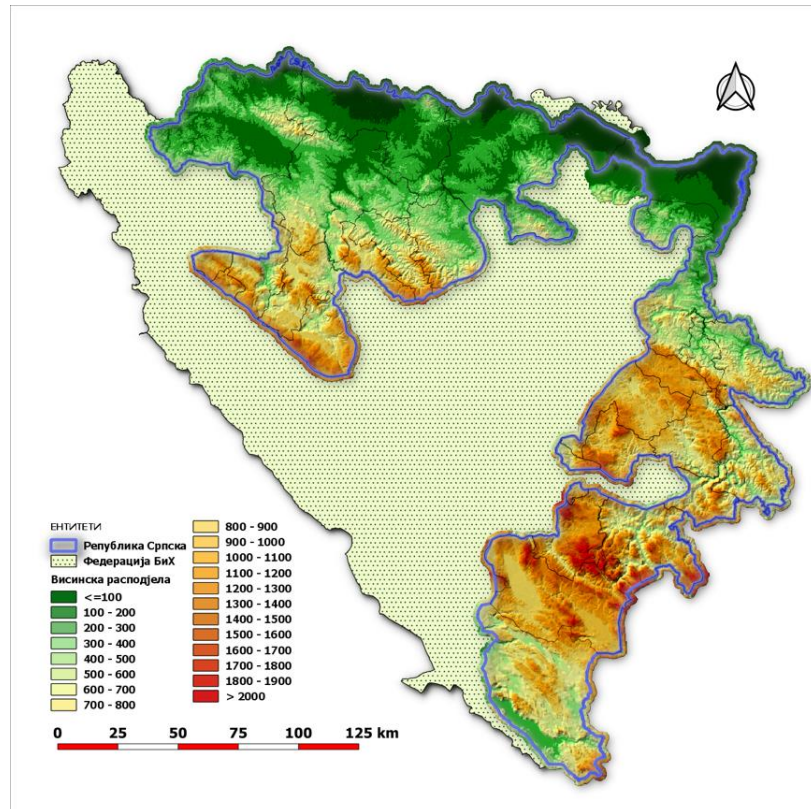
ШПП	Погодно			Непогодно	
	1+6	5+7	4+8	3+9	2+10
	%				
Вишеградско	15.41	22.81	26.53	21.94	13.32
Власеничко	10.80	19.22	23.98	28.79	17.22
Горњедринско	14.48	20.71	25.57	24.18	15.06
Добојско- дервентско	11.09	21.61	25.15	28.17	13.98
Доњеврбаско	10.25	22.53	26.64	26.90	13.66
Доњедринско	13.93	18.54	24.86	26.22	16.45
Јахоринско	12.38	21.96	24.41	27.49	13.76
Козарачко	10.49	21.40	25.61	28.31	14.18
Которварошко	12.09	21.15	23.68	27.64	15.43
Мајевичко	9.58	20.56	24.38	28.70	16.78
Мркоњићко	12.16	22.00	23.71	27.51	14.62
Невесињско - гатачко	14.83	21.60	23.26	26.22	14.09
Посавско	12.16	22.59	24.65	26.75	13.85
Рибничко	9.84	20.31	23.16	30.95	15.74
Рогатичко	15.27	27.04	22.04	22.78	12.88
Романијско	14.70	25.48	21.55	25.27	13.00
Средњеврбаско	11.76	21.59	24.91	27.91	13.83
Ханпјесачко	14.73	23.60	22.55	26.48	12.64
Усорско- укринско	10.92	22.53	25.83	27.32	13.40
Чајничко	14.27	17.83	24.96	25.43	17.51
Чемерничко	14.58	26.33	25.12	23.93	10.05
Петровачко	9.25	17.44	20.31	38.38	14.62
Источнодрварско	15.86	25.54	19.49	27.34	11.77
Калиновичко	11.80	21.19	24.39	28.09	14.53
Трновско	7.41	20.22	25.29	29.63	17.45
Милићко	7.31	13.98	22.92	36.84	18.95

Табела 17. Рангирање експозиције терена

ШПП	Погодно	Непогодно	Оцена
	%		
Чемерничко	66.02%	33.98%	5
Вишеградско	64.74%	35.26%	5
Рогатичко	64.34%	35.66%	5
Романијско	61.73%	38.27%	5
Источнодрварско	60.89%	39.11%	5
Ханпјесачко	60.88%	39.12%	5
Горњедринско	60.76%	39.24%	5
Невесињско - гатачко	59.69%	40.31%	4
Доњеврбаско	59.43%	40.57%	4
Посавско	59.40%	40.60%	4
Усорско- укринско	59.28%	40.72%	4
Јахоринско	58.75%	41.25%	4
Средњеврбаско	58.26%	41.74%	4
Мркоњићко	57.87%	42.13%	4
Добојско- дервентско	57.84%	42.16%	4
Козарачко	57.51%	42.49%	4
Калиновичко	57.38%	42.62%	3
Доњедринско	57.33%	42.67%	3
Чајничко	57.06%	42.94%	3
Которварошко	56.93%	43.07%	3
Мајевичко	54.51%	45.49%	2
Власеничко	53.99%	46.01%	2
Рибничко	53.31%	46.69%	2
Трновско	52.92%	47.08%	2
Петровачко	47.00%	53.00%	1
Милићко	44.21%	55.79%	1

Рангирање је вршено на основу односа учешћа површина погодних и непогодних експозиција терена. Шумскопривредним подручјима је додељена оцена од 1 – 5, од непогоднијег ка погоднијем.

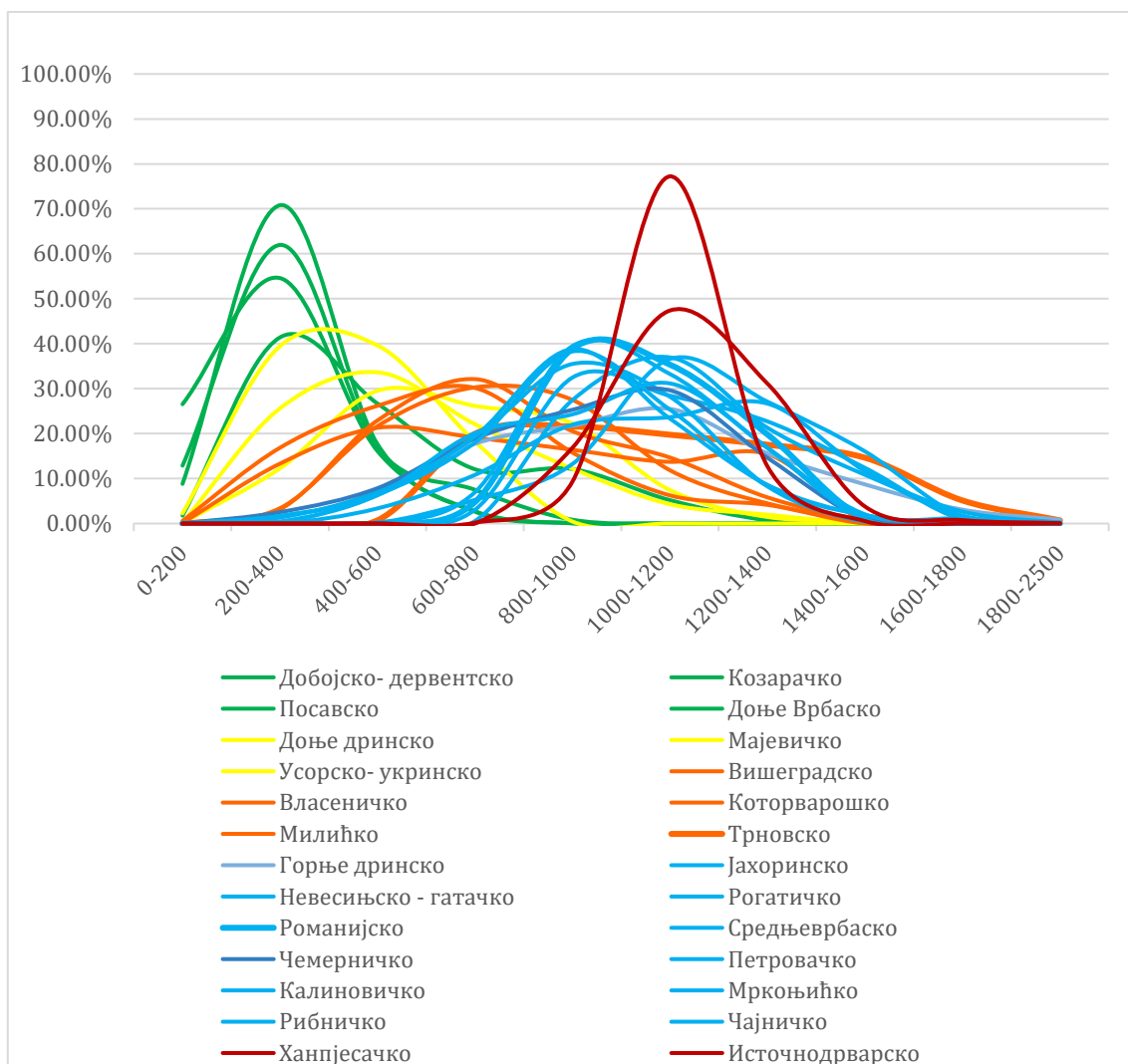
6.1.3. Хипсометријска анализа



Карта 7. Хипсометријска карта Републике Српске

Табела 18. Процентуално учешће надморских висина по ШПП

Надморска висина	0-200 m	200-400 m	400-600 m	600-800 m	800-1000 m	1000-1200 m	1200-1400 m	1400-1600 m	1600-1800 m	1800-2500 m
ШПП	%									
Добојско- дервентско	12.87	61.96	16.82	7.51	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Козарачко	8.82	70.80	17.65	2.65	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Посавско	26.54	54.59	16.10	2.72	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Доњеврбаско	1.76	41.41	26.68	12.07	12.14	5.20	0.73	0.00	0.00	0.00
Доњедринско	0.13	12.27	29.54	26.16	22.28	7.43	1.46	0.73	0.00	0.00
Мајевичко	2.27	39.45	39.61	18.22	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Усорско- укринско	0.19	25.62	33.63	22.09	12.20	4.29	1.98	0.00	0.00	0.00
Вишеградско	0.09	3.41	21.66	30.30	27.48	11.84	4.48	0.69	0.06	0.00
Власеничко	0.60	16.87	26.19	30.17	15.77	6.26	4.15	0.00	0.00	0.00
Которварошко	0.00	3.14	22.93	32.12	20.53	14.67	5.82	0.77	0.00	0.00
Милићко	0.13	13.33	21.30	19.11	16.42	13.72	15.44	0.55	0.00	0.00
Трновско	0.00	0.00	0.71	19.96	21.58	19.75	17.52	14.64	5.13	0.71
Горњедринско	0.00	0.00	6.74	17.74	21.79	25.49	15.61	8.70	3.07	0.85
Јахоринско	0.00	0.00	0.00	3.07	32.48	28.43	22.71	12.38	0.88	0.04
Невесињско - гатачко	0.00	0.00	0.07	0.56	27.46	36.96	21.29	10.84	2.65	0.17
Рогатичко	0.00	1.33	7.16	19.14	35.50	28.19	8.26	0.42	0.00	0.00
Романијско	0.00	0.00	0.05	4.79	38.90	35.33	19.81	1.11	0.01	0.00
Средњеврбаско	0.00	0.00	3.37	10.82	22.00	23.67	26.68	11.66	1.76	0.05
Чемерничко	0.00	2.53	7.87	18.92	25.31	29.62	14.62	1.13	0.00	0.00
Петровачко	0.00	0.00	0.00	6.98	39.49	33.26	16.88	2.05	1.15	0.20
Калиновичко	0.00	0.00	0.15	5.26	13.25	36.61	27.10	16.05	1.59	0.00
Мркоњићко	0.00	1.69	6.34	19.43	38.79	23.33	8.61	1.81	0.00	0.00
Рибничко	0.00	1.67	6.47	18.02	38.28	25.32	8.35	1.83	0.05	0.00
Чајничко	0.00	0.45	6.30	20.09	24.30	31.16	16.78	0.92	0.00	0.00
Ханпјесачко	0.00	0.00	0.00	0.18	9.34	77.22	12.71	0.54	0.00	0.00
Источнодрварско	0.00	0.00	0.00	0.00	16.87	47.39	31.12	3.79	0.75	0.08



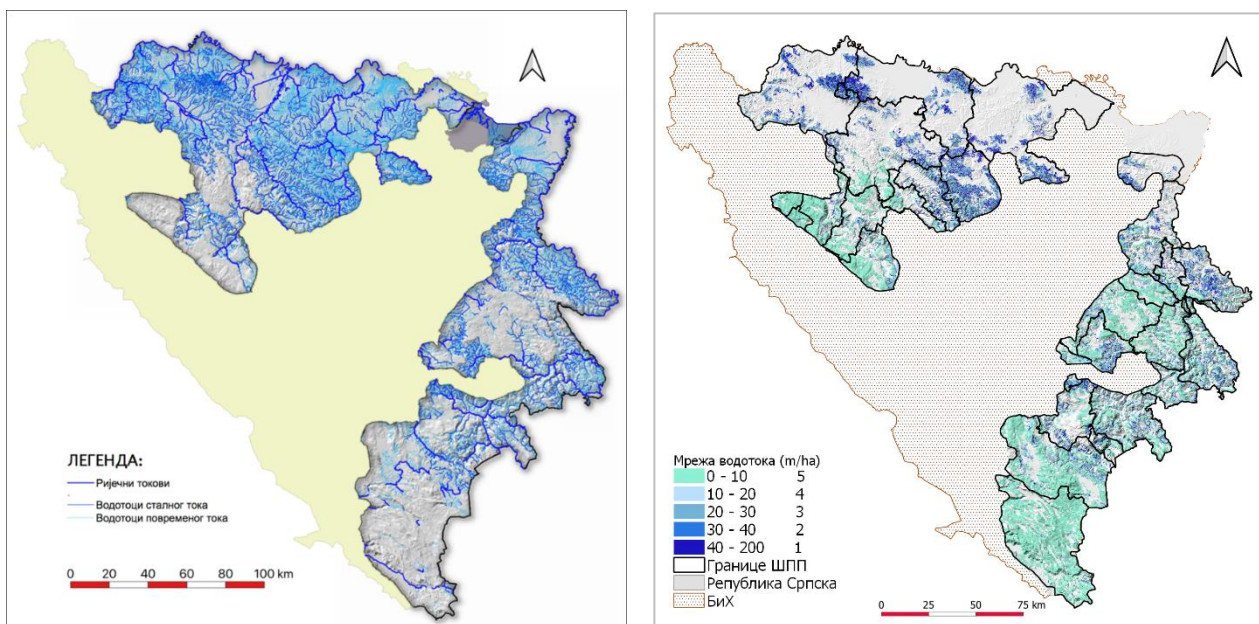
Графикон 4. Хипсометријска расподела ШПП-а

Хипсометријска расподела терена је посматрана према дефинисаним висинским слојевима (0 - 400 m, 400 - 600 m, 600 - 800 m, 800-1000 m и >1000 m).

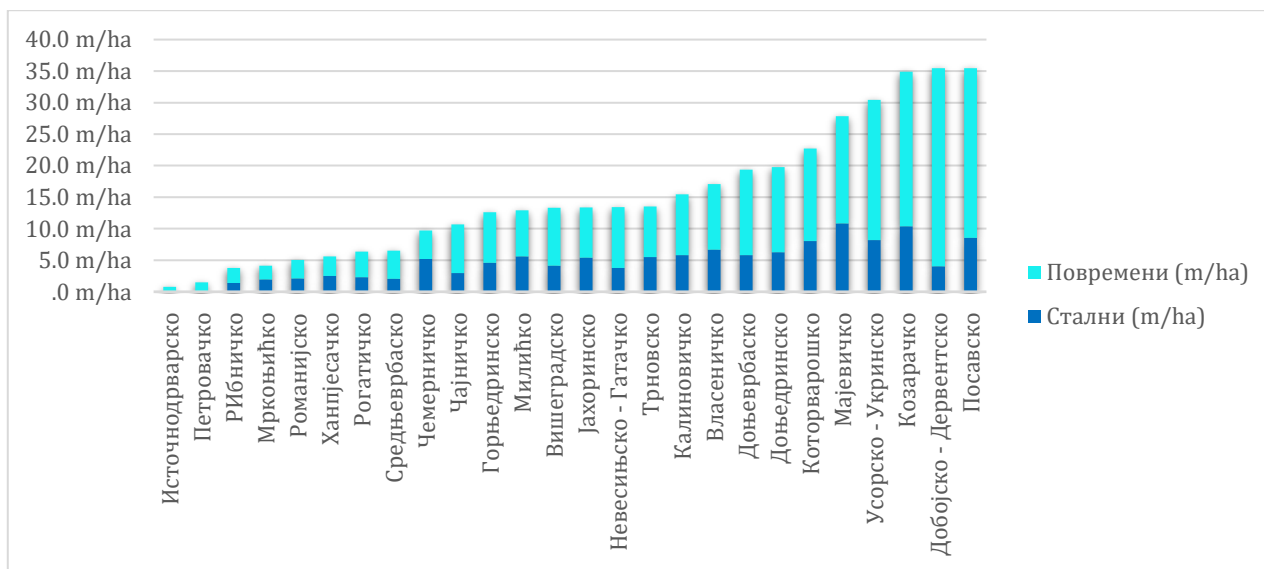
Табела 19. Процентуално учешће висинских слојева по ШПП

ШПП	Надморска висина					Оцена
	0-400 m	400 – 600 m	600 – 800 m	800 – 1000 m	> 1000 m	
	%					
Добојско - дервентско	74.8	16.8	7.5	0.8	0.0	5
Козарачко	79.6	17.7	2.6	0.1	0.0	5
Посавско	81.1	16.1	2.7	0.0	0.0	5
Доњеврбаско	43.2	26.7	12.1	12.1	5.9	4
Доњедринско	12.4	29.5	26.2	22.3	9.6	4
Мајевичко	41.7	39.6	18.2	0.5	0.0	4
Усорско - укринско	25.8	33.6	22.1	12.2	6.3	4
Вишеградско	3.5	21.7	30.3	27.5	17.1	3
Власеничко	17.5	26.2	30.2	15.8	10.4	3
Которварошко	3.1	22.9	32.1	20.5	21.3	3
Милићко	13.5	21.3	19.1	16.4	29.7	3
Рогатичко	1.3	7.2	19.1	35.5	36.9	2
Чемерничко	2.5	7.9	18.9	25.3	45.4	2
Мркоњићко	1.7	6.3	19.4	38.8	33.7	2
Рибничко	1.7	6.5	18.0	38.3	35.6	2
Чајничко	0.5	6.3	20.1	24.3	48.9	2
Трновско	0.0	0.7	20.0	21.6	57.7	1
Горњедринско	0.0	6.7	17.7	21.8	53.7	1
Јахоринско	0.0	0.0	3.1	32.5	64.4	1
Невесињско - гатачко	0.0	0.1	0.6	27.5	71.9	1
Романијско	0.0	0.1	4.8	38.9	56.3	1
Средњеврбаско	0.0	3.4	10.8	22.0	63.8	1
Петровачко	0.0	0.0	7.0	39.5	53.5	1
Калиновичко	0.0	0.2	5.3	13.3	81.3	1
Ханпјесачко	0.0	0.0	0.2	9.3	90.5	1
Источнодрварско	0.0	0.0	0.0	16.9	83.1	1

6.1.4. Хидрографија



Карта 8. Хидрографија Републике Српске



Графикон 5. Просечна дужина водотока по ШПП изражена у m/ha

Анализом су обухваћени само водотоци који директно пролазе кроз шуму и шумско земљиште на којима су вршена и остала истраживања.

Табела 20. Рангирање ШПП према густини водотока

ШПП	Стални (m/ha)	Повремени (m/ha)	Укупно (m/ha)	Оцена
Источнодрварско	0.00	0.76	0.76	5
Петровачко	0.03	1.44	1.47	5
Рибничко	1.39	2.37	3.76	5
Мркоњићко	1.95	2.18	4.13	5
Романијско	2.10	2.96	5.05	4
Ханпјесачко	2.51	3.11	5.62	4
Рогатичко	2.31	4.08	6.39	4
Средњеврбаско	2.03	4.51	6.54	4
Чемерничко	5.17	4.53	9.71	4
Чајничко	2.97	7.71	10.68	3
Горњедринско	4.60	8.01	12.61	3
Милићко	5.62	7.29	12.91	3
Вишеградско	4.13	9.16	13.30	3
Јахоринско	5.42	7.96	13.38	3
Невесињско - гатачко	3.78	9.64	13.41	3
Трновско	5.49	8.06	13.55	3
Калиновичко	5.83	9.61	15.43	2
Власеничко	6.65	10.44	17.08	2
Доњеврбаско	5.83	13.56	19.39	2
Доњедринско	6.25	13.50	19.75	2
Которварошко	8.04	14.70	22.74	1
Мајевичко	10.81	17.05	27.87	1
Усорско - укринско	8.20	22.25	30.46	1
Козарачко	10.36	24.54	34.90	1
Добојско - дервентско	4.01	31.45	35.46	1
Посавско	8.54	26.94	35.48	1

Према подацима приказаним у табели диференцирана су ШПП према укупним вредностима дужине водотока, а изражена у степенима од 0 – 5; 5 – 10; 10 – 15; 15 – 20 и > 20 m/ha.

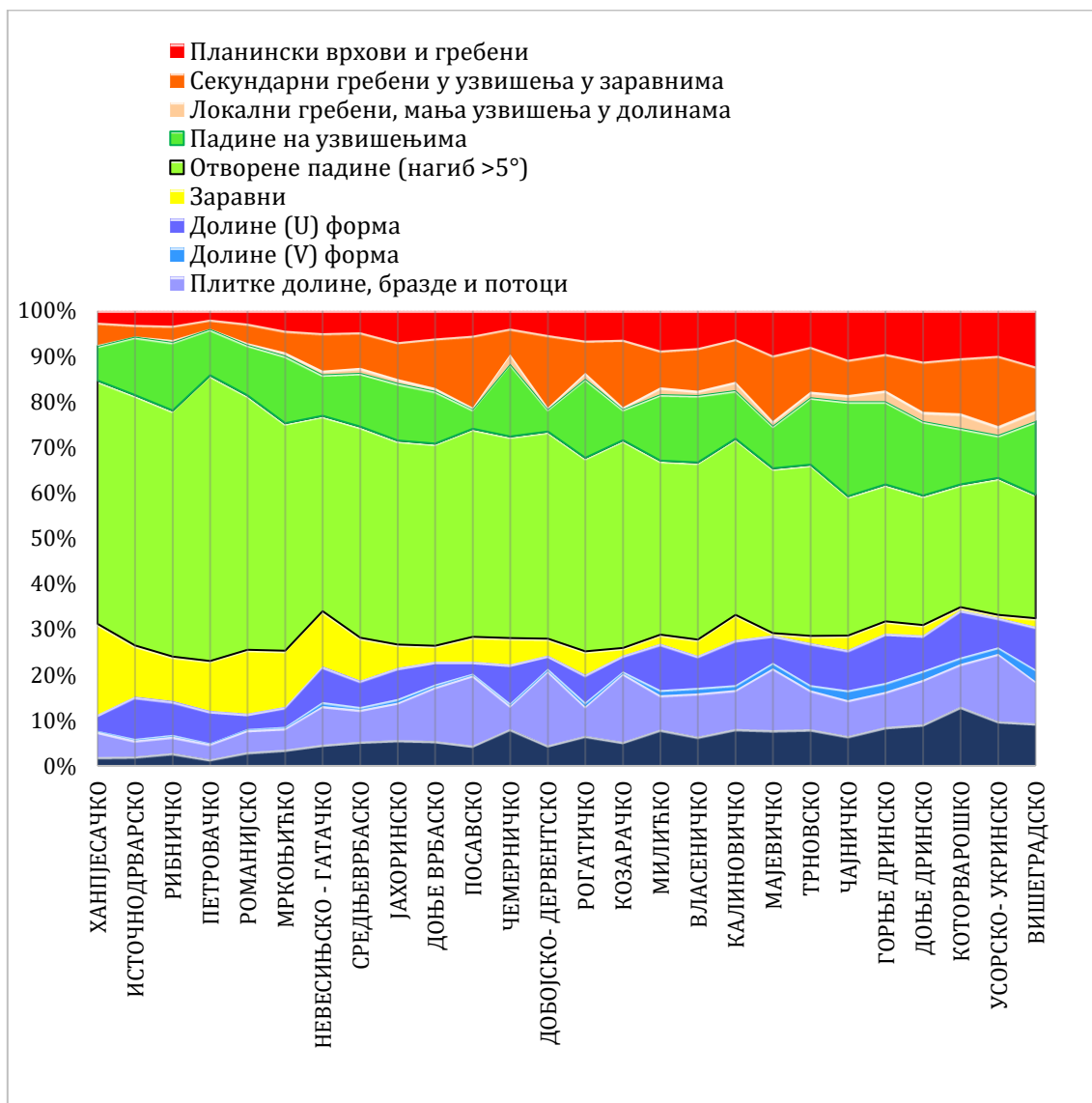
6.1.5. Кривудаџост путева - Sinuosity

Табела 21. Преглед кривудаџости и рангирање мреже шумских камионских путева по ШПП

ШПП	%	Степен	Оцена
Добојско- дервентско	77.37%	> 75	5
Посавско	76.99%	> 75	5
Доњеврбаско	76.85%	> 75	5
Мајевичко	76.54%	> 75	5
Козарачко	75.81%	> 75	5
Петровачко	75.70%	> 75	5
Ханпјесачко	75.59%	> 75	5
Романијско	75.52%	> 75	5
Чемерничко	73.54%	70-75	4
Рогатичко	72.61%	70-75	4
Которварошко	72.16%	70-75	4
Јаборинско	71.44%	70-75	4
Невесињско - гатачко	71.42%	70-75	4
Усорско - украинско	71.32%	70-75	4
Источнодрварско	70.65%	70-75	4
Трновско	68.60%	65-70	3
Рибничко	68.36%	65-70	3
Мркоњићко	67.28%	65-70	3
Калиновичко	67.25%	65-70	3
Вишеградско	65.03%	65-70	3
Доњедринско	64.37%	60-65	2
Средњеврбаско	61.61%	60-65	2
Чајничко	60.91%	60-65	2
Горњедринско	60.30%	60-65	2
Власеничко	60.17%	60-65	2
Милићко	58.62%	< 60	1

Класификација кривудаџости је распоређена према степенима кривудаџости <60%; 60 – 65%; 65 – 70%; 70 – 75% и >70%.

6.1.6. Топографски позициони индекс (ТПИ)

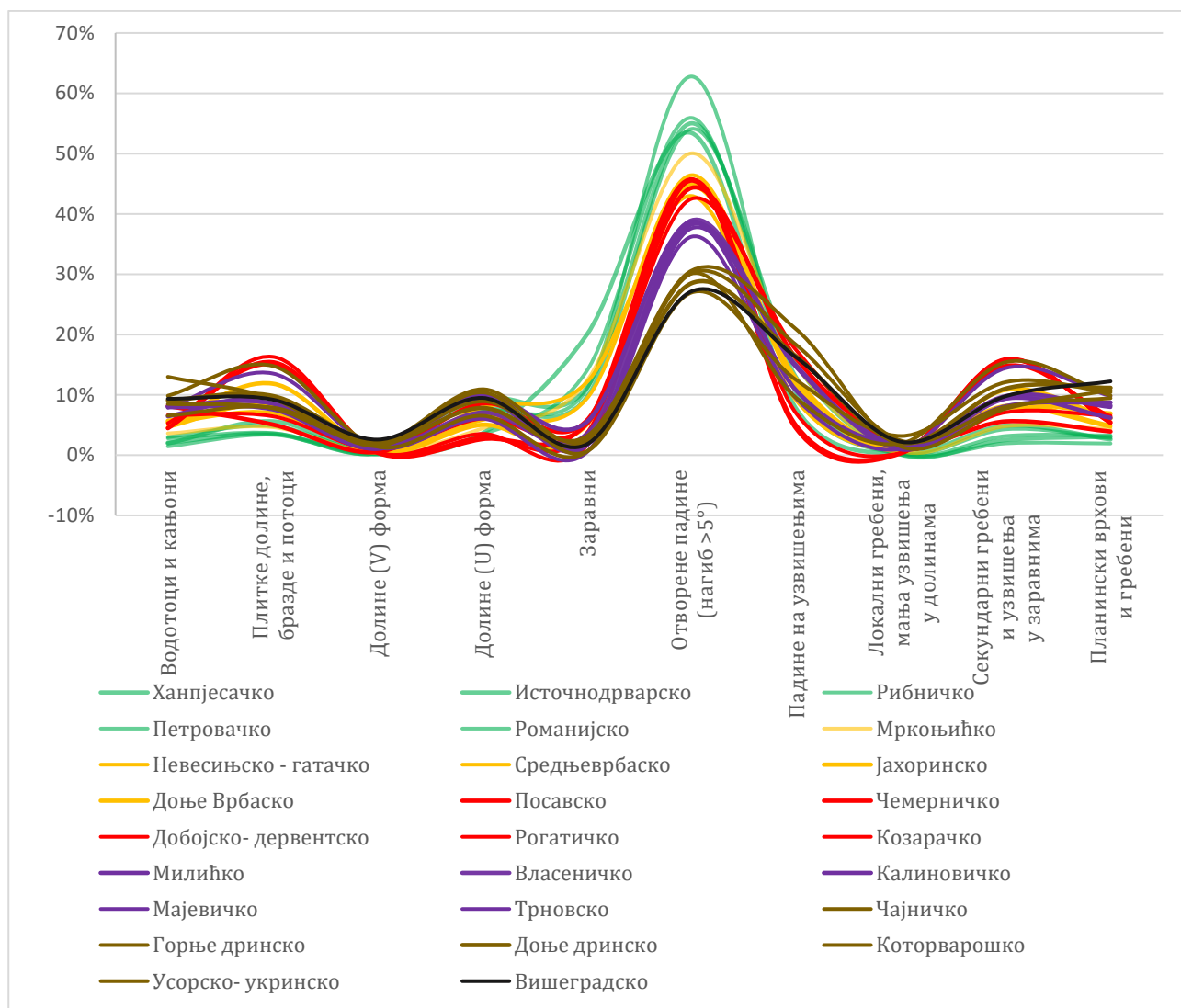


Графикон 6. Топографски позициони индекс према погодности терена

Графикон 6 је израђен по принципу рангирања ШПП по количини погодних површина или рељефних облика који нуде погоднији простор за изградњу шумских камионских путева.

Табела 22. Процентуално учешће форми ТПИ по ШПП

	Водотоци и кањони	Плитке долине, бразде и потоци	Долине (V) форма	Долине (U) форма	Заравни	Отворене падине (нагиб >5°)	Падине на узвишењима	Локални гробени, мања узвишења у Долинама	Секундарни гробени у узвишења у заравнима	Планински врхови и гробени	Оцена
ШПП	%										
Ханпјесачко	1.94	5.60	0.15	3.58	19.97	53.42	7.65	0.19	4.89	2.60	5
Источнодрварско	2.08	3.54	0.33	9.32	11.20	55.03	12.82	0.08	2.51	3.08	5
Рибничко	2.79	3.65	0.40	7.49	9.71	54.09	15.03	0.41	3.16	3.27	5
Петровачко	1.45	3.38	0.17	7.15	10.90	62.78	10.21	0.09	1.95	1.92	5
Романијско	3.00	4.83	0.30	3.41	13.98	55.93	11.12	0.32	4.29	2.82	5
Мркоњићко	3.60	4.63	0.34	4.42	12.29	50.05	14.85	0.66	4.80	4.35	5
Невесињско - гатачко	4.67	8.49	0.88	7.87	12.08	42.98	9.06	0.84	8.20	4.93	5
Средњеврбаско	5.34	7.00	0.62	5.82	9.39	46.42	11.79	1.12	7.78	4.72	4
Јахоринско	5.70	8.17	0.85	6.88	5.07	44.87	12.61	0.91	8.04	6.91	4
Доњеврбаско	5.46	11.85	0.56	5.03	3.48	44.42	11.64	0.63	10.83	6.09	4
Посавско	4.46	15.41	0.39	2.65	5.45	45.73	4.38	0.31	15.80	5.43	4
Чемерничко	8.15	5.08	0.52	8.56	5.76	44.32	15.98	2.12	5.60	3.91	4
Добојско - дервентско	4.49	16.31	0.58	2.94	3.67	45.48	4.93	0.36	15.94	5.30	3
Рогатичко	6.63	6.44	0.91	6.09	5.11	42.51	17.39	1.30	7.10	6.53	3
Козарачко	5.29	14.99	0.48	3.53	1.61	45.66	6.89	0.36	14.83	6.36	3
Милићко	7.97	7.59	1.11	10.17	2.02	38.26	14.60	1.44	8.11	8.73	3
Власеничко	6.45	9.49	1.23	7.06	3.51	38.92	14.81	0.95	9.38	8.20	3
Калиновичко	8.14	8.57	1.06	9.89	5.52	38.71	10.70	1.82	9.41	6.18	2
Мајевичко	7.87	13.54	1.26	6.04	0.47	36.22	9.37	1.00	14.44	9.79	2
Трновско	8.05	8.53	1.17	9.25	1.57	37.62	14.81	1.22	9.84	7.94	2
Чајничко	6.55	7.88	2.15	8.93	3.16	30.59	20.85	1.41	7.70	10.78	1
Горњедринско	8.49	7.77	1.95	10.92	2.60	30.16	18.26	2.39	8.01	9.45	1
Доњедринско	9.11	9.82	1.99	7.82	2.20	28.51	16.34	2.02	11.03	11.16	1
Которварошко	12.99	9.37	1.49	10.41	0.63	26.97	12.45	3.17	12.11	10.43	1
Усорско - укринско	9.84	14.80	1.41	6.54	0.58	30.11	9.47	1.94	15.42	9.89	1
Вишеградско	9.36	9.21	2.58	9.49	1.80	27.17	16.19	2.21	9.77	12.23	1



Графикон 7. Класификација форми ТПИ по ШПП

6.1.7. Вертикална рашчлањеност терена (ТРИ – terrain ruggedness index)

Употребом савремене технологије Riley et al., (1999) су направили апликацију написану у Arc Macro Language (AML), језику који је специфичан за Arc/INFO.

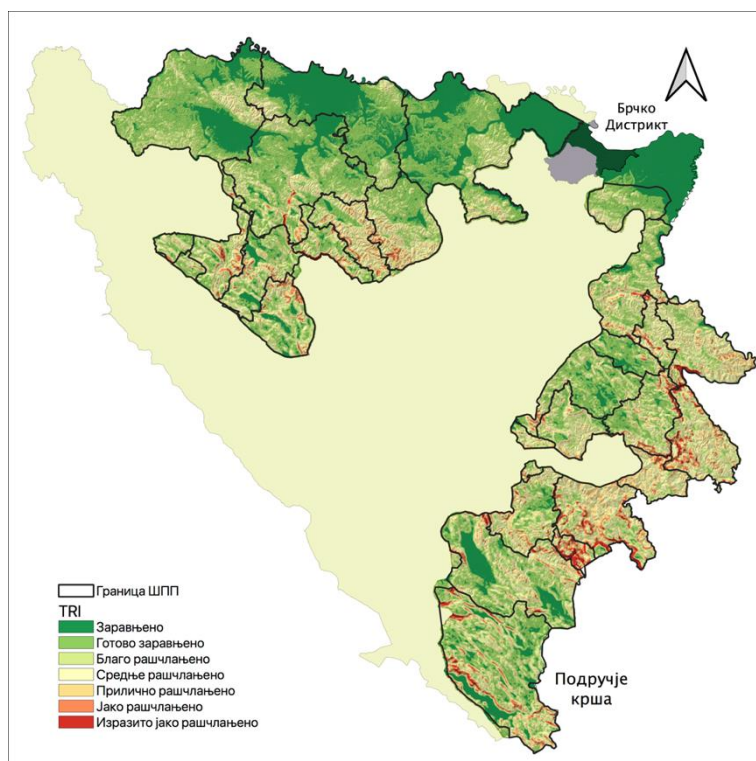
ТРИ је првобитно развијен за анализу на државном нивоу у Монтани (САД), које укључује стеновите планине, а ТРИ класификационе категорије одражавају екстремну неравнину тог терена. ТРИ категорије су додељене методом класификације једнаких површина за груписање континуираних распона вредности ТРИ у седам класа неједнаког распона, али једнаке површине.

За ову класификацију аутори су користили мрежу ћелија 1 km², што је било довољно за анализу великих површина. Међутим, анализирани простор Републике Српске је 45 пута мањи површином, док се у раду користи ДМТ резолуције 20 x 20 m.

С обзиром на величину ћелија (пиксела ДМТ-а) извршена је рекакулација распона (табела 23) на основу којих је извршена евалуација ТРИ. Прва класа код Riley-а је од 0 до 80. Пропорцијом $80 : 1000 = X : 20$, добије се граница класе за прву категорију за модел 20 x 20 метара (од 0 до 1,6 m) итд. (Šiljeg, 2013). Овом методом су добијени недовољно прецизни резултати у смислу наглог пада кривуље распона категорија па је из тог разлога коришћена Јенксова метода природних граница (Jenks, Coulson, 1963).

Табела 23. Типови и распон индекса вертикалне рашчлањености терена

Категорија	1*1 km ² (Riley)	20*20 m ² (Riley)	20*20 m ² (Jenks)
Заравњено	0 - 80	0 - 1,6	0 - 5,5
Готово заравњено	81 - 116	1,601 - 2,32	5,501 - 17,5
Благо рашчлањено	117 - 161	2.321 - 3.22	17,501 - 32
Умерено рашчлањено	162 - 239	3.221 - 4,78	32,01 - 49
Прилично рашчлањено	240 - 497	4.781 - 9,94	49,01 - 67,5
Јако рашчлањено	498 - 958	9,941 - 19,16	67,501 - 86,5
Изразито јако рашчлањено	959 - 4367	19,161 - 127,48	86,501 - 127,5



Карта 9. ТРИ – Вертикална рашчлањеност терена у Републици Српској

Табела 24. Учешће површина категорија рашчлањености терена по ШПП

ШПП	Равно	Скоро равно	Слабо рашчлањено	Умерено Рашчлањено	Изражено рашчлањено	Јако рашчлањено	Изражено јако рашчлањено	Оцена
	%							
Ханпјесачко	10	52	22	10	5	2	0	5
Посавско	7	46	31	13	3	0	0	5
Романијско	5	46	31	12	5	2	0	5
Добојско - дервентско	4	48	30	13	5	0	0	5
Источнодрварско	1	37	33	20	9	1	0	5
Козарачко	1	34	42	18	5	1	0	5
Невесињско - гатачко	9	21	28	22	13	5	2	4
Мркоњићко	6	25	28	21	14	5	0	4
Средњеврбаско	5	22	32	20	13	8	0	4
Доњеврбаско	1	30	37	20	8	3	1	4
Петровачко	1	32	34	26	5	2	0	4
Мајевичко	0	13	47	33	6	0	0	4
Чемерничко	1	25	28	20	14	10	2	3
Калиновичко	3	15	21	30	23	7	2	3
Јахоринско	2	21	29	30	15	2	0	3
Рибничко	2	21	28	25	15	9	1	3
Власеничко	1	16	32	25	18	7	1	3
Милићко	0	8	24	34	21	10	3	2
Рогатичко	2	22	29	21	14	9	4	2
Усорско - укринско	0	19	30	27	18	5	1	2
Трновско	0	8	31	36	20	5	1	2
Доњедринско	0	7	26	35	22	6	4	2
Вишеградско	0	2	15	32	30	15	5	1
Чајничко	0	3	15	33	38	10	2	1
Горњедринско	0	6	17	27	27	16	7	1
Которварошко	0	3	17	35	32	11	1	1

6.1.8. АХП – Оцена тежинских коефицијената

У последње време, аналитички хијерархијски процес (АХП), као метода вишекритеријумског одлучивања, у комбинацији са географским информационим системом (ГИС) врло често је у употреби. На основу добрих искустава истраживача ова комбинација биће примењена за оцелу тежинских коефицијената свих изабраних критеријума и формирање мапа погодности за градњу шумских путева. На дијаграму 3 приказане су фазе рада на изради карте погодности подручја за градњу шумских путева у истраживаном подручју.



Дијаграм 3. Дијаграм следа операција добијања карте погодности терена

6.1.8.1. Формирање матрице одлучивања

У табели 25 представљени су сви критеријуми и њихови атрибути са додељеним стандардизованим вредностима према значајности за вредновање задатих критеријума. Колона оцена, приказана у табели 25, показује да су више оцене погодније (боље).

Табела 25. Оцена класификације према критеријумима

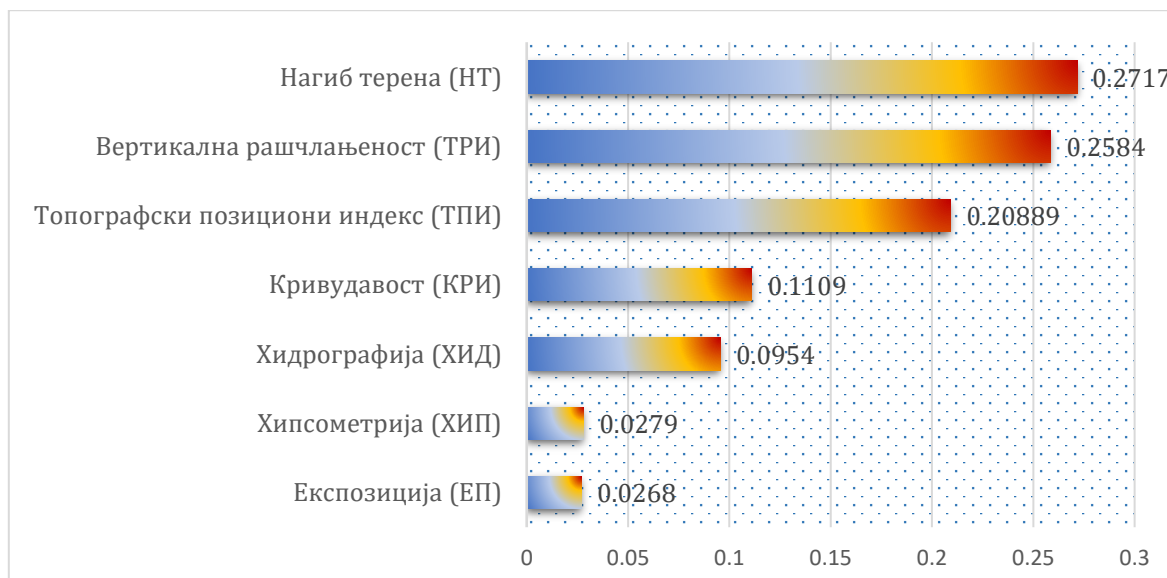
Циљ	Критеријуми	Подкритеријуми	Оцена
Избор погодности терена за изградњу шумских каминских путева	Нагиб терена (НТ)	Учешће површина на нагибима терена од 0 - 40%; 40-70%; >70%	
		>80%	5
		70 - 80%	4
		60 - 70%	3
		50 - 60%	2
		<50%	1
	Експозиција терена (ЕП)	Према погодности експозиције	
		Јужна	5
		Југоисточна - Југозападна	4
		Источна - Западна	3
		Североисточна - Северозападна	2
		Северна	1
	Хипсометрија (ХИП)	Погодност терена према учешћу површина за надморске висине	
		< 400 m	5
		400 - 600 m	4
		600 - 800 m	3
		800 - 1000 m	2
		>1000 m	1
	Хидрографија (ХИД)	Просечна дужина водотока на површини од 1 ha	
		0 - 5 m/ha	5
		5 - 10 m/ha	4
		10 - 15 m/ha	3
		15 - 20 m/ha	2
		>20 m/ha	1
	Кривудаост - Sinuosity (КРИ)	Скраћење дистанце постојећег пута у односу на праву линију од тачке А до тачке Б пута	
		> 75%	5
		70 - 75%	4
65 - 70%		3	
60 - 65%		2	
< 60%		1	
Топографски позициони индекс (ТПИ)	Учешће површина према заравнима и отвореним падинама		
	>50%	5	
	45 - 50%	4	
	35 - 40%	3	
	30 - 35%	2	
	< 30%	1	
Вертикална рашчлањеност (ТРИ)	Према рашчлањености		
	Скоро равно	5	
	Слабо рашчлањено	4	
	Умерено рашчлањено	3	
	Изразено рашчлањено	2	
	Јако рашчлањено	1	

Табела 26. Одређивање тежинских коефицијената изабраних критеријума

Критеријуми	ТРИ	ТПИ	ХИП	НТ	КРИ	ХИД	ЕП	w	b	b/w	
TRI Riley (ТРИ)	1	1	7	1	3	3	7	0.2584	1.9498	7.5454	
TPI Weiss (ТПИ)	1	1	7	1	3	3	7	0.2089	1.6117	7.7162	
Хипсометрија (ХИП)	1/7	1/7	1	1/7	1/5	1/5	1	0.0280	0.2016	7.2050	
Нагиб терена (НТ)	1	1	7	1	5	5	7	0.2717	2.1534	7.9247	
Кривудаост (КРИ)	1/3	1/3	5	1/5	1	1	7	0.1109	0.8390	7.5668	
Хидрографија (ХИД)	1/3	1/3	5	1/5	1	1	7	0.0954	0.6882	7.2171	
Експозиција (ЕП)	1/7	1/7	1	1/7	1/7	1/7	1	0.0268	0.1898	7.0891	
	Σ							1,0000			

$\lambda_{\max} = 7,4663$; CI = 0,078 ; RI = 1,32 ; CR = 0.0589 < 0,10 = ОК

Поређење у паровима, као и одређивање тежина критеријума апроксимативном методом, изведено је у софтверу *Microsoft Office 2019 –Excel*, што је приказано у табели 26. Тежински коефицијенти сваког критеријума, приказани су на графикону 8.



Графикон 8. Тежински коефицијенти критеријума

6.1.9. Коначна оцена и класификација терена по ШПП

У табели 27 која следи приказане су вредности оцене према задатим критеријумима. За сваки од критеријума додељена је вредност од 1-5.

Табела 27. Вредновање задатих критеријума по ШПП

ШПП	ТРИ	ТПИ	НТ	КРИ	ХИД	ХИП	ЕП
Источнодрварско	5	5	5	4	5	1	5
Петровачко	4	5	5	5	5	2	1
Романијско	5	5	5	5	4	2	5
Ханпјесачко	5	5	5	5	4	1	5
Добојско- дервентско	5	3	4	5	1	5	4
Доњеврбаско	4	4	4	5	2	4	4
Јахоринско	3	4	4	4	3	2	4
Козарачко	4	3	4	5	1	5	4
Мркоњићко	4	5	4	3	5	2	4
Невесињско - гатачко	4	5	4	4	3	2	4
Посавско	5	4	4	5	1	5	4
Рибничко	3	5	5	3	5	2	2
Средњеврбаско	4	4	4	2	4	2	4
Чемерничко	3	4	3	4	4	2	5
Власеничко	3	3	3	2	2	3	2
Калиновичко	3	2	3	3	2	2	3
Мајевичко	4	2	3	5	1	4	2
Милићко	2	3	2	1	3	3	1
Рогатичко	2	3	3	4	4	2	5
Трновско	2	2	3	3	3	2	2
Вишеградско	1	1	1	3	3	3	5
Горњедринско	1	1	2	2	3	2	5
Доњедринско	1	1	2	2	2	4	3
Которварошко	1	1	1	4	1	3	3
Усорско- укринско	2	1	2	4	1	4	4
Чајничко	1	1	2	2	3	2	3

Легенда:

(ТРИ) TRI Riley; (ТПИ) TPI Weiss; (НТ) Нагиб терена; (КРИ) Кривудаост; (ХИД) Хидрографија; (ХИП) Хипсометрија; (ЕП) Експозиција

Добијене атрибутивне вредности у ранијем поступку помножене су припадајућим тежинским коефицијентом, добијене АХП поступком, при чему су добијене коначне вредности за класификацију ШПП.

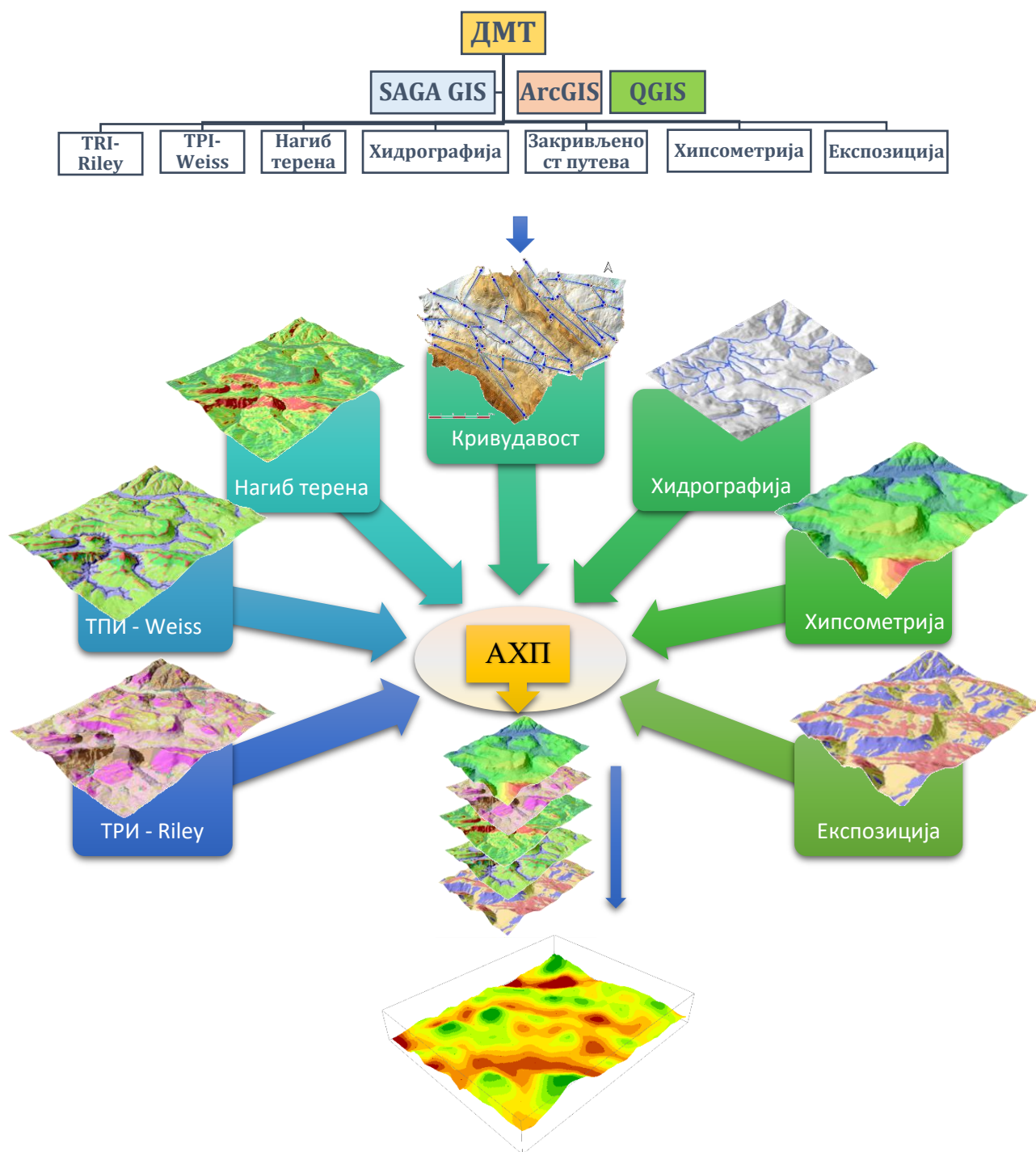
Табела 28. Коначне вредности за класификацију ШПП-а

ШПП	ТРИ	ТПИ	НТ	КРИ	ХИД	ХИП	ЕП	Укупно	Место бр.
Романијско	1,292	1,044	1,359	0,555	0,382	0,056	0,134	4,82	1
Ханпјесачко	1,292	1,044	1,359	0,555	0,382	0,028	0,134	4,79	1
Источнодрварско	1,292	1,044	1,359	0,444	0,477	0,028	0,134	4,78	1
Петровачко	1,034	1,044	1,359	0,555	0,477	0,056	0,027	4,55	1
Мркоњићко	1,034	1,044	1,087	0,333	0,477	0,056	0,107	4,14	1
Посавско	1,292	0,836	1,087	0,555	0,095	0,140	0,107	4,11	1
Рибничко	0,775	1,044	1,359	0,333	0,477	0,056	0,054	4,10	1
Невесињско - гатачко	1,034	1,044	1,087	0,444	0,286	0,056	0,107	4,06	1
Доњеврбаско	1,034	0,836	1,087	0,555	0,191	0,112	0,107	3,92	2
Добојско - дервентско	1,292	0,627	1,087	0,555	0,095	0,140	0,107	3,90	2
Средњеврбаско	1,034	0,836	1,087	0,222	0,382	0,056	0,107	3,72	2
Козарачко	1,034	0,627	1,087	0,555	0,095	0,140	0,107	3,64	2
Јахоринско	0,775	0,836	1,087	0,444	0,286	0,056	0,107	3,59	2
Чемерничко	0,775	0,836	0,815	0,444	0,382	0,056	0,134	3,44	2
Мајевичко	1,034	0,418	0,815	0,555	0,095	0,112	0,054	3,08	2
Рогатичко	0,517	0,627	0,815	0,444	0,382	0,056	0,134	2,97	3
Власеничко	0,775	0,627	0,815	0,222	0,191	0,084	0,054	2,77	3
Калиновичко	0,775	0,418	0,815	0,333	0,191	0,056	0,080	2,67	3
Трновско	0,517	0,418	0,815	0,333	0,286	0,056	0,054	2,48	3
Милићко	0,517	0,627	0,543	0,111	0,286	0,084	0,027	2,19	3
Усорско - укринско	0,517	0,209	0,543	0,444	0,095	0,112	0,107	2,03	3
Горњедринско	0,258	0,209	0,543	0,222	0,286	0,056	0,134	1,71	4
Чајничко	0,258	0,209	0,543	0,222	0,286	0,056	0,080	1,65	4
Доњедринско	0,258	0,209	0,543	0,222	0,191	0,112	0,080	1,62	4
Вишеградско	0,258	0,209	0,272	0,333	0,286	0,084	0,134	1,58	4
Которварошко	0,258	0,209	0,272	0,444	0,095	0,084	0,080	1,44	4

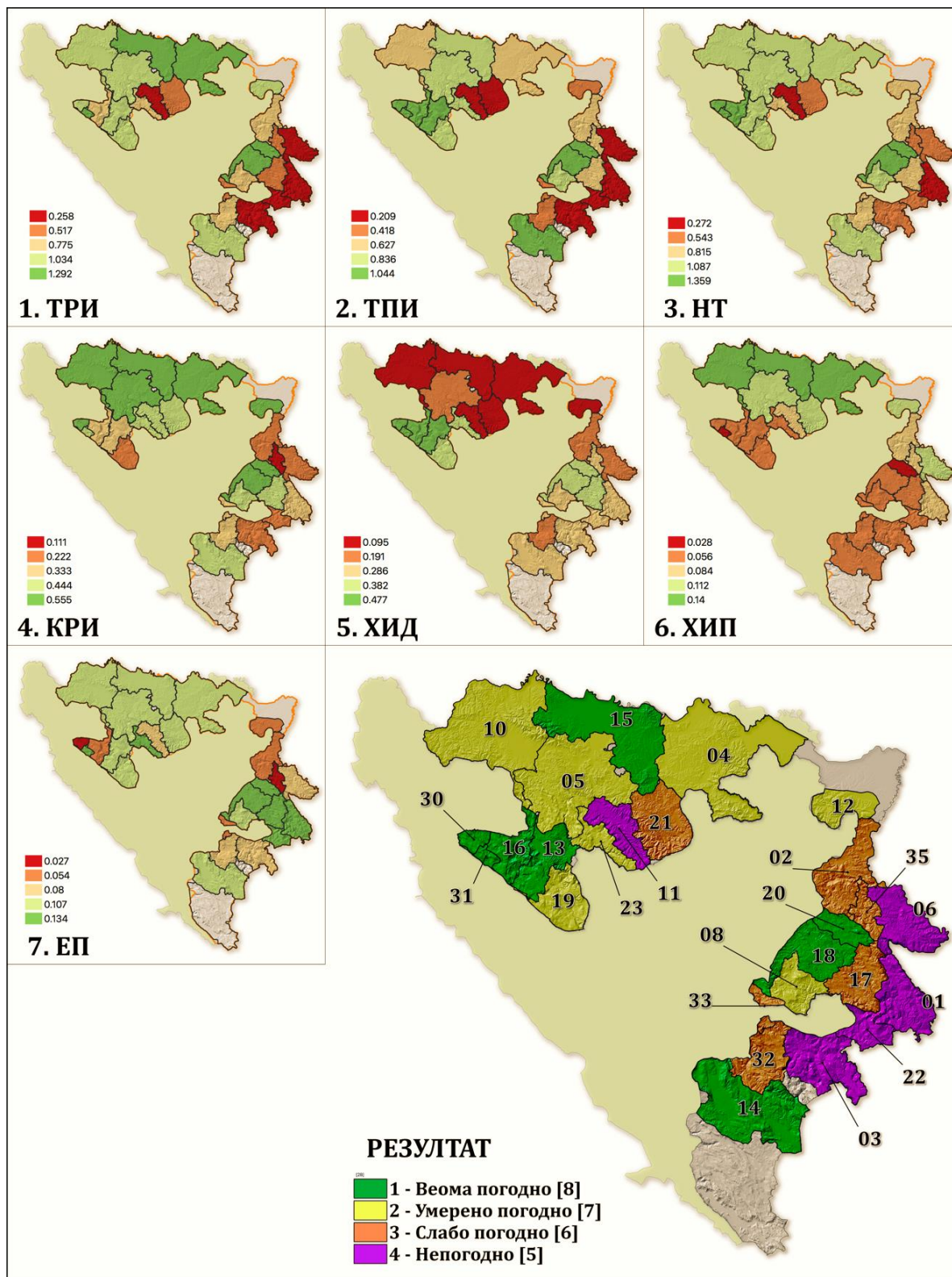
Коначне вредности приказане у табели 28 су рангирале ШПП према освојеном месту и степену погодности конфигурације терена за изградњу и оптимизацију мреже шумских камионских путева. Приказане вредности су разврстане према распонима од 1-2, 2-3, 3-4 и 4-5. Минимална укупна вредност може бити 1, а максимална 5. Најпогоднија подручја су заузела место број 1, док су непогодна заузела место број 4.

6.1.10. Израда карте погодности

Карта погодности терена према задатим критеријумима, добијена је у софтверу - ArcGIS 10. Преклапањем седам тематских карата добијена је коначна карта погодности терена за свако ШПП.



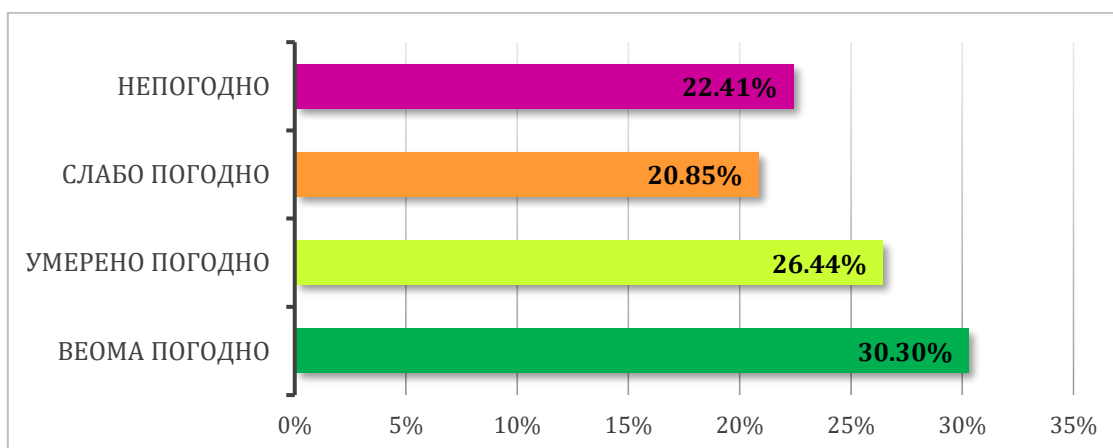
Дијаграм 4. Карта погодности терена за оптимизацију шумских камионских путева



Карта 10. Коначна морфометријска класификација ШПП

Морфометријском анализом добијена је класификација према погодности изградње и оптимизације шумских камионских путева на:

1. Веома погодно,
2. Умерено погодно,
3. Слабо погодно,
4. Непогодно.



Графикон 9. Процентуално учешће површина ШПП у Републици Српској према добијеној класификацији

Табела 29. Класификација ШПП према категорији погодности терена за оптимизацију мреже шумских камионских путева

Веома погодна подручја	Умерено погодна	Слабо погодна	Непогодна
31. Источнодрварско	04. Добојско - дервентско	02. Власеничко	01. Вишеградско
30. Петровачко	05. Доњеврбаско	32. Калиновичко	03. Горњедринско
18. Романијско	12. Јахоринско	17. Рогатичко	06. Доњедринско
20. Ханпјесачко	10. Козарачко	35. Милићко	11. Которварошко
13. Мркоњићко	19. Средњеврбаско	33. Трновско	22. Чајничко
14. Невесињско - гатачко	23. Чемерничко	21. Усорско - укринско	
15. Посавско	12. Мајевичко		
16. Рибничко			

6.1.11. Статистички показатељи

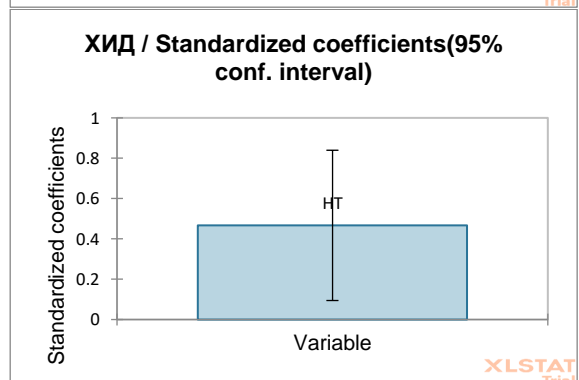
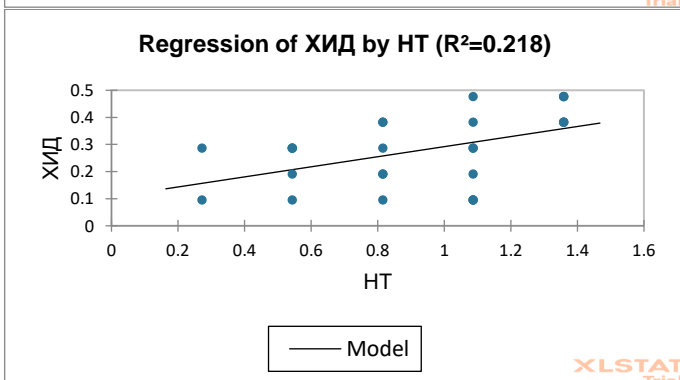
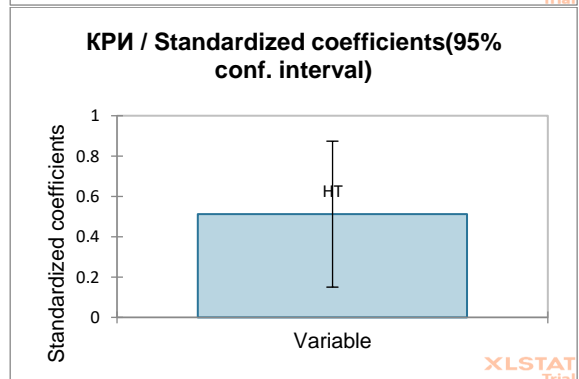
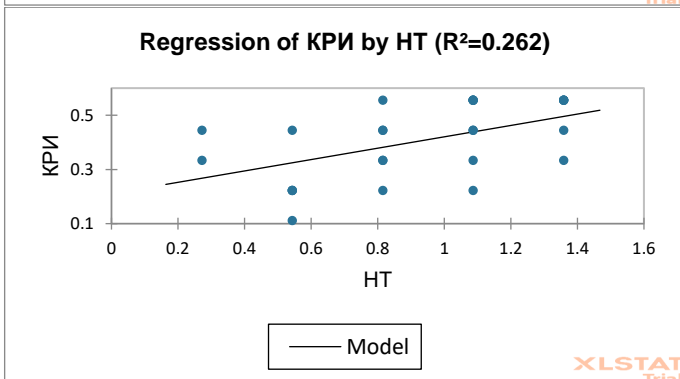
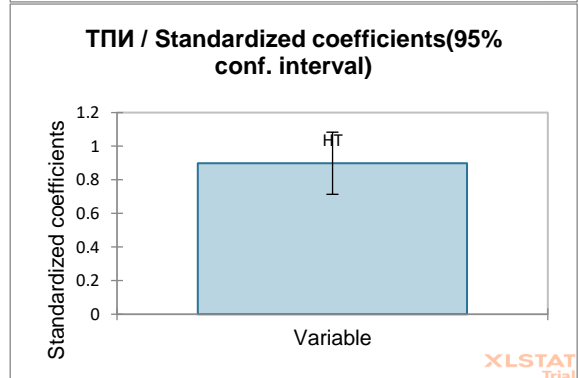
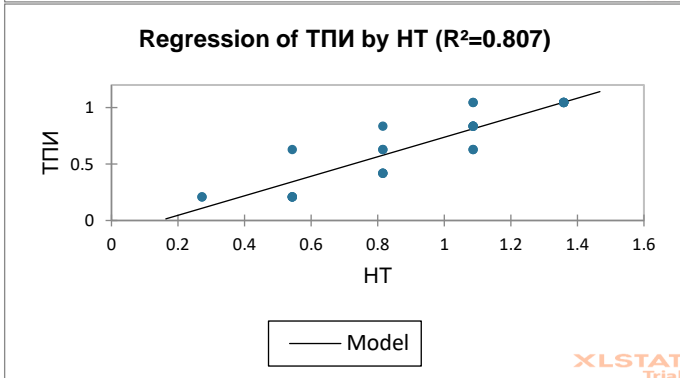
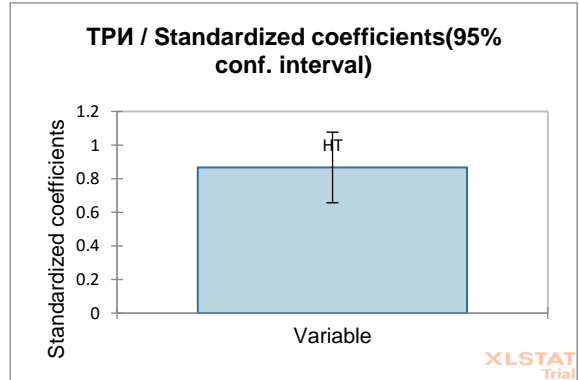
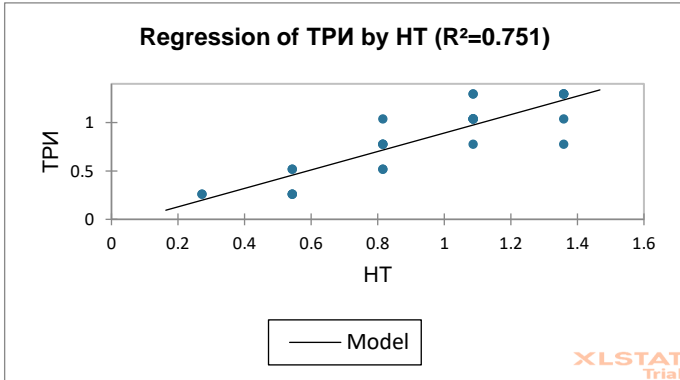
Статистичка међзависност нагиба терена и осталих параметара у анализи приказана је линеарном регресијом у виду матрице корелације.

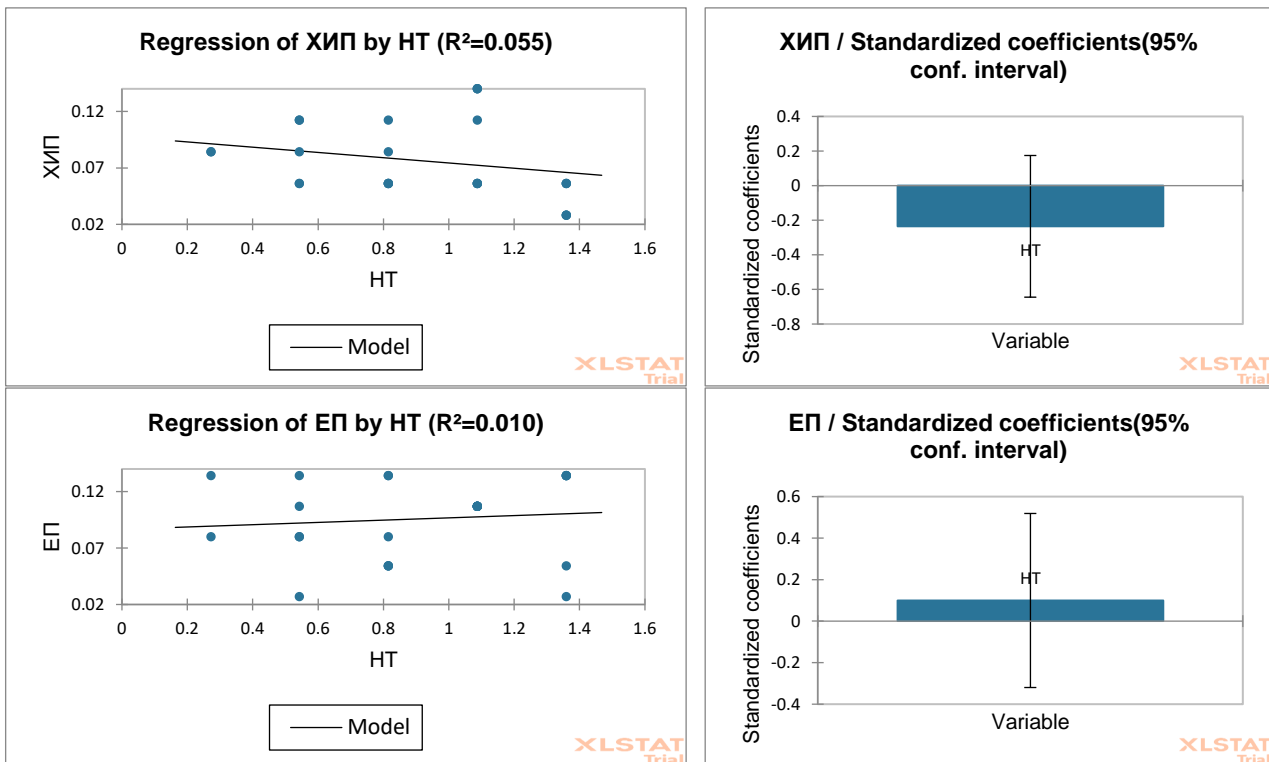
Табела 30. Матрица корелације нагиба терена и осталих морфометријских параметара

	НТ	НТ	ТРИ	ТПИ	КРИ	ХИД	ХИП	ЕП
НТ	1	1,000	0,867	0,899	0,512	0,467	-0,235	0,099
НТ	1,000	1	0,867	0,899	0,512	0,467	-0,235	0,099
ТРИ	0,867	0,867	1	0,794	0,640	0,148	0,043	0,184
ТПИ	0,899	0,899	0,794	1	0,389	0,604	-0,348	0,118
КРИ	0,512	0,512	0,640	0,389	1	-0,166	0,254	0,301
ХИД	0,467	0,467	0,148	0,604	-0,166	1	-0,818	0,110
ХИП	-0,235	-0,235	0,043	-0,348	0,254	-0,818	1	-0,134
ЕП	0,099	0,099	0,184	0,118	0,301	0,110	-0,134	1

Табела 31. Стандардизовани коефицијенти

Извор	Value	Standard error	t	Pr > t	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)
ТРИ	0,867	0,102	8,508	<0.0001	0,656	1,077
ТПИ	0,899	0,090	10,027	<0.0001	0,714	1,083
КРИ	0,512	0,175	2,921	0,007	0,150	0,874
ХИД	0,467	0,181	2,587	0,016	0,094	0,839
ХИП	-0,235	0,198	-1,186	0,247	-0,645	0,174
ЕП	0,099	0,203	0,490	0,629	-0,320	0,519

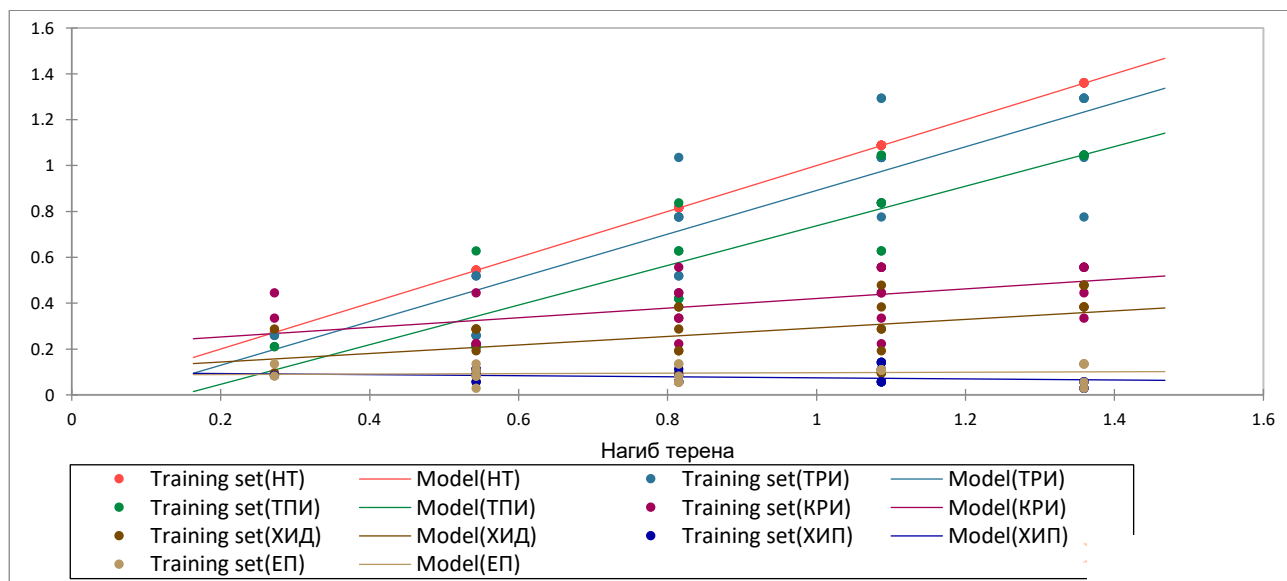




Графикон 10. Графички приказ статистичких вредности зависности морфометријских параметара од нагиба терена

Табела 32. Сумарни приказ морфометријских параметара

	HT	ТРИ	ТПИ	КРИ	ХИД	ХИП	ЕП
R ²	1,000	0,751	0,807	0,262	0,218	0,055	0,010
F		72,390	100,550	8,531	6,691	1,405	0,240
Pr > F		<0.0001	<0.0001	0,007	0,016	0,247	0,629



Графикон 11. Сумарни приказ свих параметара у односу на нагиб терена

6.2. Густина мреже шумских камионских путева за карактеристична ШПП

На основу добијене класификације погодности подручја за изградњу шумских камионских путева, извршено је и класификовање ШПП према добијеним резултатима. Из сваке категорије погодности одабрана су по два карактеристична и репрезентативна ШПП за даљу анализу и допуну постојеће мреже шумских камионских путева новим путевима до оптималне отворености у датом простору за задате критеријуме.

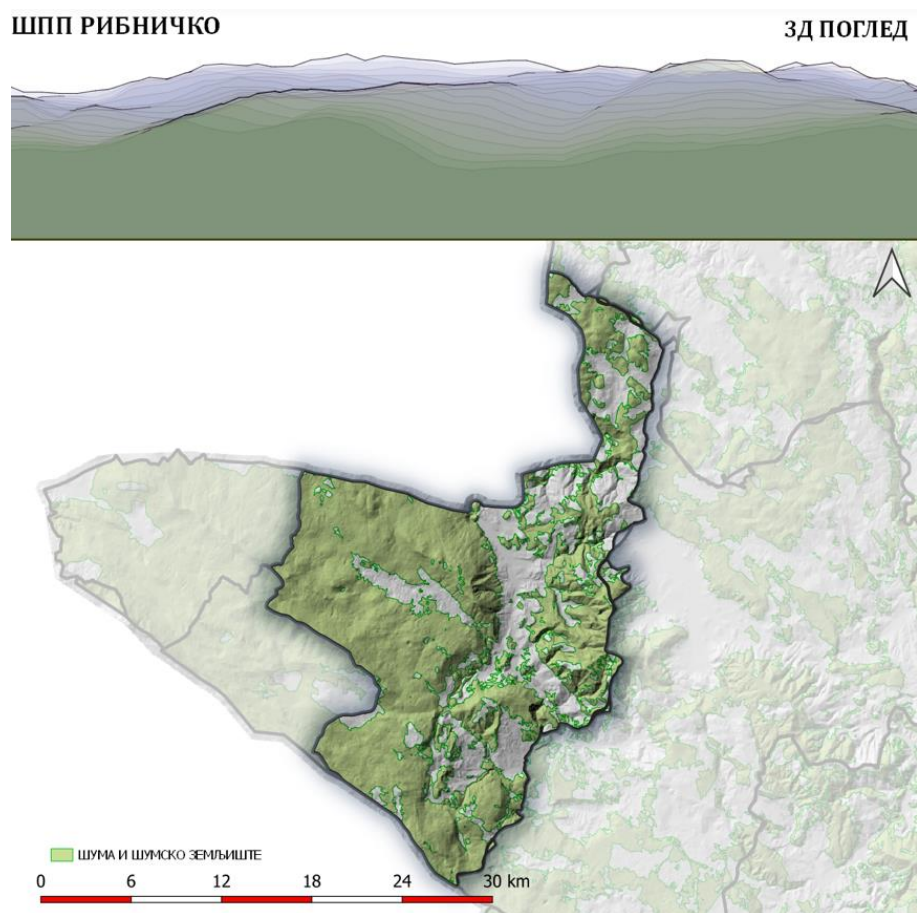
Приликом анализе се водило рачуна о просторном распореду шумских камионских путева са просечном транспортном дистанцом од 300 m и тампон зоном од 600 m. Апсолутна отвореност је обрађена према критеријумима отварања, за путеве који пролазе кроз шуме и шумско земљиште узета је у обзир цела дужина пута. Половина дужине пута узета је у обзир за путеве који иду дуж руба шумског земљишта или до 300 m од руба шумског земљишта, под условом да се могу користити за транспорт. Поред тога, анализирани су путеви који долазе управно на шумско земљиште у дужини до 500 m (Šikić et al., 1989). Алат који је коришћен за пројектовање нултих линија путева је програмски додатак Forest Road Designer у QGIS окружењу, који је развила компанија PANOrimagen S.L. at the request of the Dirección General de Medio Natural del Gobierno de La Rioja, по узору на програмски додатак PEGGER (Rogers, Schiess, 2001) у ArcGIS програму.

6.2.1. ВЕОМА ПОГОДНИ ТЕРЕНИ

6.2.1.1. ШПП Рибничко - РИБНИК

ШПП „Рибничко“ се налази у југозападном делу Републике Српске. Према висинској класификацији припада ниско - планинском подручју надморске висине између 500 – 1000 m са просечном надморском висином од 892 m. Према класификацији нагиба терена и процентуалног учешћа нагиба терена од 0 - 40%, површина ове категорије нагиба заузима 80,89%, што ово ШПП сврстава у једно од 8 ШПП са најпогоднијим теренима за изградњу шумских камионских путева. Хидрографска мрежа је релативно слаба, свега 2,37m/ha сталних водотока и 1,39 m/ha повремених водених токова. У погледу експозиције терена доминантне су јужне експозиције које заједно имају учешће од 53,31%, а северне експозиције заузимају 46,69%. Од погоднијих експозиција, највеће учешће има источна и западна експозиција са учешћем од 23,16%. Према ТРИ класификацији 76% подручја припада теренима од равног до умерено рашчлањеног. ТПИ класификација показује свега 3,96% непогодног терена који се односе на локалне и секундарне гребене те планинске врхове. Према кривудавости путева ово подручје сврстава у нешто кривудавије терене вредности 68,36%.

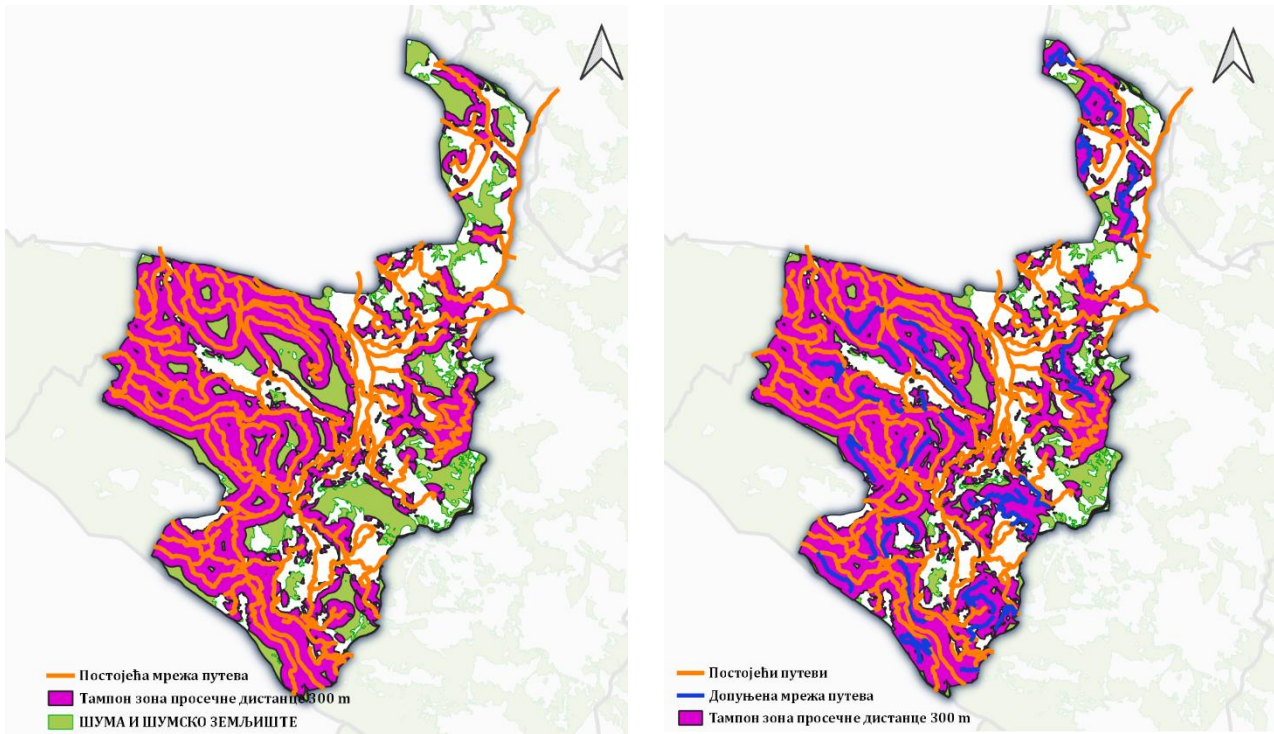
У погледу отворености и просторног распореда шумских камионских путева у овом ШПП, садашња апсолутна отвореност износи 10,39 m/ha, а са јавним путевима ова отвореност износи 12,07 m/ha.



Карта 11. Рељефни и 3Д поглед ШПП Рибичко

На карти 11 је приказан рељеф и тродимензионални приказ ШПП Рибничко. На слици 3Д поглед се види брдовито подручје са благим рељефним формама.

У погледу апсолутне и релативне отворености ово ШПП спада у ред релативно добро отворено подручје.



Апсолутна и релативна постојећа отвореност

Апсолутна и релативна будућа отвореност

Карта 12. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопројектованим путевима у ШПП Рибничко

Дужина новопројектованих путева ће износити 121,49 km, што ће одговарати релативној отворености од 89,3% у односу на постојећу која износи 76,3%. Остатак површина до 100% релативне отворености представљају врло неприступачна места углавном у сливовима реке Сане и Рибника за које треба одабрати друга шумска транспортна средства.

Релативна отвореност је увећана за 13%, док је апсолутна отвореност мреже шумских камионских путева увећана за 36,6%. Будућа апсолутна отвореност ће износити 14,19 m/ha или 15,89 m/ha са јавним путевима.

Постојећа средња транспортна дистанца износи 553,24 m, док са новим путевима ова транспортна дистанца ће бити умањена и износиће 299,52 m (карта 12).

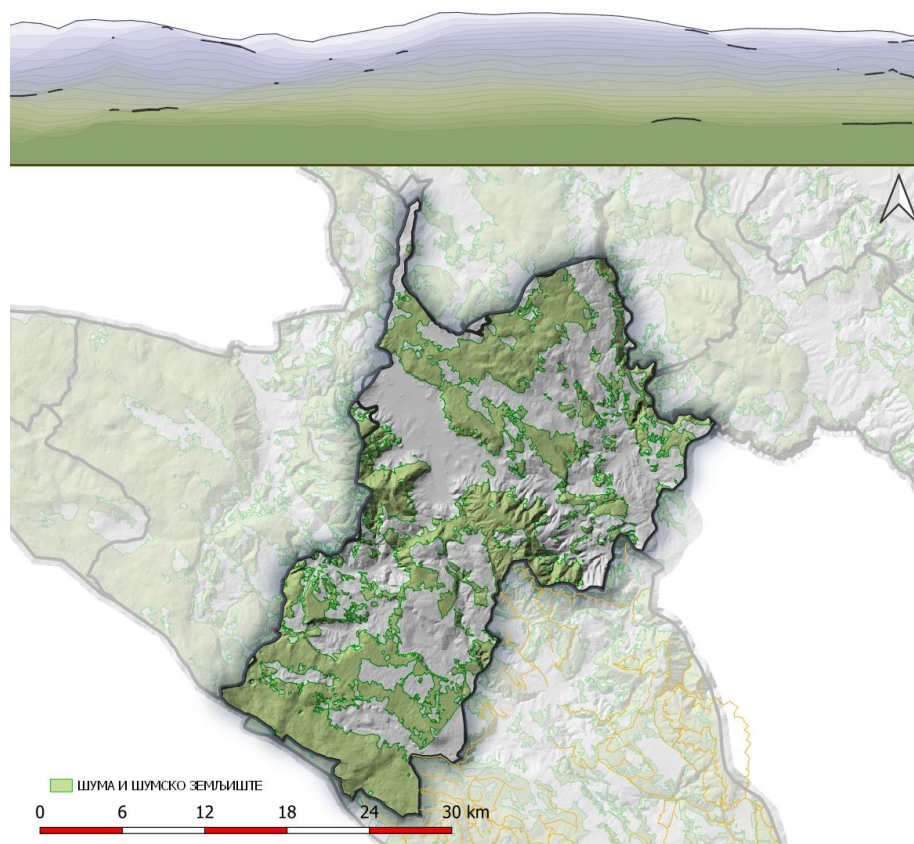
6.2.1.2. ШПП Мркоњићко – МРКОЊИЋ ГРАД

ШПП „Мркоњићко“ се налази у југозападном делу Републике Српске. Према висинској класификацији припада ниско - планинском подручју надморске висине између 500 – 1000 m са просечном надморском висином од 892 m. Према класификацији нагиба терена и процентуалног учешћа нагиба терена од 0 - 40% површина ове категорије нагиба заузима 77,59% што ово ШПП сврстава у једно од 8 ШПП са најпогоднијим теренима за изградњу шумских камионских путева. Хидрографска мрежа је релативно слаба, свега 1,95 m/ha сталних водотока и 2,18 m/ha повремених водених токова. У погледу експозиције терена доминантне су јужне експозиције које заједно имају учешће од 57,87%, а северне експозиције заузимају 42,13%. Од погоднијих експозиција, највеће учешће има источна и западна експозиција од 23,71%. Према ТРИ класификацији 81% подручја припада теренима од равнoг до умерено рашчлањеног. ТПИ класификација показује свега 9,82% непогодног терена који се односе на локалне и секундарне гребене те планинске врхове. Према кривудавости путева ово подручје сврстава у нешто кривудавије терене вредности 67,28%.

У погледу отворености и просторног распореда шумских камионских путева у овом ШПП, садашња апсолутна отвореност износи 7,07 m/ha, а са јавним путевима ова отвореност износи 10,14 m/ha.

ШПП МРКОЊИЋКО

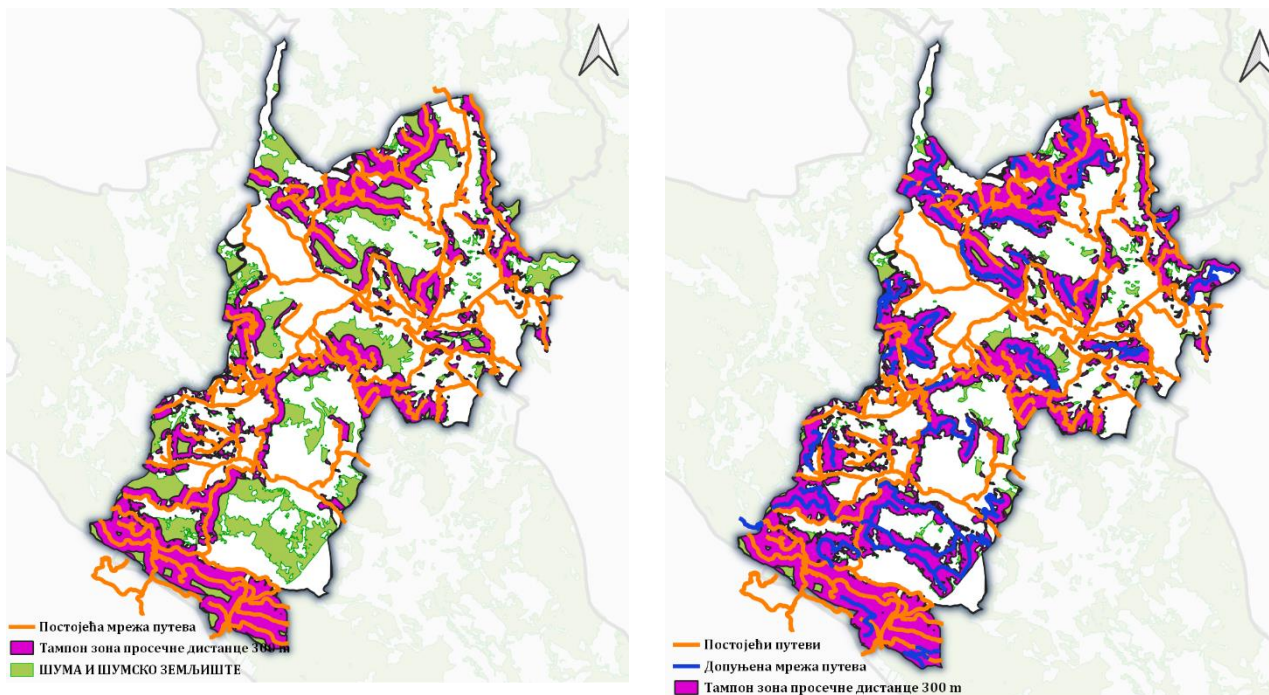
ЗД ПОГЛЕД



Карта 13. Рељефни и ЗД поглед ШПП Мркоњићко

На карти 13 је приказан рељеф и тродимензионални приказ ШПП Мркоњићко. На слици 3Д поглед се види брдовито подручје са умереним и благим рељефним формама.

У погледу апсолутне и релативне отворености ово ШПП спада у слабо отворено подручје.



Апсолутна и релативна постојећа отвореност

Апсолутна и релативна будућа отвореност

Карта 14. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопроектованим путевима у ШПП Мркоњићко

Дужина новопроектованих путева ће износити 189,78 km, што ће одговарати релативној отворености од 92,6% у односу на постојећу која износи 64,4%. Остатак површина до 100% релативне отворености представљају врло неприступачна места углавном у сливу Црне ријеке за које треба одабрати друга шумска транспортна средства.

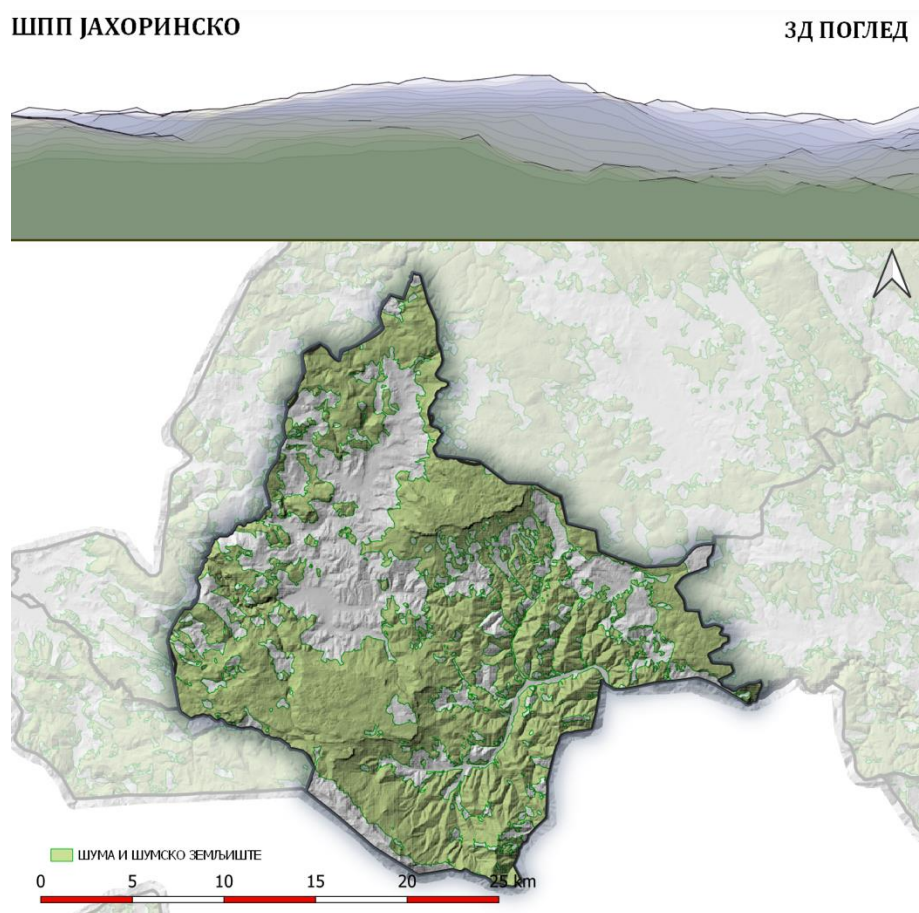
Релативна отвореност је увећана за 28,3%, док је апсолутна отвореност мреже шумских камионских путева увећана за 89,9%. Будућа апсолутна отвореност ће износити 13,43 m/ha или 16,51 m/ha са јавним путевима.

Постојећа средња транспортна дистанца износи 799,46 m, док са новим путевима ова транспортна дистанца ће бити умањена и износиће 277,65 m (карта 14).

6.2.2. УМЕРЕНО ПОГОДНИ ТЕРЕНИ

6.2.2.1. ШПП Јахорина – ПАЛЕ

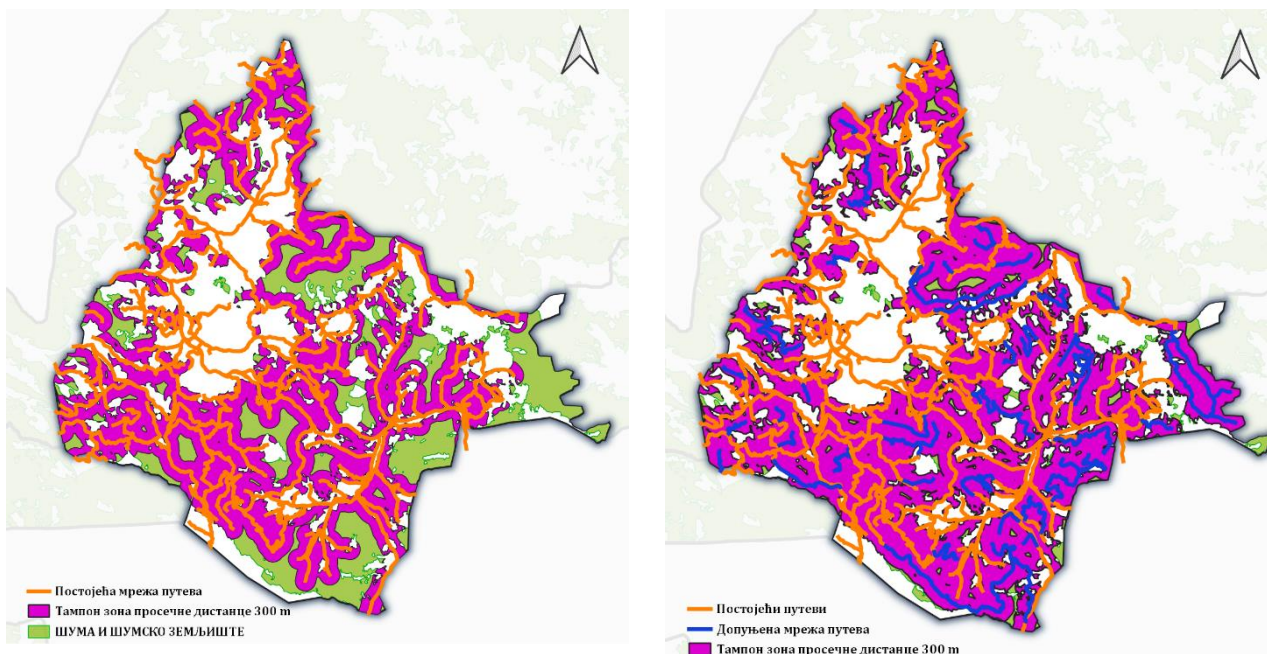
ШПП „Јахоринско“ се налази у југоисточном делу Републике Српске. Према висинској класификацији припада средњепланинском подручју надморске висине између 1000 – 2000 m са просечном надморском висином од 1.127 m. Према класификацији нагиба терена и процентуалног учешћа нагиба терена од 0 - 40%, површина ове категорије нагиба заузима 72,26% што ово ШПП сврстава у једно од 7 ШПП са умерено погоднијим теренима за изградњу шумских камионских путева. Хидрографска мрежа је релативно густа, са 5,42 m/ha сталних водотока и 7,96 m/ha повремених водених токова. У погледу експозиције терена доминантне су јужне, југозападне, западне, југоисточне и источне експозиције које заједно имају учешће од 58,75%, а северне, заједно са североисточном и југоисточном експозицијом, заузимају 41,25%. Од погоднијих експозиција, највеће учешће има источна и западна експозиција од 24,41%. Према ТРИ класификацији 82% подручја припада теренима од равнoг до умерено рашчлањеног. ТПИ класификација показује 15,86% непогодног терена који се односе на локалне и секундарне гребене те планинске врхове. Према кривудавости путева ово подручје сврстава у нешто блаже кривудавае терене вредности 71,44%. У погледу отворености и просторног распореда шумских камионских путева у овом ШПП, садашња апсолутна отвореност износи 9,35 m/ha, а са јавним путевима ова отвореност износи 12,11 m/ha.



Карта 15. Рељефни и ЗД поглед ШПП Јахоринско

На карти 15 је приказан рељеф и тродимензионални приказ ШПП Јахоринско. На слици 3Д поглед се види подручје са умереним и благим рељефним формама са великим учешћем висоравни.

У погледу апсолутне и релативне отворености ово ШПП спада у релативно слабо отворено подручје.



Апсолутна и релативна постојећа отвореност

Апсолутна и релативна будућа отвореност

Карта 16. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопроектованим путевима у ШПП Јахоринско

Дужина новопроектованих путева ће износити 175,81 km, што ће одговарати релативној отворености од 95,2% у односу на постојећу која износи 73,2%. Остатак површина до 100% релативне отворености представљају врло неприступачна места углавном у сливу реке Прача, Новакове пећине и Мједеника за које треба одабрати друга шумска транспортна средства.

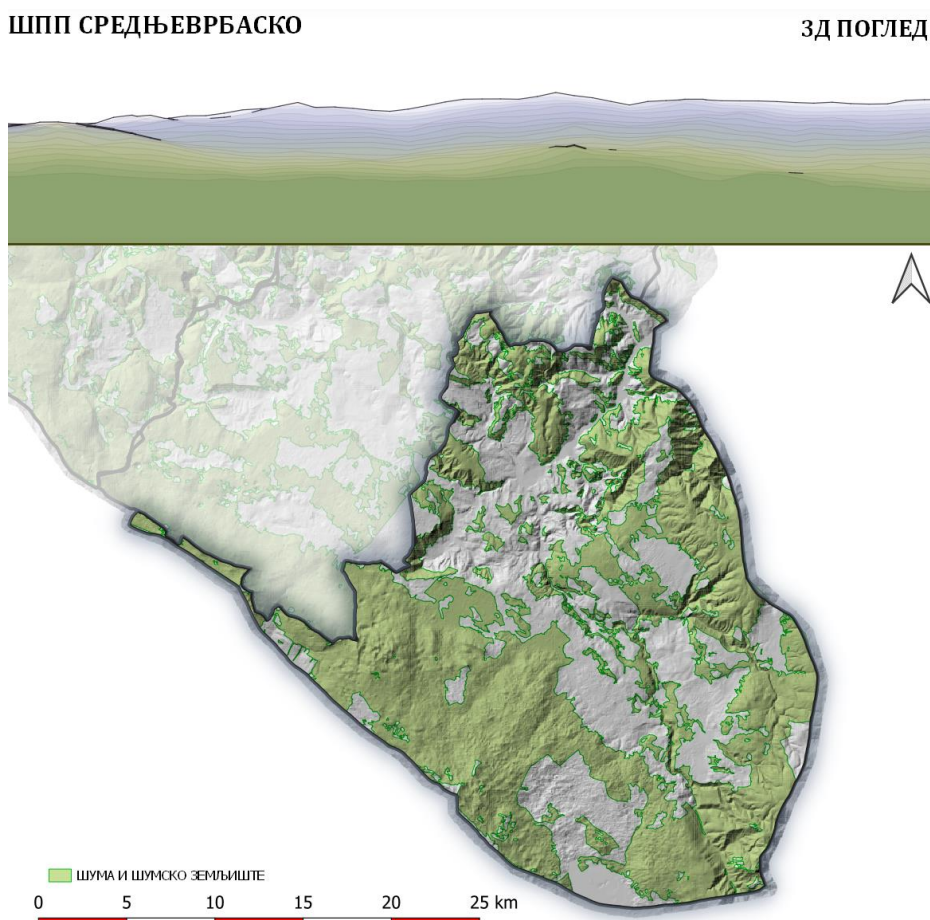
Релативна отвореност је увећана за 21,9%, док је апсолутна отвореност мреже шумских камионских путева увећана за 65,2%, где ће будућа апсолутна отвореност износити 15,45 m/ha или 16,93 m/ha са јавним путевима.

Постојећа средња транспортна дистанца износи 664,51 m, док са новим путевима ова транспортна дистанца ће бити умањена и износиће 242,12 m (карта 16).

6.2.2.2. ШПП Средњеврбаско – ШИПОВО

ШПП „Средњеврбаско“ се налази у југозападном делу Републике Српске. Према висинској класификацији припада средње - планинском подручју надморске висине између 1000 – 2000 m са просечном надморском висином од 1.105 m. Према класификацији нагиба терена и процентуалног учешћа нагиба терена од 0 - 40%, површина ове категорије нагиба заузима 72,26% што ово ШПП сврстава у једно од 7 ШПП са умерено погоднијим теренима за изградњу шумских камионских путева. Хидрографска мрежа је релативно слаба, са 2,03 m/ha сталних водотока и 4,51 m/ha повремених водених токова. У погледу експозиције терена доминантне су источна, западна и јужне експозиције које заједно имају учешће од 58,26%, а северне, заједно са североисточном и југоисточном експозицијом, заузимају 41,74%. Од погоднијих експозиција, највеће учешће има источна и западна експозиција од 24,91%. Према ТРИ класификацији 81% подручја припада теренима од равнoг до умерено рашчлањеног. ТПИ класификација показује 13,62% непогодног терена који се односе на локалне и секундарне гребене те планинске врхове. Према кривудавости путева ово подручје сврстава у нешто израженије кривудава терене вредности 61,61%.

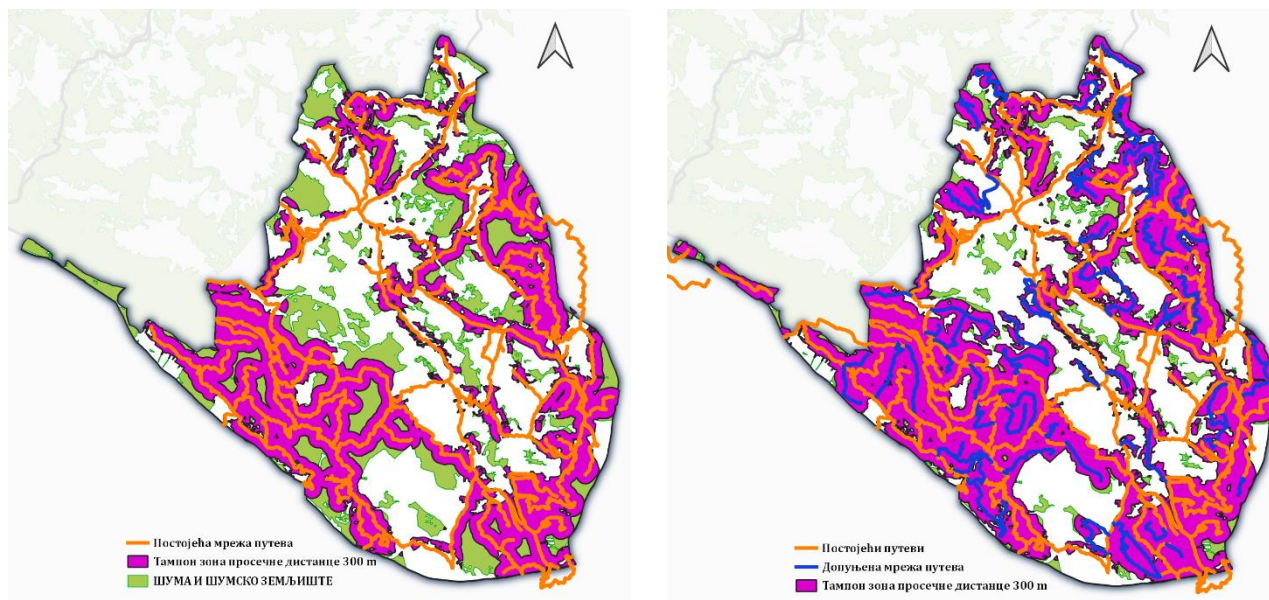
У погледу отворености и просторног распореда шумских камионских путева у овом ШПП, садашња апсолутна отвореност износи 11,22 m/ha, а са јавним путевима ова отвореност износи 12,05 m/ha.



Карта 17. Рељефни и ЗД поглед ШПП Средњеврбаско

На карти 17 је приказан рељеф и тродимензионални приказ ШПП Средњеврбаско. На слици 3Д поглед се види подручје са умереним и благим рељефним формама у виду висоравни.

У погледу апсолутне и релативне отворености ово ШПП спада у ред релативно слабо отворена подручја.



Апсолутна и релативна постојећа отвореност

Апсолутна и релативна будућа отвореност

Карта 18. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопроектованим путевима у ШПП Средњеврбаско

Дужина новопроектованих путева ће износити 243,53 km, што ће одговарати релативној отворености од 91,4% у односу на постојећу која износи 70,4%. Остатак површина до 100% релативне отворености представљају површине које се углавном налазе у виду тзв. крпа или острва, за које треба одабрати друга шумска транспортна средства.

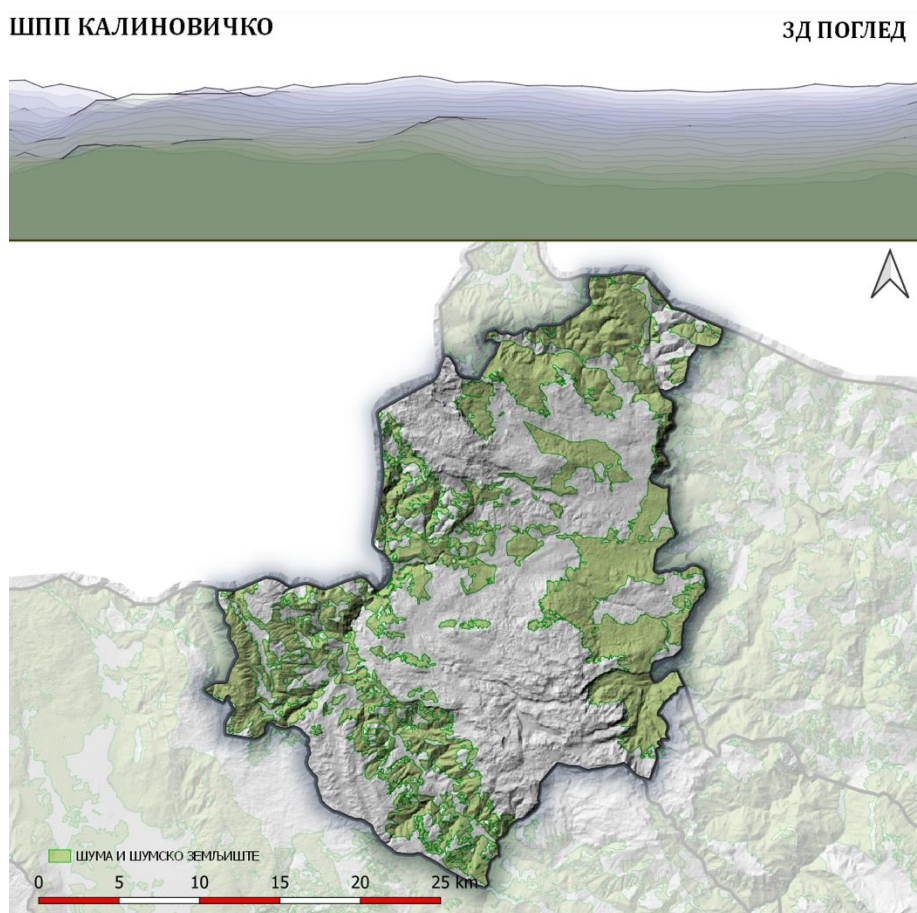
Релативна отвореност је увећана за 21,0%, док је апсолутна отвореност мреже шумских камионских путева увећана за 48,3%. Будућа апсолутна отвореност ће износити 16,64 m/ha или 18,25 m/ha са јавним путевима.

Постојећа средња транспортна дистанца износи 660,52 m, док са новим путевима ова транспортна дистанца ће бити умањена и износиће 289,89 m (карта 18).

6.2.3. СЛАБО ПОГОДНИ ТЕРЕНИ

6.2.3.1. ШПП Калиновичко – КАЛИНОВИК

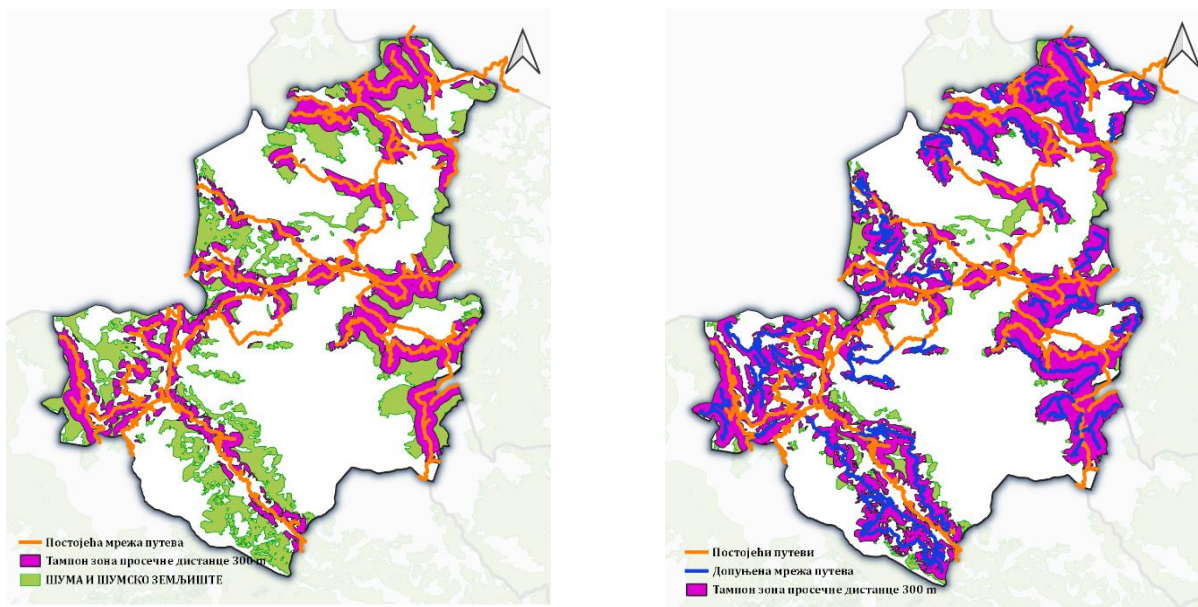
ШПП „Калиновичко“ се налази у југоисточном делу Републике Српске. Према висинској класификацији припада средње - планинском подручју надморске висине између 1000 – 2000 m са просечном надморском висином од 1.178 m. Према класификацији нагиба терена и процентуалног учешћа нагиба терена од 0 - 40%, површина ове категорије нагиба заузима 65,85% што ово ШПП сврстава у једно од 6 ШПП са слабо погодним теренима за изградњу шумских камионских путева. Хидрографска мрежа је релативно изражена са 5,83 m/ha сталних водотока и 9,61 m/ha повремених водених токова. У погледу експозиције терена доминантне су западна, источна и јужне експозиције које заједно имају учешће од 57,38%, а северне, заједно са североисточном и југоисточном експозицијом, заузимају 42,62%. Од погоднијих експозиција, највеће учешће има источна и западна експозиција од 25,29%. Према ТРИ класификацији 69% подручја припада теренима од равног до умерено рашчлањеног. ТПИ класификација показује 17,41% непогодног терена који се односе на локалне и секундарне гребене те планинске врхове. Према кривудавости путева ово подручје сврстава у нешто израженије кривудава терене вредности 67,25%. У погледу отворености и просторног распореда шумских камионских путева у овом ШПП, садашња апсолутна отвореност износи 6,06 m/ha, а са јавним путевима ова отвореност износи 8,56 m/ha.



Карта 19. Рељефни и ЗД поглед ШПП Калиновичко

На карти 19 је приказан рељеф и тродимензионални приказ ШПП Калиновичко. На слици 3Д поглед се види подручје са различитим формама рељефа, од изломљених речних сливова до висоравни.

У погледу апсолутне и релативне отворености ово ШПП спада у врло слабо отворена подручја.



Апсолутна и релативна постојећа отвореност

Апсолутна и релативна будућа отвореност

Карта 20. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопроектованим путевима у ШПП Калиновичко

Дужина новопроектованих путева ће износити 257,24 km, што ће одговарати релативној отворености од 91,4% у односу на постојећу која износи 53,9%. Остатак површина до 100% релативне отворености представљају површине које се углавном налазе у сливу реке Неретве, за које треба одабрати друга шумска транспортна средства.

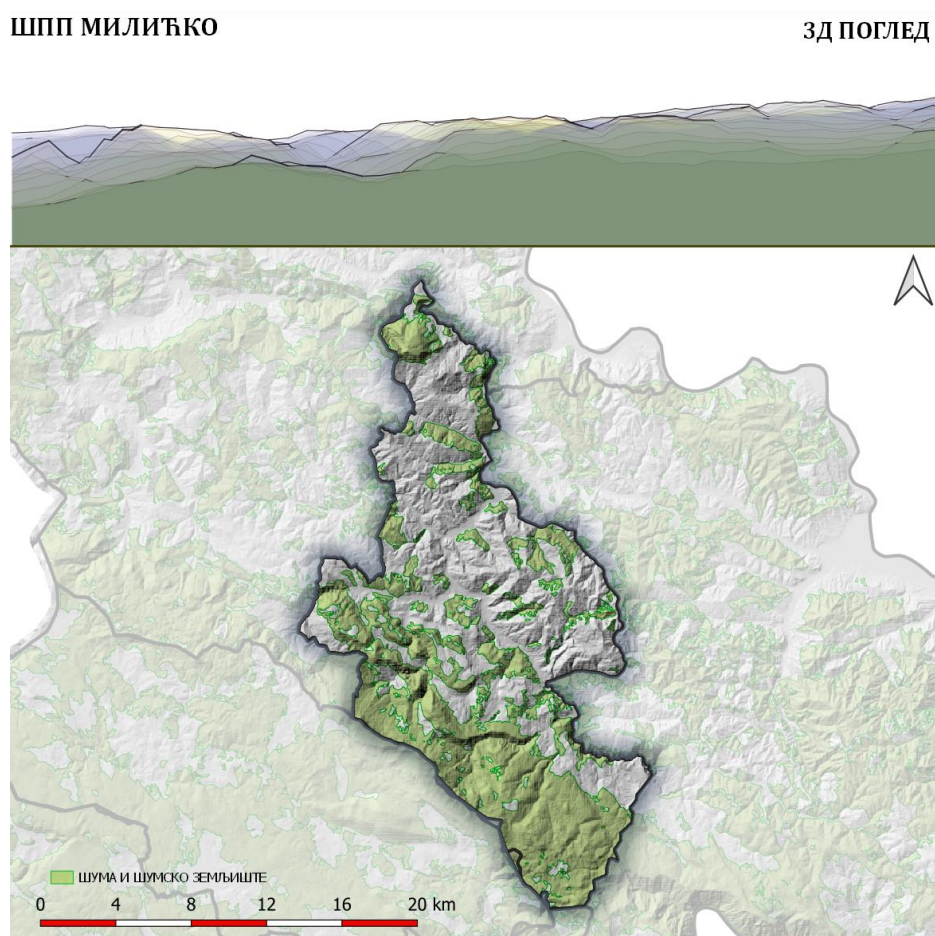
Релативна отвореност је увећана за 37,4%, док је апсолутна отвореност мреже шумских камионских путева увећана за 163,2%, где ће будућа апсолутна отвореност износити 15,95 m/ha или 18,13 m/ha са јавним путевима.

Постојећа средња транспортна дистанца износи 914,38 m, док са новим путевима ова транспортна дистанца ће бити умањена и износиће 321,80 m (карта 20).

6.2.3.2. ШПП Милићко – МИЛИЋИ

ШПП „Милићко“ се налази у источном делу Републике Српске. Према висинској класификацији припада нископланинском подручју надморске висине између 500 – 1000 m са просечном надморском висином од 784 m. Према класификацији нагиба терена и процентуалног учешћа нагиба терена од 0 - 40%, површине, ова категорија нагиба заузима 58,61% што ово ШПП сврстава у једно од 6 ШПП са слабо погодним теренима за изградњу шумских камионских путева. Хидрографска мрежа је релативно изражена са 5,62 m/ha сталних водотока и 7,29 m/ha повремених водених токова. У погледу експозиције терена доминантне су северне експозиције које заједно имају учешће од 55,79%, а јужна, заједно са југоисточном и југозападном експозицијом, заузимају 44,21%. Доминантне експозиције су североисточна и северозападна експозиција са 36,84%. Према ТРИ класификацији 66% подручја припада теренима од равног до умерено рашчлањеног. ТПИ класификација показује 18,28% непогодног терена који се односе на локалне и секундарне гребене те планинске врхове. Према кривудавости путева ово подручје сврстава у јако кривудава терене вредности 58,62%.

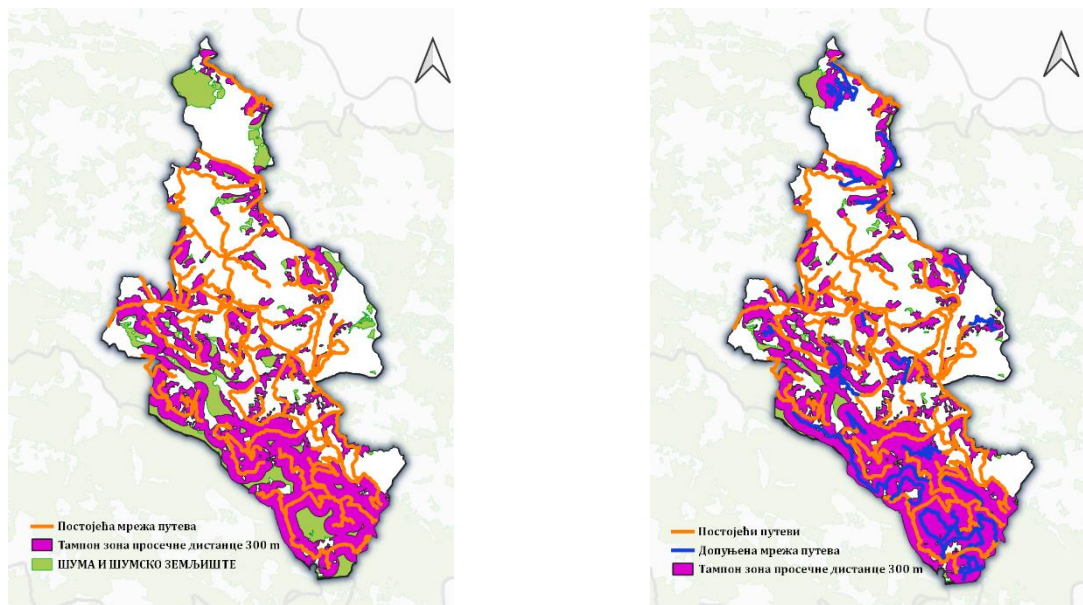
У погледу отворености и просторног распореда шумских камионских путева у овом ШПП, садашња апсолутна отвореност износи 12,37 m/ha, а са јавним путевима ова отвореност износи 14,43 m/ha.



Карта 21. Рељефни и ЗД поглед ШПП Милићко

На карти 21 је приказан рељеф и тродимензионални приказ ШПП Милићко. На слици 3Д поглед се види подручје са јако израженим рељефним формама.

У погледу апсолутне и релативне отворености ово ШПП спада у ред слабо отворених подручја.



Апсолутна и релативна постојећа отвореност

Апсолутна и релативна будућа отвореност

Карта 22. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопројектованим путевима у ШПП Милићко

Дужина новопројектованих путева износиће 96,36 km, што ће одговарати релативној отворености од 91,5% у односу на постојећу која износи 79,3%. Остатак површина до 100% релативне отворености представљају површине које се планинском врху Удрч са шумама неподесним за газдовање, за које треба одабрати друга шумска транспортна средства.

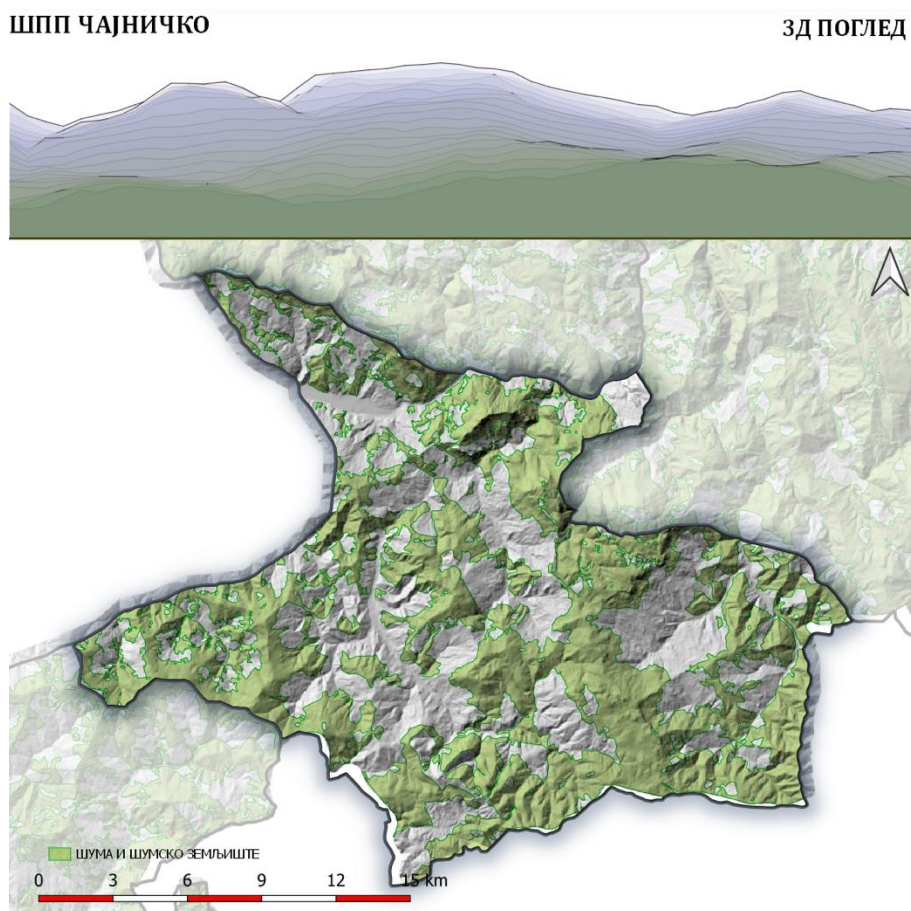
Релативна отвореност је увећана за 12,2%, док је апсолутна отвореност мреже шумских камионских путева увећана за 58,1% где ће будућа апсолутна отвореност износити 19,56 m/ha или 21,02 m/ha са јавним путевима.

Постојећа средња транспортна дистанца износи 701,20 m, док са новим путевима ова транспортна дистанца ће бити умањена и износиће 352,51 m (карта 22).

6.2.4. НЕПОГОДНИ ТЕРЕНИ

6.2.4.1. ШПП Чајничко – ЧАЈНИЧЕ

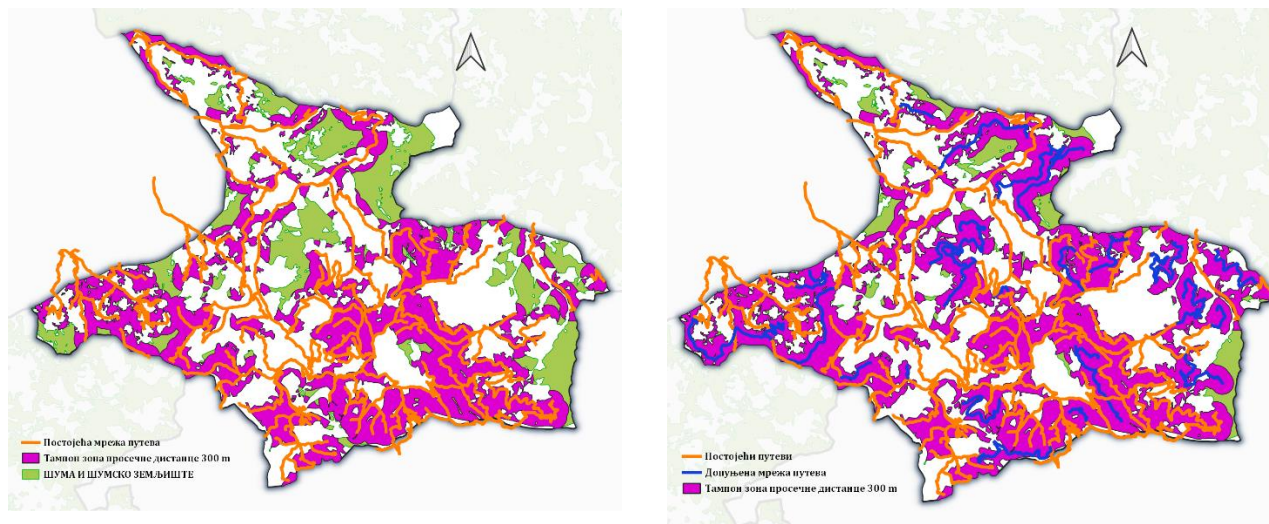
ШПП „Чајничко“ се налази у југоисточном делу Републике Српске. Према висинској класификацији припада нископланинском подручју надморске висине између 500 – 1000 m са просечном надморском висином од 970 m. Према класификацији нагиба терена и процентуалног учешћа нагиба терена од 0-40% површине, ова категорија нагиба заузима 52,81% што ово ШПП сврстава у једно од 5 ШПП са непогодним теренима за изградњу шумских камионских путева. Хидрографска мрежа је релативно слабо изражена са 2,97 m/ha сталних водотока и 7,71 m/ha повремених водених токова. У погледу експозиције терена доминантне су јужне експозиције које заједно имају учешће од 57,06%, док северне експозиције, заузимају 42,94%. Највеће учешће од свих има североисточна и северозападна експозиција од 25,43%. Према ТРИ класификацији 51% подручја припада теренима од равног до умерено рашчлањеног. Изразито рашчлањени терени имају учешће од 38%. ТПИ класификација показује 19,89% непогодног терена који се односе на локалне и секундарне гребене те планинске врхове. Према кривудавости путева ово подручје сврстава у јако кривудава терене вредности 60,91%. У погледу отворености и просторног распореда шумских камионских путева у овом ШПП, садашња апсолутна отвореност износи 11,55 m/ha, а са јавним путевима ова отвореност износи 16,47 m/ha.



Карта 23. Рељефни и ЗД поглед ШПП Чајничко

На карти 23 је приказан рељеф и тродимензионални приказ ШПП Чажничко. На слици 3Д поглед се види подручје са јако израженим рељефним формама.

У погледу апсолутне и релативне отворености ово ШПП спада у ред слабо отворених подручја.



Апсолутна и релативна постојећа отвореност

Апсолутна и релативна будућа отвореност

Карта 24. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопројектованим путевима у ШПП Чажничко

Дужина новопројектованих путева износиће 128,02 km, што ће одговарати релативној отворености од 91,7% у односу на постојећу која износи 71,3%. Остатак површина до 100% релативне отворености престављају површине у сливу реке Радојна, за које треба одабрати друга шумска транспортна средства.

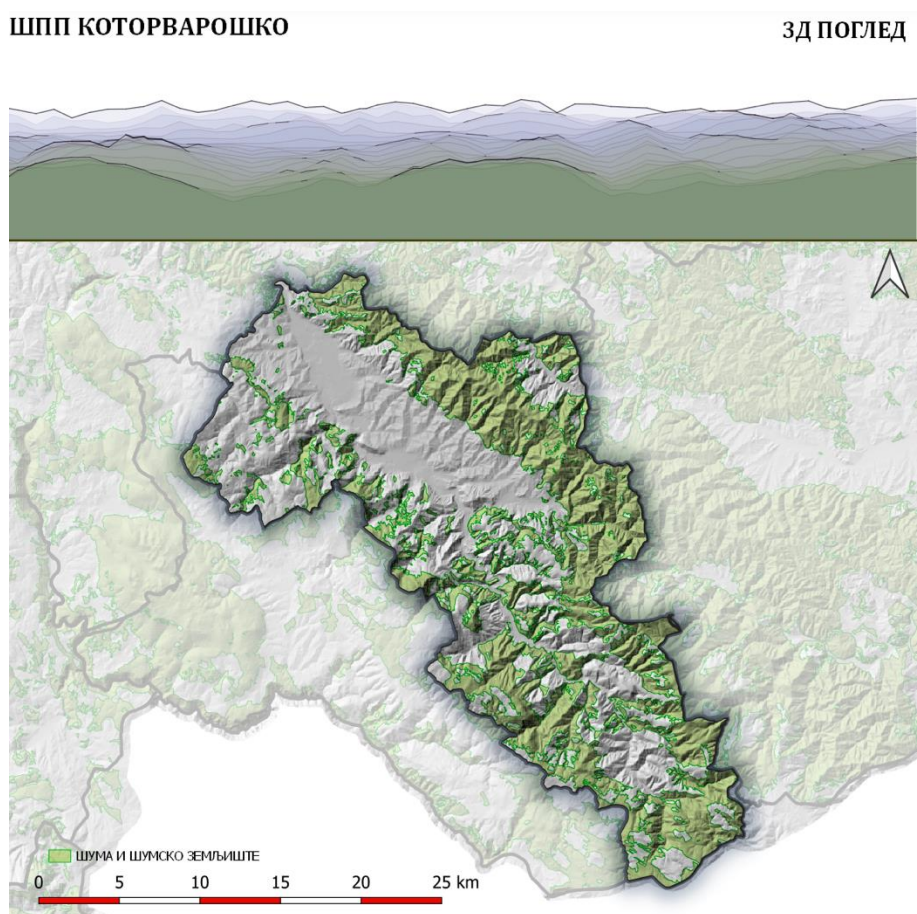
Релативна отвореност је увећана за 20,4%, док је апсолутна отвореност мреже шумских камионских путева увећана за 78,3%, где ће будућа апсолутна отвореност износити 20,59 m/ha или 23,01 m/ha са јавним путевима.

Постојећа средња транспортна дистанца износи 702,36 m, док са новим путевима ова транспортна дистанца ће бити умањена и износиће 334,92 m (карта 24).

6.2.4.2. ШПП Которварошко – КОТОР ВАРОШ

ШПП „Которварошко“ се налази у југозападном делу Републике Српске. Према висинској класификацији припада нископланинском подручју надморске висине између 500 – 1000 m са просечном надморском висином од 784 m. Према класификацији нагиба терена и процентуалног учешћа нагиба терена од 0 - 40% површине, ова категорија нагиба заузима свега 36,03% што ово ШПП сврстава у једно од 5 ШПП са непогодним теренима за изградњу шумских камионских путева. Хидрографска мрежа је јако изражена са 8,04 m/ha сталних водотока и 14,41 m/ha повремених водених токова. У погледу експозиције терена доминантне су јужне експозиције које заједно имају учешће од 56,93%, док северне експозиције, заузимају 43,07%. Највеће учешће од свих има североисточна и северозападна експозиција од 27,64%. Према ТРИ класификацији 55% подручја припада теренима од равнoг до умерено рашчлањеног. Изразито рашчлањени терени имају учешће од 32%. ТПИ класификација показује 25,71% непогодног терена који се односе на локалне и секундарне гребене те планинске врхове. Према кривудавости путева ово подручје сврстава у кривудавае терене вредности 72,16%.

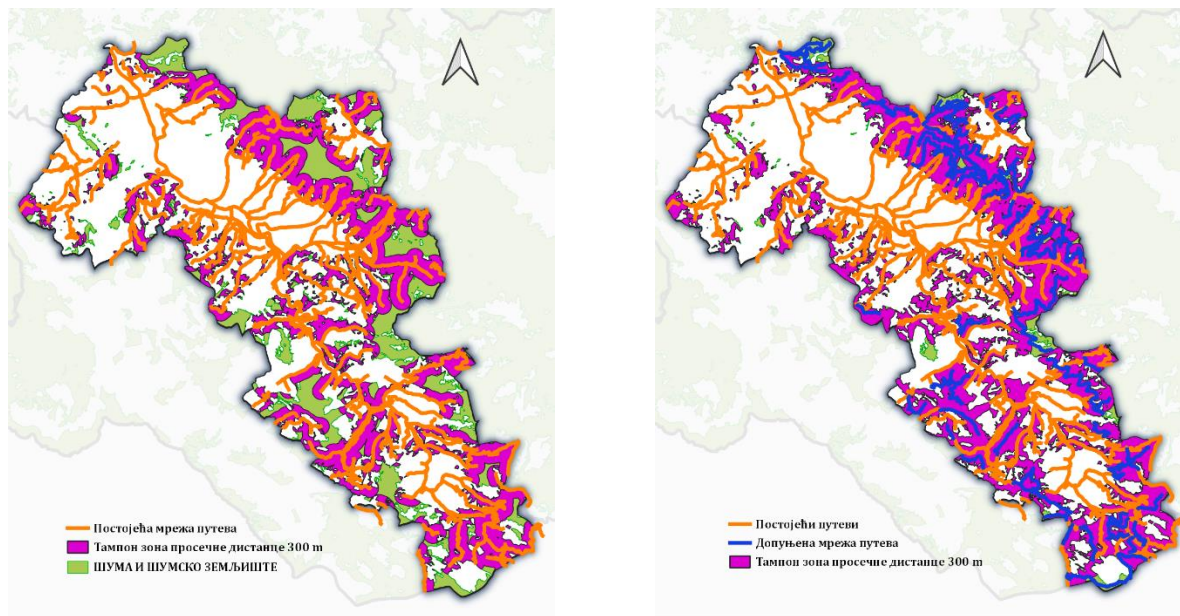
У погледу отворености и просторног распореда шумских камионских путева у овом ШПП, садашња апсолутна отвореност износи 11,47 m/ha, а са јавним путевима ова отвореност износи 12,75 m/ha.



Карта 25. Релјефни и ЗД поглед ШПП Которварошко

На карти 25 је приказан рељеф и тродимензионални приказ ШПП Чајничко. На слици 3Д поглед се види подручје са јако израженим рељефним формама.

У погледу апсолутне и релативне отворености ово ШПП спада у ред слабо отворених подручја.



Апсолутна и релативна постојећа отвореност

Апсолутна и релативна будућа отвореност

Карта 26. Апсолутна и релативна отвореност, без и са новопројектованим путевима у ШПП Которварошко

Дужина новопројектованих путева износиће 236,62 km, што ће одговарати релативној отворености од 93,4% у односу на постојећу која износи 70,9%. Остатак површина до 100% релативне отворености представљају површине које су расуте у виду крпа или острва, за које треба одабрати друга шумска транспортна средства.

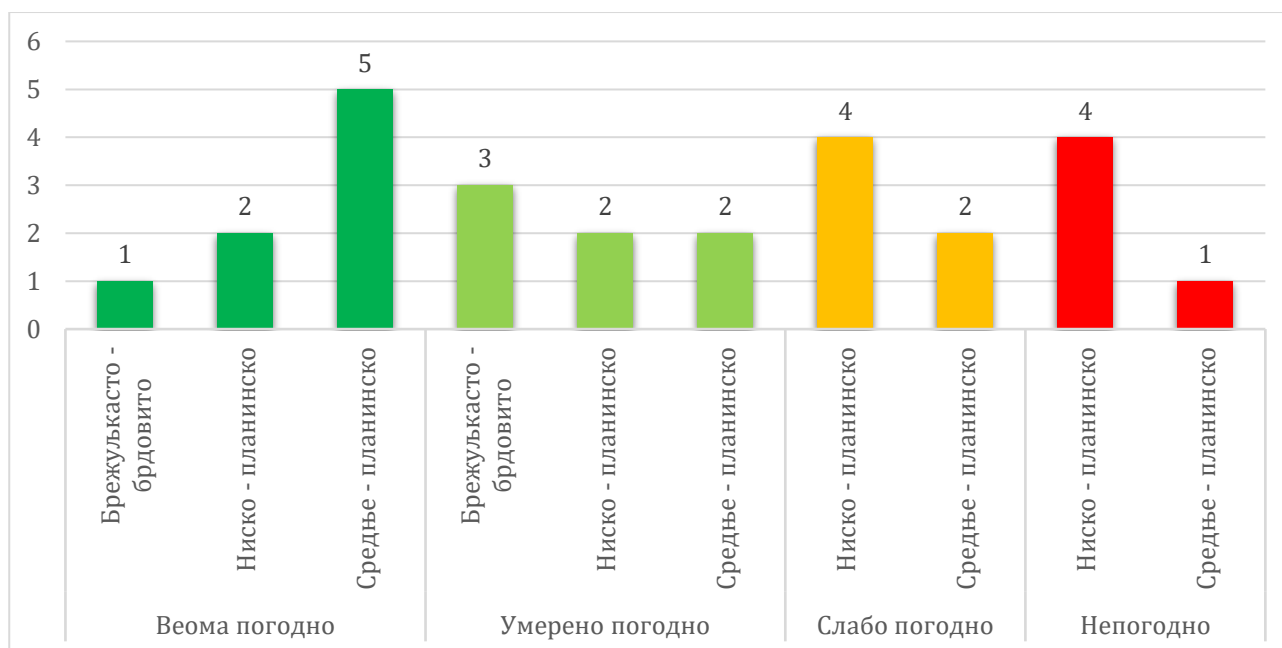
Релативна отвореност је увећана за 22,5%, док је апсолутна отвореност мреже шумских камионских путева увећана за 86,0%, где ће будућа апсолутна отвореност износити 21,33 m/ha или 25,81 m/ha са јавним путевима.

Постојећа средња транспортна дистанца износи 712,40 m, док са новим путевима ова транспортна дистанца ће бити умањена и износиће 401,94 m (карта 26).

Резултатима истраживања и поређењем досадашње класификације терена према надморских висина, добијени су резултати који су приказани у графикану 12 и 13.



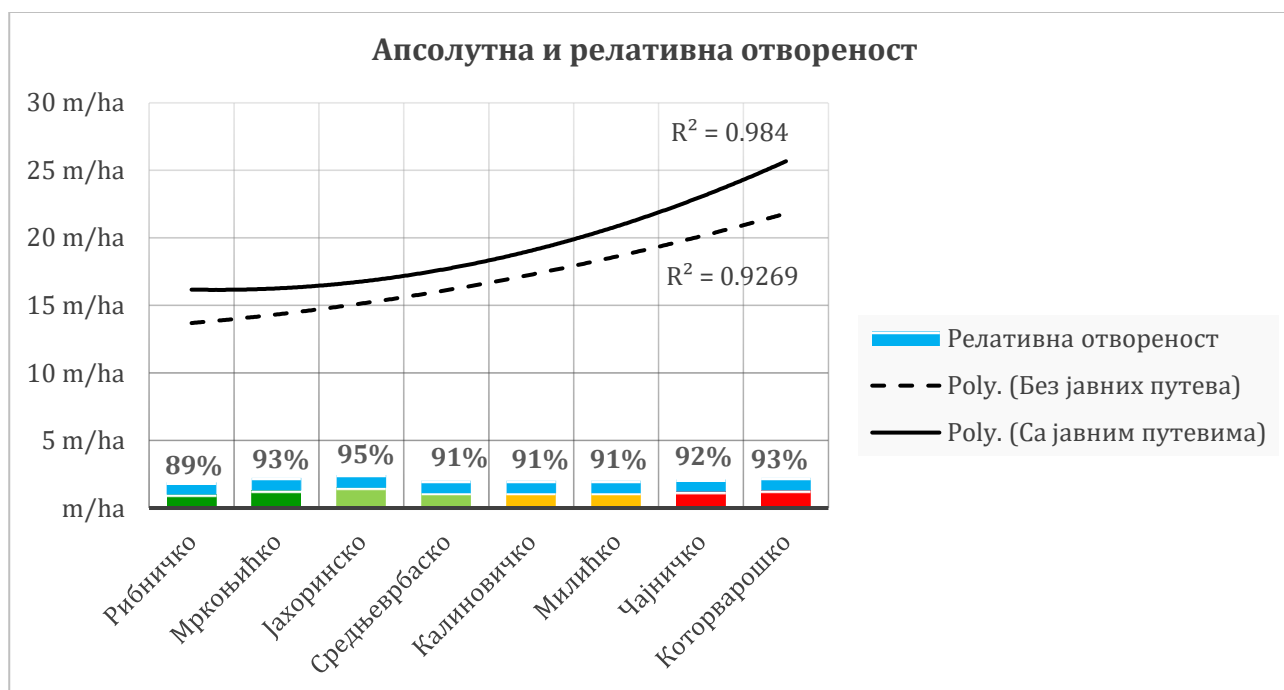
Графикон 12. Број ШПП према надморским висинама у односу на погодност терена за изградњу ШКП



Графикон 13. Број ШПП према погодности за изградњу ШКП у односу на класификацију ШПП према надморским висинама

На графикану 12 и 13 су приказане различитости и разноврсност добијених података евалуације терена у односу на класификацију према надморским висинама.

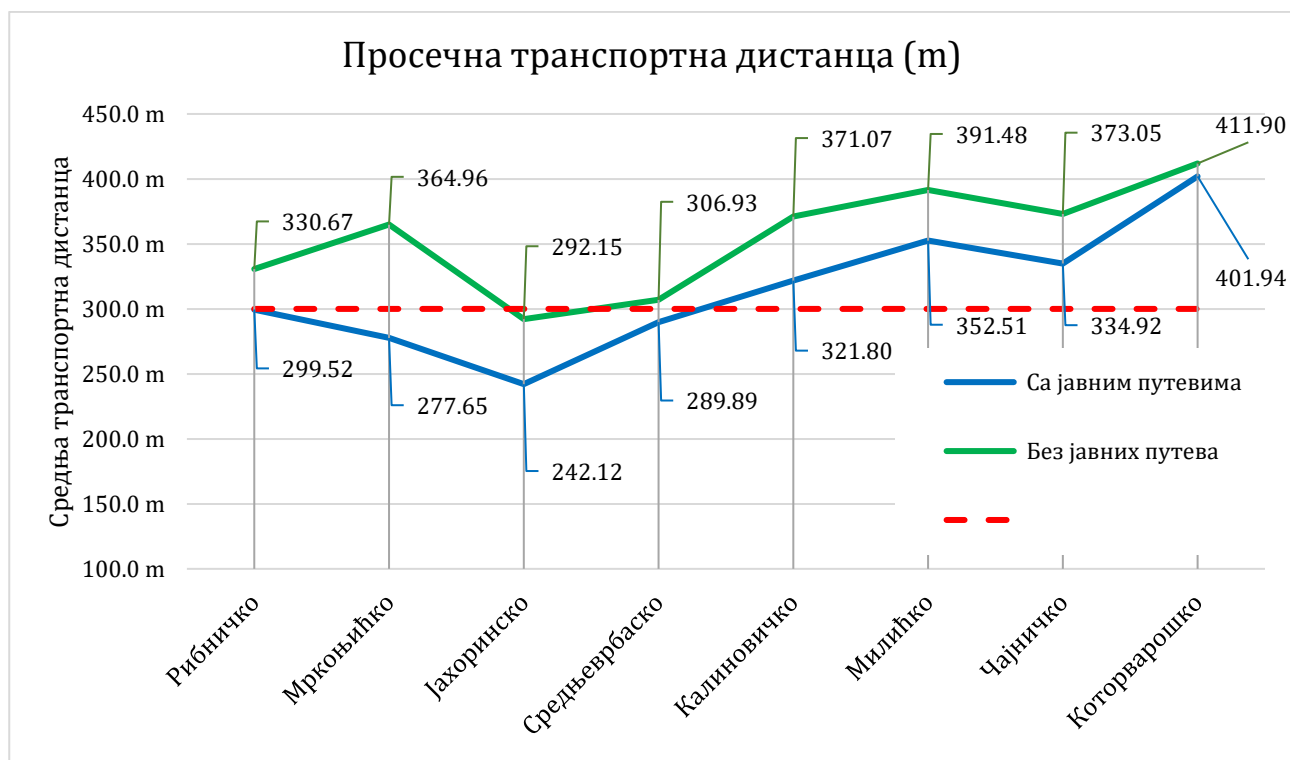
Резултати анализе апсолутне и релативне отворености приказани су на графикону 14 као изравнате вредности апсолутне отворености путева за одабрана ШПП. Анализа је обухватила и јавне путеве.



Графикон 14. Оптимална густина мреже путева према задатом критеријуму и погодности терена за изградњу ШКП у изабраним ШПП

У погледу апсолутне и релативне отворености на графикону 14 су приказане изравнате вредности апсолутне отворености путева за одабрана ШПП. Анализа је обухватила и јавне путеве. Ако јавне путеве посматрамо просторно, као шумске камионске путеве, у том случају конкретно подручје је попуњено путевима до оптимума. Ово је важно када отварамо потпуно неотворено подручје. На графикону 14 читавамо вредности са пуне линије док испрекидана линија представља вредности за минималну апсолутну отвореност шумских камионских путева за конкретан простор. Отвореност шума се креће од 13,43 (m/ha) у ШПП Мркоњићко до 21,33 (m/ha) у ШПП Которварошком када говоримо о отворености простора само шумским камионским путевима без јавних путева. Када укључимо и јавне путеве онда се ове вредности крећу од 15,89 (m/ha) у ШПП Рибничко до 25,80 (m/ha) у ШПП Которварошко.

Резултат анализе просечне транспортне дистанце отворености шумских комплекса су у директној вези са просечном транспортном дистанцом. На основу добијених података на графикону 16 су приказане просечне транспортне дистанце по одабраним ШПП.



Графикон 15. Просечне транспортне дистанце по одабраним ШПП

Без обзира на нову количину путева која је предвиђена за изградњу, види се да поједина ШПП са сложенијом конфигурацијом терена, и даље имају већу средњу транспортну дистанцу него што је то била жеља да се добије. Поред сложености рељефа на отвореност шума и средњу транспортну дистанцу, такође утиче и компактност ШПП.

Највећу вредност средње транспортне дистанце од 411,90 m има ШПП Которварошко, делом због непотпуне релативне отворености до 100% и неприступачних терена, делом због некомпактног простора са доста неповезаних површина у комплексе шума, има већу средњу транспортну дистанцу. Када узмемо у обзир и јавне путеве онда средња транспортна дистанца за ово подручје износи 401,94 m.

6.2.5. Цена коштања изградње путева и разлика међу категоријама

Табела 33. Упоредни приказ количине путева у зависности од услова терена

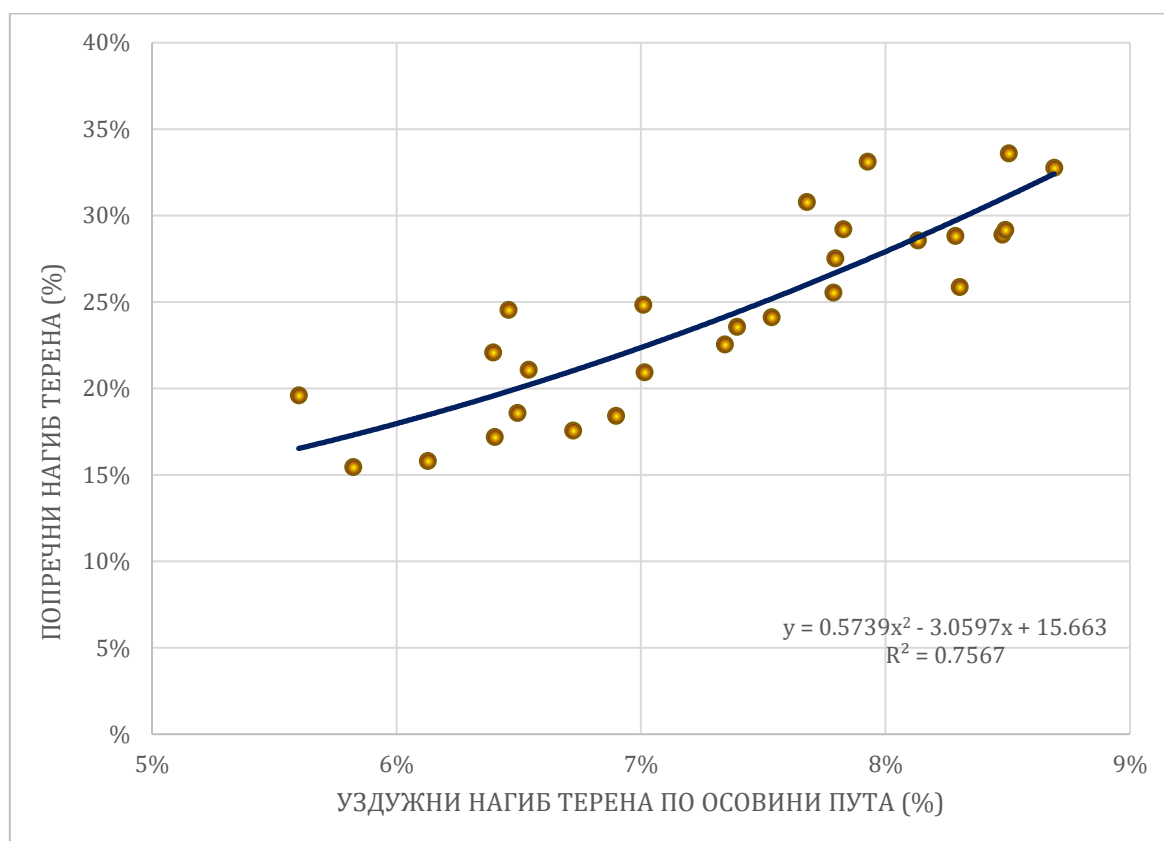
	Дужина km	Вредност KM	Вредност €
Погодна	-	-	-
	Умерено погодна	52.27	3,322,003.40
Умерено погодна	-	-	-
	Слабо погодна	83.14	5,283,644.16
Слабо погодна	-	-	-
	Непогодна	143.52	9,121,241.03

Када поредимо разлику у количини нових путева по коначној класификацији терена добије се да је разлика у густини мреже шумских камионских путева између категорије "веома погодна" и "умерено погодна" 1,74 m/ha; разлика у категоријама "умерено погодна" и "слабо погодна" 2,77 m/ha и разлика у категоријама "слабо погодна" и "непогодна" 4,78 m/ha. Просечна површина ШПП-а у Републици Српској је око 30.000 ha. Када се ове вредности преведу на просечну површину ШПП добију се и разлике у укупној дужини путева за изградњу међу категоријама. Мрежа шумских камионских путева код "умерено погодне" категорије у односу на "погодну" је дужа за 53,37 km где је потребно издвојити 3.322.003,40 KM (1.698.365,75€) додатних новчаних средстава само по основу конфигурације терена. Код категорија "слабо погодна" у односу на "умерено погодну" треба изградити мрежу путева дужу за 83,14 km или 5.283.644,16 KM (2.701.249,57€), а "непогодну" у односу на "слабо погодну" за 143,52 km или 9,121,241.03 KM (4,663,211.16 €). Разлика у дужини путева између погодних и непогодних терена је у изградњи додатних 278,91 km чија би вредност износила 17.725.327,30 KM или 9,062.028,30€. Просечна цена изградње шумских камионских путева у Републици Српској износи 63,552.14 KM или 32,490.87€ (Dražić et al., 2020).

Табела 34. Зависност просечног уздужног нагиба пута у односу на просечни попречни нагиб терена

Р.бр.	ШПП	УЗДУЖНИ НАГИБ ПУТА (%)	ПОПРЕЧНИ НАГИБ ТЕРЕНА(%)
1	Петровачко	5.60	19.62
2	Ханпјесачко	5.82	15.47
3	Посавско	6.13	15.81
4	Источнодрварско	6.39	22.10
5	Романијско	6.40	17.20
6	Рибничко	6.46	24.56
7	Доњеврбаско	6.49	18.59
8	Невесињско - гатачко	6.54	21.09
9	Добојско - дервентско	6.90	18.43
10	Мркоњићко	7.01	24.85
11	Козарачко	7.01	20.94
12	Чемерничко	7.34	22.55
13	Рогатичко	7.39	23.57
14	Јахоринско	7.53	24.12
15	Чајничко	7.68	30.79
16	Мајевичко	7.79	25.56
17	Средњеврбаско	7.79	27.54
18	Усорско - укринско	7.83	29.23
19	Которварошко	7.93	33.13
20	Калиновичко	8.13	28.58
21	Милићко	8.28	28.84
22	Власеничко	8.30	25.86
23	Доњедринско	8.48	28.91
24	Трновско	8.49	29.18
25	Вишеградско	8.50	33.62
26	Горњедринско	8.69	32.79

Вредности у табели 34 и графикану 16 јасно показују утицај сложености рељефних облика по ШПП на изградњу шумских камионских путева. На тежим теренима уздужни нагиб путева је већи. Приликом пројектовања путева једно од правила је доћи до конкретне тачке у простору што краћим путем. Из тог разлога путеви на стрмијим теренима се пројектују са већим уздужним нагибом како би се избегао већи број серпентина и смањено трошак изградње.



Графикон 16. Зависност уздужног нагиба пута и попречног нагиба терена по ШПП

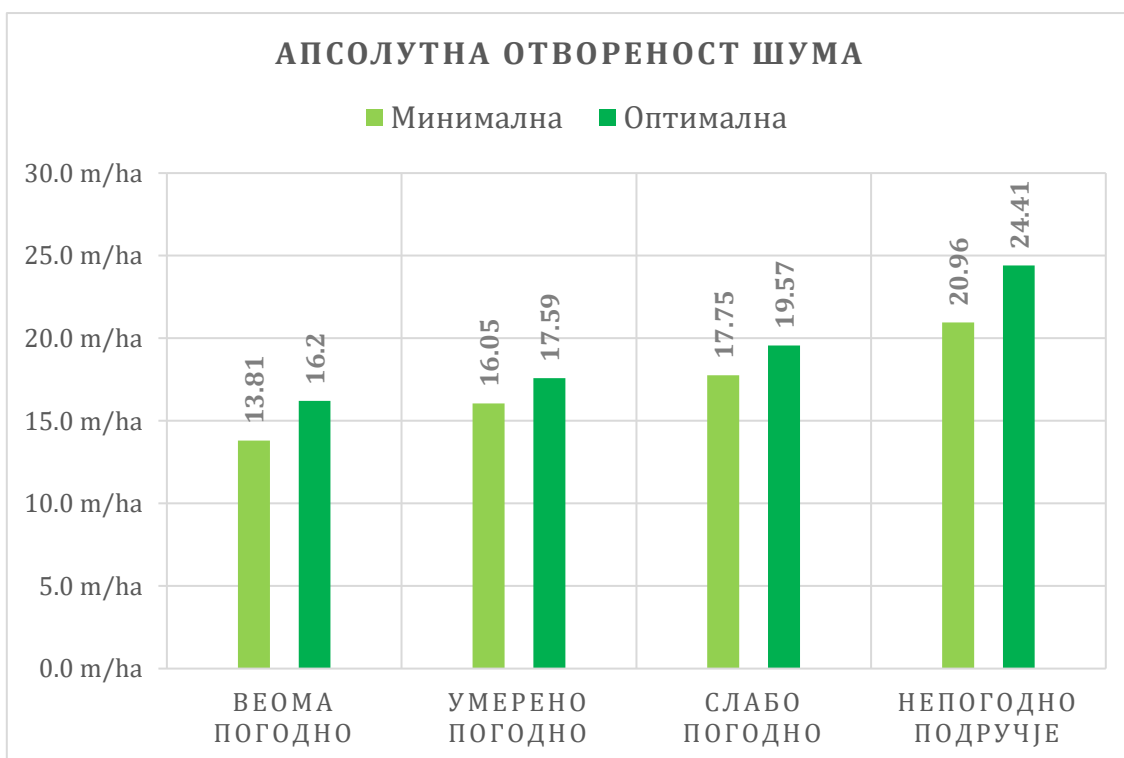
И у овом случају јасно се види која ШПП имају погоднију конфигурацију терена, као што су ШПП Петровачко и ШПП Ханпјесачко, као и врло тешку и непогодну конфигурацију терена у ШПП Которварошко, ШПП Горњедринско и ШПП Вишеградско.

6.2.6. Минимална и оптимална отвореност према морфометријској класификацији терена

Морфометријском анализом добијена је следећа класификација подручја према погодности изградње и оптимизације шумских камионских путева, са минималном и оптималном апсолутно мотворености шума и шумског земљишта, мрежом шумских камионских путева на:

1. Веома погодна подручја,
(минимална отвореност 13,81 m/ha; оптимална отвореност 16,20 m/ha)

2. Умерено погодна подручја,
(минимална отвореност 16,05 m/ha; оптимална отвореност 17,59 m/ha)
3. Слабо погодна подручја,
(минимална отвореност 17,75 m/ha; оптимална отвореност 19,57 m/ha)
4. Непогодна подручја
(минимална отвореност 20,96 m/ha; оптимална отвореност 24,41 m/ha)



Графикон 17. Минимална и оптимална отвореност према морфометријској класификацији терена

Резултати у графикону 17 показују тренд раста дужине примарне мреже шумских путева у зависности од погодност терена за изградњу примарне мреже шумских путева. Са сложенијим формама рељефа густина мреже примарних шумских путева расте што је очекивано али према тренд линији види се да тај раст није линеаран.

7. ДИСКУСИЈА

Убрзани развој савремене цивилизације обележен научним достигнућима, наметнуо је потребу за регионалном диференцијацијом подручја првенствено у циљу равномернијег и рационалнијег коришћења простора (Lepirica, 2009).

Подручје Босне и Херцеговине саставни је део геоморфологије Динарида. Динарски планински морфосистем представља подцелину западног дела алпско - хималајског планинског појаса. На формирање динарског орогена утицали су комплексни тектогенетски процеси за време новије фазе алпске орогенезе. Динариди су били изложени полифазно компресијском стресу услед потиска Јадранске микроплоче генерално усмерених у правцу севера. То се одразило развојем компресијских наборних структура тектонском миграцијом широких динарских појасева, од североистока ка југозападу и активношћу раседа различите кинематике. Рељефну структуру Босне и Херцеговине изражавају: планински масиви и гребени са предгорским степеницама, горња узвишења и побрђа, крашка поља, долине, увале и котлине (Lepirica, 2012).

Површина Босне и Херцеговине износи 51.129 km². Територијално учешће Ентитета Република Српска је 49% ове површине. Оваквом територијалном поделом Република Српска је задржала рељефну различитост од равница у Лијевче пољу и Семберији, висоравни планине Романија до планинских врхова Маглића и Вучева.

Оваква различитост рељефа утиче на многе сфере живота и гране привреде, укључујући и шумарство. Многе научне области у оквиру шумарства су повезане и у директној су корелацији са морфометријским карактеристикама у конкретном подручју. Морфометрија заузима све значајније место у разним областима шумарства. Геоморфометрија је интердисциплинарно поље које се развило из математике, проучавања Земље и у последње време информатике (Pike et al., 2009).

Да би се извршила квалитетна морфометријска анализа коришћен је дигитални модел терена високе резолуције пиксела 20x20 m. Као утицајне факторе за оцену рељефа одабрано је седам параметара на основу којих је извршена анализа.

Нагиб терена представља један од најважнијих морфометријских параметара који имају утицај на просторни распоред и укупну дужину путева. Анализирана површина је разврстана у три групе карактеристичних нагиба терена по погодности за изградњу путева и развој примарне мреже шумских путева (табела 13). Прва категорија је благо нагнут терен бочног нагиба 0 – 40% који се сматра веома погодним за изградњу шумских камионских путева. На оваквим теренима могуће је вршити компензацију земљаних маса из ископа у насип. На тај начин ископани материјал се не мора додатно одвозити и депоновати на одређеним локацијама који поскупљује изградњу пута. На оваквим теренима не постоји бојазан од клизишта и одрона. Категорија знатно нагнут терен, од 40 – 70% нагиба терена представља мање погодан терен за изградњу јер се јављају већи грађевински радови који поскупљују изградњу путева. Материјал из ископа у грађевинским категоријама земљишта од II – V, се теже може депоновати у насип, јер на нагибима преко 40% насип постаје нестабилан, због чега се морају израђивати степенице које ће стабилизovati труп пута али ће и поскупити саму изградњу. На овим нагибима путеви се углавном раде у усеку. Трећа категорија нагиба веома нагнут терен,

нагиба преко 70%, није препоручљив, али није и неизводљив. Овакви терени најчешће имају плитко земљиште и стеновиту подлогу. Радови на ископу трасе су врло скупи, али се део материјала, уколико задовољава квалитет, може искористити за уградњу у тампонски слој што у значајној мери појефтиније изградњу пута (Dražić et al., 2020), за разлику од набавке материјала на регистрованим мајданима који су и неколико десетина километара удаљени од трасе. Код већих нагиба терена преко 60%, врло често је потребно радити потпорне или обложне зидове који поскупљују изградњу пута у зависности од грађевинске категорије земљишта. Ово не мора бити правило, јер велике бочне нагибе терена најчешће прати и виша грађевинска категорија земљишта од V-VII, чија механичко – физичка својства обезбеђују стабилност шарпи усека, те изградња потпорних и обложних зидова често није потребна (Dražić, et al., 2019).

Како би се извршило оцењивање ШПП према погодности терена у погледу нагиба, посматрана је категорија од 0 - 40% и 40 - 70% на тај начин да су ШПП поређана од највеће заступљености површина нагиба од 0 - 40% према опадајућем низу учешћа > 80%; 70 - 80 %; 60 - 70%; 50 - 60%; и < 50%, док је категорија од 40 - 70% сложена у растућем низу. На овај начин извршена је оцена ШПП од 1 - 5. На основу класификације у табели 14 приказана је оцена најбоље и најслабије ранжираних ШПП-а. ШПП Петровачко, ШПП Источнодрварско, ШПП Ханпјесачко, ШПП Романијско и ШПП Рибничко спадају у ред ШПП са најблажим теренима и учествују са 14% укупне анализиране површине. Најстрмије терене имају ШПП Вишеградско и ШПП Которварошко и учествују са 6% укупне површине. У зависности од врсте истраживања различит је значај нагиба терена. Поред нагиба терена значајан утицај имају Топографски позициони индекс (ТПИ) и Вертикална рашчлањеност (ТРИ) који нагибе терена издвајају у карактеристичне форме рељефа.

Вертикална рашчлањеност (ТРИ) је параметар који представља други важан утицајни фактор за изградњу и развој примарне мреже шумских путева. (ТРИ) показује простор кроз који мрежа путева може или не може да се развија у уздужном смислу, у виду великих висинских разлика на малом простору што резултује пројектовање серпентина на путевима и продужавање мреже путева. (ТРИ) се може посматрати као појам површинске горовитости. Под појмом површинске горовитости (Jurík, 1984) подразумева рашчлањеност (чланковитост) терена и одређује коефицијент рашчлањености терена. Према Ričman, (1994), на нашим просторима овај коефицијент се није одређивао нити постоје какви писани трагови како би се поређење могло извести. У зависности од врсте проблематике која се планира истраживати раличита је и класификација (ТРИ). Riley et al., (1999) изворно разврстава терен на седам класа, док су неки аутори своја подручја истраживања класификовали на четири класе: таласаст терен, умерено рашчлањен терен, рашчлањен и веома рашчлањен. Mukherjee et al., (2013) прави компарацију дигиталних модела терена различите резолуције и односа нагиба терена и топографског индекса са вертикалном рашчлањености. У свом раду употреба ДМТ за побољшање планирања сече стабала (Ђука et al., 2015) анализирани простор, по узору на (Mukherjee et al., 2013), разврстава на четири класе рашчлањености.

С обзиром да се у овом раду анализирано 26 ШПП, као засебних целина, сваки од ШПП је класификован на: равно, скоро равно, слабо рашчлањено, умерено рашчлањено, изражено рашчлањено, јако рашчлањено и изразито јако рашчлањено. Ова класификације је послужила како би се ШПП могла оценити и ранжирати према погодности терена. У најбоље оцењена ШПП спадају: ШПП Ханпјесачко, ШПП Посавско,

ШПП Романијско, ШПП Добојско - дервентско, ШПП Источнодрварско и ШПП Козарачко која заузимају 23%, док ШПП Вишеградско, ШПП Чајничко, ШПП Горњедринско и ШПП Которварошко спадају у најслабије оцењена подручја која заузимају 14% укупне површине.

Топографски позициони индекс (ТПИ) разврстава простор према формама рељефа на: планинске врхове и гребене; секундарне гребене; локалне гребене; падине на узвишењима; отворене падине; заравни; конкавне форме (U форме); горњи токови, бразде и потоци; плитке долине и кањони, дубоко усечени водотоци. Као и ТРИ и ТПИ је у јакој вези са класификацијом нагиба терена. Многе студије су спроведене како би се мапирала варијабилност природних ресурса и класификовали облици рељефа у сврху процене погодности рељефа (Zawawi et al., 2014). Међу првима Dikau, (1989) приказује приступ идентификацији висоравни, долина и гребена. (Drăguț, Blaschke, 2006) класификује форме рељефа у девет класа на основу закривљености равни и профила терена.

Развијање мреже путева у свим правцима и странама света је веома важно. Оваквом класификацијом рељефа се јасно диференцирају површине које ограничавају развијање мреже путева. Према ТПИ класификацији најбоље оцењена ШПП су: ШПП Ханпјесачко, ШПП Источнодрварско, ШПП Рибничко. ШПП Петровачко, ШПП Романијско, ШПП Мркоњићко и ШПП Невесињско – гатачко које имају учешће од 26% укупне површине док су најслабије оцењена ШПП: ШПП Чајничко, ШПП Горњедринско, ШПП Доњедринско, ШПП Которварошко, ШПП Усорско - укринско и ШПП Вишеградско које заузимају 25% анализираних површина.

Хидрографија има значајан и дугорочан утицај на процес формирања и промену рељефних облика. На тај начин већа количина водених токова по појединим ШПП је показала и разноврсније форме рељефа које су имале директан утицај на дужину мреже шумских камионских путева. Учешће сталних водотока по ШПП се креће од 0,0 m/ha у ШПП Источнодрварском до 10,81 m/ha у ШПП Мајевичком. ШПП Источнодрварско подручје према коначној морфометријској евалуацији је оцењено као веома погодно подручје, док ШПП Мајевичко припада умерено погодним теренима. Када се сталним водотоцима додају и повремени водотоци онда се те вредности крећу од 0,76 m/ha у ШПП Источнодрварском до 35,48 m/ha у ШПП Посавско. Оба ШПП припадају теренима веома погодним за градњу. Иако водотоци имају значајан утицај на формирање рељефних облика овде се показало да то није случај, јер ова ШПП имају форме терена које по другим параметрима не утичу значајно на развој мреже шумских камионских путева. Повремени водотоци имају веће учешће у укупној дужини водотока који пролазе кроз шуму у односу на сталне, али немају превелики утицај на густину мреже шумских камионских путева. Густина водотока утиче на финансијски ефекат изградње шумских камионских путева у смислу изградње објеката на путу као што су монтажно бетонски цевисти пропусти, плочасти пропусти и мостова мањег распона.

Кривудаост путева представља додатну оцену закривљености и купираности терена. Овај параметар представља испруженост постојеће мреже камионских путева у односу на праволинијску односно теоријску мрежу путева. Вредности су исказане у процентима и крећу се од 58,62% у ШПП Милићком до 77,37% у ШПП Добојско-дербентско. ШПП Милићко припада слабо погодним, а ШПП Добојско - дервентско умерено погодним теренима за изградњу шумских камионских путева.

Надморска висина пре свега има већи значај за анализу вертикалне зоналности биљних заједница од значаја за изградњу и густину мреже шумских камионских путева. На вишим надморским висинама температура ваздуха зими је доста нижа, а период са хладним данима је дужи у односу на просторе са нижом надморском висином. Путеви су изложени смрзавању и бржем пропадању што у одређеној мери поскупљује одржавање путева на овим просторима. Свега три ШПП је добило највише оцене: ШПП Добојско - дервентско, ШПП Козарачко и ШПП Посавско са учешћем од 14% укупне површине, док се чак десет ШПП налазе на релативно непогодним површинама за изградњу путева са учешћем од 38% од укупне површине.

Учешће **експозиције терена** по ШПП је приказано у табели 15. Иако само учешће експонираности површина према странама света није било довољно за оцену, формирана је табела 16 у којој су груписане категорије према погодности за изградњу. У категорију погодних експозиција за изградњу путева придружене су осунчане експозиције: јужне, источна и западна док су у непогодне придружене северне експозиције. У табели 17 дата је и коначна оцена ШПП према експозицији терена. Експозиција, сем осунчаности путева, нема већи значај и утицај на изградњу, просторни распоред и густину мреже шумских камионских путева. Експозиција има далеко већи значај у погледу просторне оријентације и положаја биљних заједница према странама света, док у погледу шумских камионских путева има врло мали значај.

На основу резултата морфометријске евалуације, издвојена су подручја према погодности за изградњу шумских камионских путева. Издвојено је 8 ШПП са веома погодним условима терена за градњу и развој мреже шумских камионских путева, 7 ШПП припада умерено погодним, 6 слабо погодним и 5 ШПП непогодним теренима за изградњу мреже путева. Најбоље оцене добиле су ШПП на висоравнима где се издвајају ШПП Источнодрварско, ШПП Петровачко, ШПП Ханпјесачко и ШПП Романијско, док су ослабије оцене добиле ШПП Горњедринско, ШПП Которварошко и Чајничко. Према учешћу површина по појединим категоријама погодности терена, категорија веома погодно учествује са 30,30%; умерено погодна са 26,44%; слабо погодна са 20,85%; и непогодна са 22,41% површине шума и шумског земљишта у Републици Српској за изградњу шумских камионских путева.

Мали број аутора се бавио истраживањем проблематике у области морфометрије терена и њене примене у шумској путној инфраструктури. Више или мање успешно су обрадили поједине наведене факторе, који утичу на изградњу шумских путева. На просторни распоред и квалитет шумских путева свакако утичу ови основни фактори: 1. морфологија микрорељефа (терена), 2. геолошки односи, 3. климатски односи, 4. стање састојина и бонитет шумског земљишта (Рiсман, 1994). Као утицајне факторе код рељефа спомињу се: разгранатост, нагиб и смер водених токова, облик гравитационог подручја, што битно утиче на техничка решења и газдовање шумским путевима, те на њихову употребљивост.

На основу већег броја критеријума који немају једнак утицај и важност, коришћена је АХП метода за формирање тежинских коефицијената на основу којих се креира карта погодности. У укупним односима утицајних фактора у односу на осталих шест параметара нагиб има водећи значај са 27,17%; вертикална рашчлањеност (ТРИ) је у блиској вези са нагибом који износи 25,84%; Топографски Позициони Индекс (ТПИ) са 20,89%; кривудаваост путева (КРИ) 11,09%; хидрографија (ХИД) 9,54%; док

хипсометрија (ХИП) 2,80% и експозиција терена (ЕП) 2,68%, имају најмањи утицај у погледу оцене рељефа.

У шумама високе заштитне вредности, НП „Фрушка Гора“, Stojnić, (2019) наводи да нагиб терена има највећи значај за градњу шумских путева 21,6%, затим хидролошка мрежа 21,1%, геолошка подлога 19,5% и тип земљишта 15,1%. Samani, Hosseiny, (2010) у провинцији Гуилан у северном Ирану, такође ставља на прво место нагиб терена са 21,2% затим хидрографију 21,1%, геолошку подлогу 19,5%, тип земљишта 15,1% док остали фактори имају знатно мање учешће. На простору Ulu Jelai FR, Peninsular Malaysia, Norizah, Mohd Kasmadi, (2012) оцењује четири фактора у погледу експлоатације шума где нагиб учествује са 55,8%. Abdi et al., (2009) наводи важним: нагиб терена, земљиште, геолошку подлогу, експозицију терена, надморску висину и запремину ШДС, док Çalişkan et al., (2018) као критеријуме додатно користе, ерозију и водотоке.

Када се анализира однос уздужног нагиба нивелете пута и попречног нагиба терена у табели 34 приказана су ШПП у растућем низу. И по овом односу издвајају се ШПП са погодним условима за изградњу и развој мреже шумских камионских путева класификована у табели 29. Ту се пре свега издвајају ШПП Петровачко, ШПП Ханпјесачко, ШПП Посавско, ШПП Источнодрварско, ШПП Романијско, ШПП Рибничко, ШПП Доњеврбаско и ШПП Невесињско – гатачко са просечним уздужним нагибом нивелете пута од 6,2% и попречним нагибом терена од 19,3%, док су ШПП класификована као непогодна за изградњу имала просечну вредност уздужног нагиба нивелете пута 8,2% а попречног нагиба терена 31,8%. Може се рећи да се повећањем бочног нагиба терена повећава и уздужни нагиб нивелете пута, односно сложенијом конфигурацијом терена путеви се настоје скратити и смањити трошкови изградње где нужно због скраћења и недовољно простора за развијање трасе пута, долази до повећања уздужног нагиба нивелете пута.

У графикону 13 је приказан је број ШПП према погодности терена за изградњу ШКП где је приметна шароликост и непоузданост ове врсте класификације ШПП-а. Брежуљкасто - брдовито подручје се састоји од веома погодних и умерено погодних терена, док су у ниско - планинском и средње - планинском подручју заступљене све категорије погодности терена. Графикон 14 приказује однос погодности терена са рељефном класификацијом према надморским висинама. Код слабо погодних и непогодних терена заступљено је ниско - планинско и средње - планинско подручје, док је код категорије веома погодно и умерено погодно заступљене три категорије. Учешће површина према табели 1 у категорији низије, надморске висине испод 200 m, износи 2% док у категорији високо планинско, надморске висине преко 2000 m, износи 0,1% од укупне анализираних површине.

Отвореност шума и шумског земљишта посматрамо кроз апсолутну и релативну отвореност. Šikić et al., (1989) предлаже минималну отвореност шума у низијском подручју 7 m/ha, у пригорско – брдском подручју 12 m/ha, а у планинском подручју 15 m/ha док Pentek et al., (2006) наводи да би циљана отвореност требала да буде за низијска 18 m/ha, у пригорско – брдском подручју 25 m/ha, а у планинском подручју 30 m/ha. Према Đuka et al., (2016) циљана отвореност требала да буде за низијска 15 m/ha, у пригорско – брдском подручју 20 m/ha а у планинском подручју 25 m/ha. Tičević, (1989) констатује да равничарске шуме захтевају најмању оптималну отвореност густине шумских путева 10,10 m/ha, за шумска подручја затворених сливова треба да имају

оптималну густину 10,73 m/ha, шуме на падинама 16,36 m/ha, шуме подбрђа 13,52 m/ha, а шуме на висоравни 15,18 m/ha.

Резултати истраживања у овом раду показују вредности оптималне отворености према категоријама погодности за изградњу и оптималну мрежу за: погодне терене треба да износи 16,2 m/ha, умерено погодне 17,59 m/ha, слабо погодне 19,57 m/ha и непогодне 24,41 m/ha.

У погледу отворености шума и шумског земљишта на погодним теренима у ШПП Рибничко се апсолутна отвореност увећала за 36,6%, са 10,39 m/ha на 14,19 m/ha, док се релативна отвореност увећала за 13%, са 76,3% на 89,3%. ШПП Мркоњићко ће сада имати увећану апсолутну отвореност за 89,9%, са 7,07 m/ha на 13,43 m/ha, док се релативна отвореност увећала за 28,3%, са постојећих 64,4% на 92,6%. На умерено погодним теренима у ШПП Јахоринско апсолутна отвореност је увећана за 65,2%, са 9,35 m/ha на 15,95 m/ha, а релативна за 21,9%, са 73,2% на 95,2%. ШПП Средњеврбаско ће имати увећану апсолутну отвореност за 48,3%, са 11,22 m/ha на 16,64 m/ha, док је релативна увећана за 21,0%, са 70,4% на 91,4%. На слабо погодним теренима ШПП Калиновичко ће имати увећану апсолутну отвореност за 136,1%, са 6,06 m/ha на 15,95 m/ha док је релативна отвореност увећана за 37,4%, са садашњих 53,9% на 91,4%. У ШПП Милићко апсолутна отвореност је увећана за 58,1%, са 12,37 m/ha на 19,56 m/ha, док је релативна отвореност увећана за 12,2%, са 79,3% на 91,5%. На непогодним теренима ШПП Чајничко ће имати увећану апсолутну отвореност за 78,3%, са 11,55 m/ha на 20,59 m/ha, док ће релативна отвореност бити увећана за 20,4%, са 71,3% на 91,7%. У ШПП Которварошко апсолутна отвореност је увећана за 86,0% m/ha, са 11,47 на 21,33 m/ha док је релативна отвореност увећана за 22,5%, са 70,9% на 93,4%. Према скали отворености (Јурић, 1984) релативну отвореност сврстава у 5 категорија: недовољна отвореност испод 65%, слабо задовољавајућа отвореност 65 до 70%, задовољавајућа отвореност 70 до 75%, врло задовољавајућа отвореност 75 до 80% и изванредно задовољавајућа отвореност преко 80%. Анализирана ШПП са новом релативном отворености се могу класификовати у изванредно задовољавајућу отвореност. Pentek et al., (2005) релативну отвореност класирају на: отвореност испод 55% - недовољна, од 55 до 65% - слаба, од 65 до 75% - добра, од 75 до 85% - врло добра и преко 85% - одлична. И према овој скали нова релативна отвореност ШПП се класификује у одлично отворена подручја. Занимљиво је да ни једно подручје није било могуће отворити до 100% релативне отворености. Свако од ШПП на свом простору има између 5 и 11% површина које нису погодне за полагање мреже шумских камионских путева.

Стандардизација вредности по сваком критеријуму је важан корак јер се овим путем атрибути по сваком критеријуму, било да су нумерички или дескриптивни, стандардизују, односно своде на упоредиве вредности. Стандардизацију података најчешће спроводи доносилац одлуке на основу емпиријских или литературних сазнања. У овим истраживањима за стандардизацију је примењена оцена од 1 до 5, с тим да веће вредности подразумевају и бољу погодност за градњу примарне мреже шумских путева.

После детаљне морфометријске анализе и издвајања ШПП према категорији погодности, приступило се издвајању карактеристичних ШПП по свакој категорији терена у циљу допуњавања постојеће примарне мреже путева. Имајући у виду величину простора за анализу издвојен је подскуп карактеристичних представника ШПП по свакој

од наведених категорија погодности терена. У ових 8 ШПП допуњавана је путна мрежа у неотвореном простору, по принципу дозвољених уздужних нагиба пута и бочних нагиба терена према правилнику о пројектовању шумских камионских путева.

У категорију веома погодних терена одабрана су ШПП Рибничко и ШПП Мркоњићко; у категорију умерено погодних терена ШПП Јахоринско и ШПП Средњеврбаско; у слабо погодне терене ШПП Калиновичко и ШПП, Милићко док су у категорију непогодних терена одабрана ШПП Чајничко и ШПП Которварошко.

Добијени резултати отворености су приказани са и без јавних путева што омогућава шумарском стручњаку двосмерно да сагледа ситуацију конкретног простора, било да се ради о делимично отвореном или потпуно неотвореном подручју. На тај начин његова анализа се може посматрати и са једног и са другог аспекта, односно уколико анализира неотворен простор може се приближавати вредностима отворености који укључују јавне путеве, а у другом случају без јавних путева и попуњавати простор колико то допушта терен.

Највећи проблем представљају некомпактност и разуђеност ШПП-а, а са друге стране постоје простори које и по нагибу терена и вертикалној рашчлањености показују екстремне форме терена на којима је врло тешко градити путеве. У оваквим случајевима изградња путева често није финансијски оправдана и на том простору треба одабрати друга транспортна средства.

Конкретнији показатељ отворености шума код густине мреже шумских путева је просечна транспортна дистанца и равномеран распоред путева. Полагањем коначне мреже путева по ШПП анализирана је просечна транспортна дистанца са јавним и без јавних путева. Просечна дистанца са јавним путевима на нивоу Републике Српске износи 315 m што је приближна вредност коју је требало добити у пројектном задатку овог рада. Просечна транспортна дистанца када се посматрају само шумски камионски путеви износи 355 m. На погодним теренима постигнута је средња транспортна дистанца која просечно износи 288,58 m, на умерено погодним теренима 270,51 m, на слабо погодним 337,15 m и на непогодним теренима 368,43 m са јавним путевима док без јавних путева просечна транспортна дистанца на погодним теренима износи 347,82 m, на умерено погодним теренима 299,54 m, на слабо погодним 381,27 m и на непогодним теренима 392,47 m. Đuka et al., (2016) приказује вредности циљане геометријске транспортне дистанце за низијска подручја 330 m, за брдска подручја 250 m и планинска подручја 200 m. У овом раду вредност геометријске средње транспортне дистанце је приказана Еуклидовом дистанцом без примењених коефицијената продужења дистанци за поједина подручја тако да би ове вредности биле веће.

Прорачун релативне отворености готово увек прати и прорачун коефицијента ефикасности мреже шумских путева, који показује колико је путна мрежа ефикасна, а биће ефикаснија уколико сваки шумски пут отвара неку другу површину под шумом. По правилу, што је мрежа путева у газдинској јединици гушћа, биће и мањи коефицијент њене ефикасности, јер ситуација да више путева отварају неки део површине газдинске јединице је незаобилазна нужност (Stojnić, 2019).

Према Закону о Јавним путевима (Sl. glasnik Republike Srpske, 2013), привлачење шумских дрвних сортимената није дозвољено на јавне путеве. У изузетним случајевима на посебним локацијама, шумски камионски путеви могу почињати са јавних путева, али али је у том случају нужна сагласност министарства за грађевинарство и праве засебни

пројекти прикључка некатегорисаног пута на јавни пут. Некатегорисани пут се мора прилагодити карактеристикама коловозне конструкције пута на који се врши прикључак.

За израду карте погодности интегрисан је географски информациони систем за решавање проблема просторног вишекритеријумског одлучивања. Читав процес је веома комплексан и одвија се у више корака: прикупљање података, стандардизација вредности, израда карата погодности по сваком критеријуму, одређивање релативних тежина критеријума, отежавање карата погодности, преклапање карата, стандардизација крајњих вредности и израда коначне карте погодности. АХП анализа дала је одраз реалног стања проучаваног простора, а интеграција ГИС-а са АХП моделом комбиновала је методологију за подршку одлучивању, која је омогућила креирање карте погодности вишенаменског (мултикритеријумског) коришћења простора.

Отвореност шума према новој класификацији треба да износи за:

- Веома погодне терене,
(минимална отвореност 13,81 m/ha; оптимална отвореност 16,20 m/ha)
- Умерено погодне терене,
(минимална отвореност 16,05 m/ha; оптимална отвореност 17,59 m/ha)
- Слабо погодне терене,
(минимална отвореност 17,75 m/ha; оптимална отвореност 19,57 m/ha)
- Непогодне терене,
(минимална отвореност 20,96 m/ha; оптимална отвореност 24,41 m/ha)

Водећи рачуна о густини и равномерном просторном распореду нових шумских камионских путева на простору Републике Српске, добијена је класификација која се не може поредити са досадашњим резултатима аутора о густини путева потребних до постизања оптимума. Нова методологија разврстава рељеф на потпуно нови начин, па је из тог разлога добијена другачија класификација. Добијене вредности отворености шума и шумског земљишта према категоријама терена показују да се путеви не могу полагати у бесконачност. У овом случају ако се задовољи конфигурација терена, просторни распоред путева и средња транспортна дистанца од 300 m су вредности које конкретан терен и простор допушта.

Уколико се уврсте други фактори важни за отварање шума, у том случају треба имати на уму ефикасност мреже шумских камионских путева и штету коју гушћа мрежа путева дугорочно прави. Гушћа мрежа путева подразумева и трајно уклањање продуктивног слоја земљишта врло важног за узгој, коришћење и заштиту шумских ресурса. ЈПШ "Шуме Републике Српске" поседују FSC сертификат. Циљ програма FSC је да се промовише еколошки одговорно, друштвено корисно и економски одрживо газдовање шумама у свету на начин да се установе опште познати стандарди који ће се признавати и поштовати кроз принципе одрживог газдовања шумама.

8. ЗАКЉУЧЦИ

Морфометријски приступ примењен у овом раду укључио је коришћење различитих ГИС метода за прецизно рачунање нумеричких параметара рељефа истраживаног подручја. Циљ оваквог приступа је егзактнија интерпретација морфометријских параметара рељефа као индикатора погодности терена за изградњу и густину мреже шумских камионских путева на истраживаном подручју.

Хипотетичка питања и одговори:

- Доказано је да класификација терена према скупу морфометријских карактеристика има већи значај него класификација терена само према надморским висинама, чиме је ова хипотеза потврђена.
- Оптимална густина мреже шумских камионских путева на планинском подручју је двоструко већа него у низијском подручју. Ову хипотезу је било тешко доказати, јер се оваква класификација терена овом методологијом није могла потврдити, пошто је добијена потпуно другачија класификација рељефа. Класификација у хипотези подразумева да су низијска подручја са погодним теренима а планинска подручја са непогодним теренима. Оно што се може констатовати јесте да је густина мреже шумских камионских путева на непогодним теренима у односу на веома погодне терене за 1,5 пута већа према новој класификацији, а не двоструко већа као што је наведено у хипотези.
- Нагиб терена представља најважнији параметар за густину мреже шумских камионских путева али не и једини, чиме је ова хипотеза потврђена.
- Висинска разлика кота терена на дужини од 1 km пута је добар показатељ оцене конфигурације терена. Јасно је показано који су проблеми приликом овакве класификације конфигурације терена, чиме ова хипотеза није потврђена.
- Применом морфометријске анализе у области шумарства, ГИС анализом и вишекритеријумским одлучивањем могуће је израдити применљиве моделе за доношење одлука приликом одређивања простора погодног за изградњу мреже шумских камионских путева, чиме је ова хипотеза потврђена.

Значај вредновања рељефних целина је врло битан јер има утицај на коначну дужину, густину и облик мреже шумских камионских путева. Оптимизацију мреже шумских путева незаобилазно треба да прати и оцена морфометрије терена. Ако економске и социолошке критеријуме, у погледу густине мреже шумских камионских путева, посматрамо као жељу и нешто што треба да задовољимо, онда рељефне карактеристике треба да посматрамо као реалност, нешто што је у нашем животном веку скоро непроменљиво. С обзиром на ову чињеницу, путеви се уз жељу морају прилагодити и реалним могућностима које рељеф отвореног простора дозвољава.

Најутицајнији фактор у морфометријској анализи чини нагиб терена. Поред нагиба терена резултати евалуације терена показују и друге параметре важне за изградњу шумских путева терена. У први план долази класификација са Топографским Позиционим Индексом ТПИ и Вертикалном Рашчлањеношћу терена ТРИ. Рачунарском технологијом, коришћењем дигиталних модела терена сада је много лакше анализирати велике просторе, а различите форме рељефа класификовати у компактније целине ради

оцењивања. Приметна је разлика у вредностима отворености шума и шумског земљишта од аутора до аутора. Сваки од аутора имао је различите утицајне факторе али је приметно да у то време нису имали јасно квантификоване морфометријске параметре, које садашња технологија омогућава. Иако је била жеља да се релативном отвореношћу ШПП отвори до 100% простора, то није било могуће. На око 8% површина није било могуће пројектовати мрежу путева, углавном због јако израженог терена, разуђености простора у виду острва и финансијске неоправданости изградње путева на том простору.

Резултати ових истраживања могу да послуже свима који су заинтересовани за проучавање погодности морфометријских услова из области шумског грађевинарства, шумско – узгојних радова, потенцијалних клизишта и ерозије земљишта, коришћења шума, издвајање еколошко – вегетационих појасева, хидрологије, пољопривреде и рекреативног туризма. Сам рад не треба везати за конкретни простор, већ као методолошки поступак анализе било ког простора за шумарске потребе при изради карата погодности. Главни допринос ове докторске тезе је идентификација утицаја морфометријских карактеристика за изградњу мреже шумских камионских путева, хијерархијске структуре АХП у геопросторном окружењу.

Коришћењем ДМТ-а пружа се могућност за неограниченим бројем комбиновања различитих вредности морфометријских карактеристика ради анализе и синтезне оцене за различите намене, при чему се добијају прецизни подаци у кратком року.

Идентификација утицаја је урађена рачунањем тежинских коефицијената и успостављањем хијерархије помоћу АХП анализе, која се показала врло ефикасном и оправданом у процесу одлучивања и доношења коначне одлуке.

Брзи раст геоморфометрије упоредо са ГИС рачунарском технологијом и резолуцијом дигиталних модела терена, и њихове тачности, ће наставити еволуцију која ће отворити нове проналаске. Нови и бољи подаци о терену, попут глобалних ДМТ-ова високе резолуције који долазе из беспилотних летелица и сателитских мисија, стимулисаће свеже примене и повећати број локација на којима се може користити морфометрија. Нови, напредни софтвери који снимају сложеније атрибуте терена побољшаће њихову моћ у корелацији између топографског облика и других географских појава.

Када се рељеф Републике Српске посматра као целина и његова различитост по појединим ШПП, у овом раду је био велики изазов задовољити неколико параметара као што су просторни распоред шумских камионских путева и средња транспортна дистанца која треба да буде приближно 300 метара.

Примена ГИС технологије у комбинацији са методама вишекритеријумског одлучивања представља савремени тренд који не може да замени доносиоце одлука, али им пружа помоћ како би донели најбољу могућу одлуку. Резултати ових истраживања показују да је применом просторних анализа и вишекритеријумског одлучивања могуће креирати моделе за доношење одлука, не само када је у питању планирање развоја мреже шумских путева, већ и шире у свим другим секторима шумарства, како за потребе планирања и пројектовања тако и за потребе избора најбољег решења.

Методологија морфометријске евалуације и метода варијанти пројектовања путева, примењена у раду, дала је одговоре на постављена питања и довела до поузданих резултата који се подудару са реалном ситуацијом на терену. Неке мањкавости

методологије, у погледу додељивања оцена у поступку вредновања и утицаја субјективности, могу се сматрати минорним, јер нису битно утицале на крајњи резултат рада, с обзиром да је АХП метод, као доминантно квантитативан модел, умањило субјективизам.

Анализа терена и Географски информациони системи (ГИС) се све више користе за различите сврхе у геонаукама. Подаци о дигиталним моделима терена брзо постају доступни у вишој просторној резолуцији, што је корисно за најразличитије сврхе. Такође, служи као увод у потенцијал дигиталног модела терена као креативни и дизајнерски алат за квантитативну анализу терена. Дигитални модел терена је врло једноставан алат за превођење пејзажа у математички облик, интеграцијом и употребом услужних програма Географског информационог система. Из свега овога се може видети да је овај рад показао важност презентације дигиталног модела терена и морфометрије, дисциплине која се интензивно може укључити у различите анализе, као и оптимизацију примарне мреже шумских путева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abdi, E., Majnounian, B., Darvishsefat, A., Mashayekhi, Z., Sessions, J. (2009). A GIS-MCE based model for forest road planning. *Journal of Forest Science*, 55(4), 171–176. <https://doi.org/10.17221/52/2008-jfs>
2. Aćimovski, R. (1997). *Šumska transportna sredstva* (Knjiga 1.). Univerzitet u Beogradu.
3. Ahmad, I., Dar, M. A. (2018). Evaluation of morphometric parameters using geographic information system coupled with digital elevation model: A case study from Gumara watershed, Ethiopia. *Environmental Quality Management*, 28(2), 155–162. <https://doi.org/10.1002/tqem.21577>
4. Aricak, B., Acar, H. H. (2004). The evaluation of Environmental effects in forest road construction. *Науковий Вісник НЛТУ України*, 14(3), 234–238.
5. Bertović, S. (1999). Reljef i njegova prostorna raščlamba. *CXXIII*, 11(12), 543–563.
6. Bognar, A. (1992). Inženjerskogeomorfološko kartiranje Andrija Bognar. *Acta Geographica Croatica* 27, 173-185.
7. Borisov, M. (2015). Vizuelizacija 3d modela geopodataka i njihova primjena. *Republički Geodetski Zavod, Beograd*, 29–45.
8. Borisov, M., Banković, R., Drobnjak, S. (2011). Evaluacija morfometrijskih karakteristika zemljišta pri izradi karte tenkoprohodnosti. *Vojnotehnički Glasnik*, 59(1), 62–80.
9. Çalışkan, E., Bediroglu, Ş., Yildirim, V. (2018). DETERMINATION FOREST ROAD ROUTES VIA GIS-BASED SPATIAL MULTI-CRITERION DECISION METHODS. *APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH*, 17(1), 759–779. https://doi.org/10.15666/aeer/1701_759779
10. Carter, J. R. (1992). The effect of data precision on the calculation of slope and aspect using gridded DEMs. *Cartographica*, 29(1), 22–34. <https://doi.org/10.3138/AJ35-34H3-524K-0685>
11. Chabuk, A. J., Al-Ansari, N., Hussain, H. M., Knutsson, S., Pusch, R. (2017). GIS-based assessment of combined AHP and SAW methods for selecting suitable sites for landfill in Al-Musayiab Qadhaa, Babylon, Iraq. *Environmental Earth Sciences*, 76(5), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s12665-017-6524-x>
12. Chairat, S., Delleur, J. W. (1993). Effects of the topographic index distribution on predicted runoff using grass. *Journal of the American Water Resources Association*, 29(6), 1029–1034. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1993.tb03266.x>
13. Chang, K. T., Tsai, B. W. (1991). The effect of dem resolution on slope and aspect mapping. *Cartography and Geographic Information Systems*, 18(1), 69–77. <https://doi.org/10.1559/152304091783805626>
14. Čuković, D. (2018). Mogućnost primjene aerofotogrametrije pri uređajnoj (sastojinskoj) inventuri šuma u Republici Srpskoj. In *Doktorska disertacija* (pp. 6–34).
15. Cvetanović, A., Banić, B. (2007). *Kolovozne konstrukcije*. Akademski misao.
16. Danilović, M., Govedar, Z., Dražić, S. (2020). *Tehničko-tehnološka tipizacija terena u Republici Srpskoj za potrebe šumarstva*. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Banja Luka.
17. Danilović, M., Stojnić, D. (2014). Assessment of the state of a forest road network as a

- basis for making a program of forest management unit opening. *Glasnik Šumarskog Fakulteta*, 110, 59–71. <https://doi.org/10.2298/GSF1410059D>
18. De Reu, J., Bourgeois, J., Bats, M., Zwertvaegher, A., Gelorini, V., De Smedt, P., Chu, W., Antrop, M., De Maeyer, P., Finke, P., Van Meirvenne, M., Verniers, J., Crombé, P. (2013). Application of the topographic position index to heterogeneous landscapes. *Geomorphology*, 186, 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.12.015>
 19. De Roo, A. P. J., Hazelhoff, L., Burrough, P. A. (1989). Soil erosion modelling using 'answers' and geographical information systems. *Earth Surface Processes and Landforms*, 14(6), 517–532. <https://doi.org/10.1002/esp.3290140608>
 20. Devillers, R. (2011). *GIS - Based Multiple - Criteria Decision Analysis*. June. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2011.00431.x>
 21. Dikau, R. (1989). The application of a digital relief model to landform analysis in geomorphology. *Three Dimensional Applications in GIS*, 51–77. <https://doi.org/10.1201/9781003069454-5/APPLICATION-DIGITAL-RELIEF-MODEL-LANDFORM-ANALYSIS-GEOMORPHOLOGY-RICHARD-DIKAU>
 22. Dorren, L. K. A., Heuvelink, G. B. M. (2004). Effect of support size on the accuracy of a distributed rockfall model. *International Journal of Geographical Information Science*, 18(6), 595–609. <https://doi.org/10.1080/13658810410001703804>
 23. Doumit, J. (2017). Digital Terrain Analysis of Lebanon A Study of Geomorphometry . *A Study of Geomorphometry*. – Krasnodar, Kuban State University, 86.
 24. Drăguț, L., Blaschke, T. (2006). *Automated classification of landform elements using object-based image analysis*. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.04.013>
 25. Drăguț, L., Eisank, C. (2012). Automated object-based classification of topography from SRTM data. *Geomorphology*, 141–142, 21–33. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.12.001>
 26. Dražić, S., Danilović, M., Stojnić, D. (2019). Uticaj procene građevinske kategorije zemljišta na predračunsku cenu koštanja izgradnje šumskih kamionskih puteva. *Šumarstvo*, 3–4, 117–130. http://www.srpskosumarskoudruzenje.org.rs/pdf/sumarstvo/2019_3-4/sumarstvo2019_3-4_rad08.pdf
 27. Dražić, S., Danilović, M., Stojnić, D., Blagojević, V., Lučić, R. (2018). Openness of forests and forest land in the Bosnia and Herzegovina entity Republic of Srpska. *Šumarski List*, 142(3–4), 183–185.
 28. Dražić, S., Danilović, M., Stojnić, D., Lučić, R. (2020). Izgradnja šumskih kamionskih puteva u Republici Srpskoj : Obim radova i prosečne cene. *Glasnik Šumarskog Fakulteta*, 383, 9–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.2298/GSF2021009D>
 29. Dražić, S., Topić, D., Lučić, R., Kršić, D., Blagojević, V. (2019). *Strateški plan šumskih puteva u Republici Srpskoj* (pp. 10–105). Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Banja Luka.
 30. Đuka, A., Papa, I., Pentek, T., Poršinsky, T. (2016). *Elaborat učinkovitosti primarne šumske prometne infrastrukture alternativa studiji primarnog otvaranja šuma ili samo prijelazno rješenje?* *Šumarski list*, 9-10, 435–453.
 31. Đuka, A., Porsinsky, T., Vusic, D. (2015). DTM models to enhance planning of timber harvesting. *Glasnik Sumarskog Fakulteta Bulletin of the Faculty of Forestry, suppl.*, 35–44.

- <https://doi.org/10.2298/gsf15s1035d>
32. Eash, D. A. (1994). A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM PROCEDURE TO QUANTIFY DRAINAGE-BASIN CHARACTERISTICS. *Journal of the American Water Resources Association*, 30(1), 1–8. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1994.tb03267.x>
 33. Eker, M., Ada, N. (2011). Developing Criteria and Indicator Set for Quality Assessment of Forest Roads. *Formec*, 1–9.
 34. Evans, I. S. (1972). General geomorphometry, derivatives of altitude, and descriptive statistics. In R. J. Chorley (Ed.), *Spatial Analysis in Geomorphology* (pp. 17–90). Harper, Row.
 35. Ezzati, S., Najafi, A., Yaghini, M., Hashemi, A. A., Bettinger, P. (2015). An optimization model to solve skidding problem in steep slope terrain. *Journal of Forest Economics*, 21(4). <https://doi.org/10.1016/j.jfe.2015.10.001>
 36. Farr, T. G., Rosen, P. A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S., Kobrick, M., Paller, M., Rodriguez, E., Roth, L., Seal, D., Shaffer, S., Shimada, J., Umland, J., Werner, M., Oskin, M., Burbank, D., Alsdorf, D. (2007). The Shuttle Radar Topography Mission. *Reviews of Geophysics*, 45(2), RG2004. <https://doi.org/10.1029/2005RG000183>
 37. Fazlić, S. (1983). *Hipsometrijska raspodjela teritorija Bosne i Hercegovine – sa osvrtom na općinu Gračanica*. 33–37.
 38. Florinsky, I. V. (2017). An illustrated introduction to general geomorphometry. *Progress in Physical Geography*, 41(6), 723–752. <https://doi.org/10.1177/0309133317733667>
 39. Freitas, S., Teixeira, A., Metzger, J. (2009). Study of the relationship between roads, relief, land use, and natural vegetation in the Ibiuna Plateau - SP, focusing on landscape ecology. *Natureza & Conservação*, 7(2), 136.
 40. Gesch, D., Oimoen, M., Zhang, Z., Meyer, D., Danielson, J. (2012). Validation of the aster global digital elevation model version 2 over the conterminous united states. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXIX-B4, 281–286. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-xxxix-b4-281-2012>
 41. Ghaffariyan, M. R., Stampfer, K., Durston, T., Kuehmaier, M., Kanzian, C. H. (2010). Road network optimization using heuristic and linear programming. *Journal of Forest Science*, 2010(3), 137–145.
 42. Gigović, L. J. (2010). Digitalni modeli visina i njihova primena u vojnoj analizi terena. *Vojnotehnicki Glasnik*, 58(2), 165–178. <https://doi.org/10.5937/vojtehg1002165g>
 43. Godek I. (1949). Vodno građevinarstvo u šumarstvu. In *Mali šumarsko-tehnički priručnik*.
 44. Golijanin, J. (2015). Geokološka evaluacija prirodnih potencijala ravne planine i paljanske kotline u funkciji održivog razvoja. *Doktorska Disertacija, Beograd*.
 45. Golijanin, J., Operta, M., Temimović, E. (2016). KVANTITATIVNA GEOMORFOLOŠKA ANALIZA PROSTORA RAVNE PLANINE I PALJANSKE KOTLINE. *Acta Geographica Bosniae et Herzegovinae*, 5, 49–62.
 46. Gorini, M. A. V., Mota, G. L. A. (2016). Dealing with double vagueness in DEM morphometric analysis. *International Journal of Geographical Information Science*, 30(8), 1644–1666. <https://doi.org/10.1080/13658816.2016.1150484>
 47. Govers, G., Takken, I., Helming, K. (2000). Soil roughness and overland flow. In *Agronomie* (Vol. 20, Issue 2, pp. 131–146). EDP Sciences.

- <https://doi.org/10.1051/agro:2000114>
48. Gračanin M. (1946). *Pedologija I., geneza tala.*
 49. Gruber, S., Peckham, S. (2009). Land-surface parameters and objects in hydrology. In *Developments in Soil Science*. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)00007-X](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)00007-X)
 50. Gumus, S., Acar, H. H., Toksoy, D. (2008). Functional forest road network planning by consideration of environmental impact assessment for wood harvesting. *Environmental Monitoring and Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s10661-007-9912-y>
 51. Hayati, E., Majnounian, B., Abdi, E., Sessions, J., Makhdoum, M. (2013). An expert-based approach to forest road network planning by combining Delphi and spatial multi-criteria evaluation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(2), 1767–1776. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2666-1>
 52. Henningsson, M., Karlsson, J., Rönnqvist, M. (2007). Optimization models for forest road upgrade planning. *Journal of Mathematical Modelling and Algorithms*, 6(1), 3–23. <https://doi.org/10.1007/s10852-006-9047-0>
 53. Herath, G., Prato, T. (2006). *Using multi-criteria decision analysis in natural resource management*. Ashgate Pub.
 54. Hwang, C.-L., Yoon, K. (1981). *Methods for Multiple Attribute Decision Making* (pp. 58–191). https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3
 55. Iwahashi, J., Pike, R. J. (2007). Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature. *Geomorphology*, 86(3–4), 409–440. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.09.012>
 56. Jankowski, P. (1995). Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods. *International Journal of Geographical Information Systems*, 9(3), 251–273. <https://doi.org/10.1080/02693799508902036>
 57. Jasiewicz, J., Stepinski, T. F. (2013). *Geomorphons — a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms*. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.11.005>
 58. Jeličić, V. (1983). *Šumske ceste i putevi.*
 59. Jenks, G. F., Coulson, M. R. C. (1963). *Class intervals for statistical maps.*
 60. Jenness, J. (2006). Topographic Position Index (TPI). *ESRI*.
 61. Jenness, J. (2013). DEM Surface Tools. *Jenness Enterprises*, 1–95. http://www.jennessent.com/arcgis/surface_area.htm
 62. JPŠ, “Šume Republike Srpske.” (2017). *Katastar šuma i šumskog zemljišta.*
 63. Jurík, L. (1984). *a kolektiv*. Lesné cesty, Priroda, Bratislava, ČSSR.
 64. Keller, F. (1992). Automated mapping of mountain permafrost using the program PERMAKART within the geographical information system ARC/INFO. *Permafrost and Periglacial Processes*, 3(2), 133–138. <https://doi.org/10.1002/ppp.3430030210>
 65. Klein, V. (1968). Morfometrijska analiza horizontalne raščlanjenosti reljefa Medvednice. In *Hrvatski geografski glasnik: Vol. 30*. (Issue 1., pp. 79–86).
 66. Kostić, M., Gigović, L., Prodanović, G. (2014). *Evaluacija Morfometrijskih Karakteristika Terena Primenom Gis Tehnologije*. *January*, 811–815. <https://doi.org/10.15308/sinteza-2014-811-815>
 67. Krč, J., Beguš, J. (2013). Planning forest opening with forest roads. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 34(2), 217–228.

68. Krpan, A., Poršinsky, T. (2002). Proizvodnost harvesterata timberjack 1070 pri proredi kulture običnoga bora. *Šumarski List*, 11–12, 551–561. www.timberjack.com
69. Kulušić, B. (1990). Karakteristike šumskih terena kao indikatori izbora tehnologije privlačenja drveta. *Šumarski List Br.114*, 463–473.
70. Laschi, A., Neri, F., Montorselli, N. B., Marchi, E. (2016). A methodological approach exploiting modern techniques for forest road network planning. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 37(2), 319–331.
71. Lehner, B., Verdin, K., Jarvis, A. (2008). New Global Hydrography Derived From Spaceborne Elevation Data. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 89(10), 93. <https://doi.org/10.1029/2008EO100001>
72. Lepirica, A. (2009). Reljef geomorfoloških makroregija Bosne i Hercegovine. *Zbornik Radova PMF*, 6, 7–52.
73. Lepirica, A. (2012). Reljef Bosne i Hercegovine. *Zbornik DGTH*, 41, 1–17.
74. Lidmar-Bergström, K., Olovmo, M. (n.d.). *Plains, steps, hilly relief and valleys in northern Sweden – review, interpretations and implications for conclusions on Phanerozoic tectonics*.
75. Lozić, S. (1996). Nagibi padina kopnenog dijela Republike Hrvatske. *Acta Geographica Croatica*, 41–50.
76. MacMillan, R. A., Shary, P. A. (2009). Landforms and landform elements in geomorphometry. In *Developments in Soil Science*. Developments in Soil Science, Volume 33 © 2009 Elsevier B.V. ISSN 0166-2481, DOI: 10.1016/S0166-2481(08)00009-3. All rights reserved. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)00009-3](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)00009-3)
77. Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: A survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703–726. <https://doi.org/10.1080/13658810600661508>
78. Margreth, S., Funk, M. (1999). Hazard mapping for ice and combined snow/ice avalanches - two case studies from the Swiss and Italian Alps. *Cold Regions Science and Technology*, 30(1–3), 159–173. [https://doi.org/10.1016/S0165-232X\(99\)00027-0](https://doi.org/10.1016/S0165-232X(99)00027-0)
79. Matthew, A., Crawford, B. S. (2008). *An analysis of terrain roughness: generating a gis application for prescribed burning*. Texas Tech University.
80. McCullagh, M. J., Ross, C. G. (1980). Delaunay triangulation of a random data set for isarithmic mapping. *Cartographic Journal*, 17(2), 93–99. <https://doi.org/10.1179/caj.1980.17.2.93>
81. McKenna, D. G. (1987). THE INWARD SPIRAL METHOD: An Improved TIN Generation Technique and Data Structure for Land Planning Applications. *Proc. Auto-Carto*, 8, 670–679.
82. Melelli, L., Vergari, F., Liucci, L., Del Monte, M. (2017). Geomorphodiversity index: Quantifying the diversity of landforms and physical landscape. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.101>
83. Melik A. (1958). *Jugoslavija, zemljopisni pregled*.
84. Moore, I. D., Grayson, R. B., Ladson, A. R. (1991). Digital terrain modelling: A review of hydrological, geomorphological, and biological applications. *Hydrological Processes*, 5(1), 3–30. <https://doi.org/10.1002/hyp.3360050103>
85. Moreno, M., Levachkine, S., Torres, M., Quintero, R. (2003). LNCS 2905 -

- Geomorphometric Analysis of Raster Image Data to detect Terrain Ruggedness and Drainage Density. *LNCS*, 2905, 643–650.
86. Mukherjee, S., Mukherjee, S., Garg, R. D., Bhardwaj, A., Raju, P. L. N. (2013). Evaluation of topographic index in relation to terrain roughness and DEM grid spacing. *Journal of Earth System Science*, 122(3), 869–886. <https://doi.org/10.1007/s12040-013-0292-0>
 87. Nikolić, I. J. (2008). Jednokriterijumska i višekriterijumska optimizacija. In *Optimizacija - Višeciljno i višeatributivno odlučivanje*.
 88. Nikolić, S. (1993). *Iskorišćavanje šuma*. Šumarski fakultet Beograd, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
 89. Norizah, K., Mohd Kasmadi, I. (2012). Developing Priorities and Ranking for Suitable Forest Road Allocation using Analytic Hierarchy Process (AHP) in Peninsular Malaysia. In *Sains Malaysiana* (Vol. 41, Issue 10).
 90. Olaya, V., Conrad, O. (2009). Geomorphometry in SAGA. In *Developments in Soil Science*. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)00012-3](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)00012-3)
 91. Otto, J.-C., Prasicek, G., Blöthe, J., Schrott, L. (2018). GIS Applications in Geomorphology. In *Comprehensive Geographic Information Systems* (Issue December). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-409548-9.10029-6>
 92. Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K. (2015). A New European Slope Length and Steepness Factor (LS-Factor) for Modeling Soil Erosion by Water. *Geosciences*, 5(2). <https://doi.org/10.3390/geosciences5020117>
 93. Pellegrini, M., Grigolato, S., Cavalli, R. (2013). Spatial Multi-Criteria Decision Process to Define Maintenance Priorities of Forest Road Network: an Application in the Italian Alpine Region. *Crojfe*, 34, 31–41.
 94. Pentek, T., Nevečerel, H., Pičman, D., Poršinsky, T. (2006). *Forest road network in the Republic of Croatia – Status and perspectives*. March, 93–106. https://www.researchgate.net/publication/27196343_Forest_road_network_in_the_Republic_of_Croatia_-_Status_and_perspectives
 95. Pentek, T., Pičman, D., Nevečerel, H., Lepoglavec, K., Papa, I., Potočnik, I. (2011). Primarno otvaranje šuma različitih reljefnih područja Republike Hrvatske (Primary Forest Opening of Different Relief Areas in the Republic of Croatia). *Croatian Journal Of Forest Engineering*, 32(1), 401–416.
 96. Pentek, T., Pičman, D., Potočnik, I., Nevečerel, H., Dvorščak, P. (2005). Analysis of an existing forest road network. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 26(1), 39–50.
 97. Perizza, M. L. (2004). *Comparison of Global and Remotely Sensed Digital Elevation Models for Use in Hydrologic and Erosion Models*. March 2004. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2270.4723>
 98. Pičman, D. (1994). Utjecaj konfiguracije terena i hidrografskih prilika na ekonomsku opravdanost izgradnje optimalne mreže šumskih prometnica. *Glasnik Za Šumske Pokuse*, 31, 231–316.
 99. Pike, R J, Evans, I. S., Hengl, T. (2009). . *Geomorphometry: A Brief Guide 3*. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)00030-5](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)00030-5)
 100. Pike, Richard J., Wilson, S. E. (1971). Elevation-relief ratio, hypsometric integral, and geomorphic area-altitude analysis. *Bulletin of the Geological Society of America*. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1971\)82\[1079:ERHIAG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1971)82[1079:ERHIAG]2.0.CO;2)

101. Poršinsky, T., Đuka, A., Papa, I., Zumber, Z., Janeš, D., Tomašić, Ž., Pentek, T. (2017). Kriteriji određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – primjeri najčešćih slučajeva. *Šumarski List*, 11–12, 593–608.
102. Prodanović, D., Stanić, M., Milivojević, V., Simić, Z., Arsić, M. (2009). DEM-based GIS algorithms for automatic creation of hydrological models data. *Journal of Serbian Society for Computational Mechanics*, 3(1), 64–85.
103. Radoš, D., Lozić, S., Šiljeg, A. (2012a). Morfometrijske značajke šireg područja duvanjskog polja, Bosna i Hercegovina. *Šiljeg Geoadria*, 172, 177–207.
104. Radoš, D., Lozić, S., Šiljeg, A. (2012b). Primjena GIS metoda u analizi geomorfometrijskih značajki Duvanjskog polja. *Čovjek i Krš*, 1, 143–161.
105. Reljef geomorfoloških makroregija Bosne i Hercegovine. (2009). In *Zbornik radova* (pp. 7–53). <https://www.scribd.com/doc/247284872/Reljef-geomorfoloških-makroregija-Bosne-i-Hercegovine>
106. Rigol-Sanchez, J. P., Stuart, N., Pulido-Bosch, A. (2015). ArcGeomorphometry: A toolbox for geomorphometric characterisation of DEMs in the ArcGIS environment. *Computers and Geosciences*, 85, 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2015.09.020>
107. Riley, S. J., DeGloria, S. D., Elliot, R. (1999). A Terrain Ruggedness Index that Quantifies Topographic Heterogeneity. In *Intermountain Journal of Sciences* (Vol. 5, Issues 1–4, pp. 23–27). <https://doi.org/citeulike-article-id:8858430>
108. Ristić, R., Kašanin-Grubin, M., Radić, B., Nikić, Z., Vasiljević, N. (2012). Land degradation at the Stara planina ski resort. *Environmental Management*, 49(3), 580–592. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9812-y>
109. Ristić, R., Malošević, D. (2011). Hidrologija bujičnih tokova. In *Hidrologija bujičnih tokova* (p. 14). Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Kneza Višeslava 1, Beograd.
110. Ritter, P. (1987). A Vector-Based Slope and Aspect Generation Algorithm. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 53, 1109–1111.
111. Rogers, L., Schiess, P. (2001). PEGGER & ROADVIEW - A New GIS Tool To Assist Engineers In Operations Planning. *Symposium A Quarterly Journal In Modern Foreign Literatures*, 1960, 177–182.
112. Rózycka, M., Migoń, P., Michniewicz, A. (2017). Topographic Wetness Index and Terrain Ruggedness Index in geomorphic characterisation of landslide terrains, on examples from the Sudetes, SW Poland. *Zeitschrift Fur Geomorphologie*, 61(January), 61–80. https://doi.org/10.1127/zfg_suppl/2016/0328
113. Ryan, T., Philipps, H., Ramsay, J., Dempsey, J. (2004). Forest Road Manual Guidelines for the design, construction and management of forest roads. *COFORD, Dublin*.
114. Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process : planning, priority setting, resource allocation*. McGraw-Hill International Book Co.
115. Samani, K., Hosseiny, S. (2010). Planning road network in mountain forests using GIS and Analytic Hierarchical Process (AHP). *Caspian J. Env. Sci.*, 8(2), 151–162. <http://research.guilan.ac.ir/cjes/papers/1645.pdf>
116. Šamanović, S. (2014). Utjecaj algoritama za uklanjanje depresija na pouzdanost digitalnog modela reljefa. In *Doktorski rad* (p. 62).
117. Shary, P. A., Sharaya, L. S., Mitusov, A. V. (2002). Fundamental quantitative methods of land surface analysis. *Geoderma*, 107(1–2), 1–32. <https://doi.org/10.1016/S0016->

- 7061(01)00136-7
118. Šikić, D., Babić, B., Topolnik, D., Knežević, I., Božičević, D., Švabe, Ž., Piria, I., Sever, S. (1989). *Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. Znanstveni savjet za promet Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb, 1–78.* 7.
 119. Šiljeg, A. (2013). Digitalni model reljefa u analizi geomorfometrijskih parametara – primjer pp Vransko jezero. In *Doktorski rad* (Issue June 2013). Prirodoslovno - matematički fakultet, geografski odsjek, Sveučilište u Zagrebu.
 120. Sl. glasnik Republike Srpske, br. 89/. (2013). *Zakon o javnim putevima.*
 121. Spinelli, R., Marchi, E., Visser, R., Harrill, H., Gallo, R., Cambi, M., Neri, F., Lombardini, C., Magagnotti, N. (2017). Skyline tension, shock loading, payload and performance for a European cable yarder using two different carriage types. *European Journal of Forest Research, 136*(1). <https://doi.org/10.1007/s10342-016-1016-1>
 122. Srđević, B., Jandrić, Z. (2000). *AHP u strateškom gazdovanju šumama.*
 123. Sretenović Lj., Šobić D. (1974). Reljef - Predstavljanje reljefa zemljišta na kartama. In *Vojna enciklopedija 8.*
 124. Stefanović, B., Stojnić, D., Danilović, M. (2016). Multi-criteria forest road network planning in fire-prone environment: a case study in Serbia. *Journal of Environmental Planning and Management, 59*(5), 911–926. <https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1045971>
 125. Stojnić, D. (2019). *Primena višekriterijumskog odlučivanja u planiranju mreže šumskih puteva u šumama posebne namene.* Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd.
 126. Stojnić, D., Danilović, M., Dražić, S. (2017). Inventura i izrada katastra primarne mreže šumskih puteva. *Šumarstvo, 3–4*, 199–212.
 127. Tičerić, D. (1989). *Istraživanje uticaja relevantnih faktora na optimalnu gustinu saobraćajnica u društvenim šumama.* Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd.
 128. Tičerić, D. (1991). Konfiguracija terena kao faktor optimalne gustine mreže šumskih puteva. *Šumarstvo, 3–4*, 33–34.
 129. Trajanov, Z., Nestorovski, L., Trajkov, P. (2015). Development and perspective of the forest road infrastructure in the Republic of Macedonia. *Glasnik Sumarskog Fakulteta Bulletin of the Faculty of Forestry, suppl.*, 141–148. <https://doi.org/10.2298/gsf15s1141t>
 130. Trevisani, S., Rocca, M. (2015). MAD: Robust image texture analysis for applications in high resolution geomorphometry. *Computers and Geosciences.* <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2015.04.003>
 131. Tucker, G. E., Catani, F., Rinaldo, A., Bras, R. L. (2001). Statistical analysis of drainage density from digital terrain data. *Geomorphology, 36*(3–4), 187–202. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(00\)00056-8](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(00)00056-8)
 132. Visser, R., Stampfer, K. (2015). Expanding ground-based harvesting onto steep terrain. *Croatian Journal of Forest Engineering, 36*(2), 321–331. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84943169008&partnerID=tZOtx3y1>
 133. Vukomanović, J., Orr, B. J. (2014). Landscape aesthetics and the scenic drivers of amenity

- migration in the new West: Naturalness, visual scale, and complexity. *Land*, 3(2), 390–413. <https://doi.org/10.3390/land3020390>
134. Vulević, T. (2017). *Višekriterijumsko odlučivanje u funkciji konzervacije zemljišnih i vodnih resursa brdsko - planinskih područja Centralne Srbije*. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet.
 135. Wang, D., Laffan, S. W., Liu, Y., Wu, L. (2010). Morphometric characterisation of landform from DEMs. *International Journal of Geographical Information Science*, 24(2), 305–326. <https://doi.org/10.1080/13658810802467969>
 136. Watson, D. F. (1992). *Contouring : a guide to the analysis and display of spatial data : with programs on diskette*. Pergamon Press.
 137. Weiss, A. D. (2001). Topographic position and landforms analysis. *ESRI User Conference*.
 138. Westen, C. J. Va., Terlien, M. J. T. (1996). An approach towards deterministic landslide hazard analysis in gis. A case study from manizales (colombia). *Earth Surface Processes and Landforms*, 21(9), 853–868. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9837\(199609\)21:9<853::AID-ESP676>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9837(199609)21:9<853::AID-ESP676>3.0.CO;2-C)
 139. Wilson, J. P., John P., Gallant, J. C. (2000). *Terrain analysis : principles and applications*. Wiley.
 140. Zawawi, A. A., Shiba, M., Jemali, N. J. N. (2014). Landform classification for site evaluation and forest planning: Integration between scientific approach and traditional concept. *Sains Malaysiana*. <https://doi.org/citeulike-article-id:13930785>
 141. Zevenbergen, L. W., Thorne, C. R. (1987). Quantitative analysis of land surface topography. *Earth Surface Processes and Landforms*, 12(1), 47–56. <https://doi.org/10.1002/esp.3290120107>
 142. Zink, M., Bartusch, M., Miller, D. (2011). TanDEM-X mission status. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 2290–2293. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2011.6049666>
 143. (Sl. glasnik Republike Srpske, 2013): Zakon o javnim putevima Republike Srpske
 144. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Višegradsko (2015-2024): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
 145. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Istočnodrvarsko (2013-2022): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
 146. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Čemerničko (2018-2027): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
 147. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Donjevrasko (2020-2029): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
 148. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Posavsko (2013-2022): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
 149. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Kotorvaroško (2019-2028): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
 150. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Petrovačko (2013-2022): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
 151. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Mrkonjičko (2012-2021): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka

152. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Srednjevrbasko (2018-2027): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
153. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Ribničko (2019-2028): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
154. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Usorsko-ukrinsko (2017-2026): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
155. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Dobojsko - derventska (2014-2023): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
156. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Kozaračko (2018-2027), JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
157. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Majevičko (2019-2028), JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
158. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Miličko (2011-2020): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
159. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Donjedrinsko (2011-2020), JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
160. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Hanpjesačko (2018-2027): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
161. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Rogatičko (2012-2021): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
162. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Romanijsko (2015-2024): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
163. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Jahorinsko (2015-2024): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
164. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Čajničko (2012-2021): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
165. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Kalinovičko (2014-2023): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
166. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Trnovsko (2014-2023): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
167. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Gornjedrinsko (2019-2028): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac IRPC Banja Luka
168. Šumskoprivredna osnova za ŠPP Nevesinjsko - gatačko (2016-2025): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
169. Glavni projekat šumskog kamionskog puta „Stari brod – Tatinica (2012): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
170. Glavni projekat šumskog kamionskog puta „Gromila - Stari brod (2010): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka
171. Glavni projekat šumskog kamionskog puta „Miloševići - Stari brod (2019): JPŠ „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, IRPC Banja Luka

БИОГРАФИЈА

Срђан М. Дражић, мастер инжењер шумарства, рођен је 24.04.1969. године у Какњу, СР Босна и Херцеговина, где је завршио основну и средњу грађевинску школу. Дипломирао је 1998. године на Шумарском факултету Универзитета у Бањалуци, на Одсеку за шумарство. Мастер студије завршио је 2016. године на Шумарском факултету Универзитета у Београду, на модулу Коришћење шумских и ловних ресурса, а 2017. године уписао је докторске студије. Од 1998. године запослен је у ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а.д. Соколац - Истраживачко развојном и пројектном центру у Бањалуци, Република Српска, где и данас ради као Одговорни пројектант. У досадашњем раду као аутор и коаутор објавио је 7 научних и стручних радова из области коришћења шумских и ловних ресурса, од чега 2 рада из категорије М23, 1 рад из категорије М24, 3 рада из категорије М53 и један рад из категорије М33. Био је стручни сарадник на изради 3 Мастер рада. Учествовао је на изради бројних студија и пројеката важних за област шумарства Републике Српске од којих су важније:

- "Студија о потенцијалу недрвних шумских производа у Републици Српској" 2021., ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а.д. Соколац – ИРПЦ Бања Лука,
- „Техничке норме и нормативи рада у коришћењу шума“, ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а.д. Соколац - ИРПЦ Бања Лука, (Стручни сарадник)
- „Техничко – технолошка типизација терена Републике Српске“, Бања Лука 2020, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Српске,
- "Стратешки план шумских путева Републике Српске" 2019., Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Српске,
- "Елаборат за проглашење шуме посебне намене – Талине", Соколац 2016., пројекат, ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а.д. Соколац – ИРПЦ Бања Лука,
- "Студија отварања шума у Пј Димитор", Мркоњић Град 2015., ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а.д. Соколац – ИРПЦ Бања Лука,
- "Програм коришћења шумске биомасе из шума Републике Српске" 2013., ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а.д. Соколац – ИРПЦ Бања Лука,
- "Пројекат формирања и изградње централног шумског расадника", Требиње 2013., ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а.д. Соколац – ИРПЦ Бања Лука, (Одговорни пројектант)
- "Студија оправданости изградње погона за производњу дрвеног пелета, ЕУРОДОБРУН" д.о.о. Вишеград 2010., ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а.д. Соколац – ИРПЦ Бања Лука,
- У периоду од 2006. до 2021. године, бројне главне пројекте за изградњу и реконструкцију шумских камионских путева, ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а.д. Соколац – ИРПЦ Бања Лука.
- Тренутно Вођа тима за имплементацију ГИС технологија у интегралном информационом систему ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а.д. Соколац

Поседује лиценце за пројектовање и надзор некатегорисаних путева, и лиценцу за израду планске документације у области ловства.

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Име и презиме аутора: Срђан Дражић

Број индекса: 2/2017

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Морфометријске карактеристике рељефа и њихов утицај на отвореност шума примарном мрежом шумских путева у Републици Српској

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

Потпис аутора

У Београду, _____

_____ 

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ
ДОКТОРСКОГ РАДА**

Име и презиме аутора	<u>Срђан Дражић</u>
Број индекса	<u>2/2017</u>
Студијски програм	<u>Шумарство</u>
Наслов рада	<u>Морфометријске карактеристике рељефа и њихов утицај на отвореност шума примарном мрежом шумских путева у Републици Српској</u>
Ментор	<u>Проф. др Милорад Даниловић</u>

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора

У Београду, _____



ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

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

Морфометријске карактеристике рељефа и њихов утицај на отвореност шума примарном мрежом шумских путева у Републици Српској

која је моје ауторско дело.

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

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

1. Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, _____

_____ 

1. Ауторство. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. Ауторство – без прерада. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. Ауторство – делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
7. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.