

**Универзитет у Београду
Шумарски факултет**

**Дефинисање економски одрживих и
еколошких прихатљивих система рада и метода
израде дрвних сортимената у различитим
условима рада (пилот пројекат)**

ЗАВРШНИ ИЗВЕШТАЈ

**Припремљен за
Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде
Управа за шуме**

Др Милорад Даниловић, ред. проф.

Катедра Коришћења шумских ресурса

Новембар, 2019. године

ЗАХВАЛНИЦА ФИНАНСИЈЕРУ

Овај пројекат је финансиран од стране
Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде - Управе за шуме,
средствима из Програма научно-истраживачког рада за 2018. и 2019. годину.

ИСТРАЖИВАЧИ И ИНСТИТУЦИЈЕ

Универзитет у Београду, Шумарски факултет

др Милорад Даниловић, редовни професор

др Душан Стојнић, асистент са докторатом

маст. инж. Славица Антонић, сарадник у високом образовању

маст. инж. Владимир Ћировић, сарадник у високом образовању

дипл. инж. Мирослав Танасковић

РУКОВОДИЛАЦ
ПРОЈЕКТА

Проф. др Милорад Даниловић

М.П.

ДЕКАН
ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ратко Ристић

САДРЖАЈ

ПОПИС СЛИКА.....	6
ПОПИС ТАБЕЛА	7
ПОПИС КАРАТА	9
ПОПИС ИЛУСТРАЦИЈА.....	9
1. УВОД.....	11
2. ЦИЉ ПРОЈЕКТА	14
3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА.....	16
3.1. Инвентура примарне мреже шумских путева	16
3.2. Инвентура секундарне мреже шумских путева	18
3.3. Анализа отворености газдинских јединица	18
3.4. Техничке карактеристике потенцијално коришћених средстава	20
3.5. Избор економски прихватљивих и еколошки одрживих система рада и метода израде дрвних сортимената.....	28
4. ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА	30
4.1. ГЈ „Црна река“	30
4.1.1. Орографски услови	31
4.1.2. Геолошка подлога и земљишне творевине	32
4.1.3. Хидролошко хидрографске прилике	33
4.1.4. Типови шума Мајданпечке домене	34
4.1.5. Стање шума по наменским целинама	35
4.2. ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	36
4.2.1. Орографски услови.....	37
4.2.2. Геолошка подлога и земљишне творевине.....	38
4.2.3. Хидролошко хидрографске прилике	39
4.2.4. Типови шума Гоч-Гвоздац	40
4.2.5. Стање шума по наменским целинама	41
5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА.....	43
5.1. Отвореност ГЈ „Црна река“ саобраћајницама	43
5.1.1. Анализа постојеће мреже шумских путева	45
5.1.1.1. Густина мреже шумских путева	45
5.1.1.2. Релативна отвореност	45
5.1.1.3. Квалитет путева	45
5.1.1.4. Удаљеност одсека од шумских путева	47
5.1.1.5. Средња транспортна дистанца.....	48
5.1.1.6. Потреба за изградњом нових шумских путева	51
5.1.2. Мрежа тракторских влака	52
5.1.3. Стоваришта.....	62
5.2. Отвореност ГЈ „Гоч-Гвоздац А“ саобраћајницама	64
5.2.1. Анализа постојеће мреже шумских путева у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	68
5.2.1.1. Густина мреже шумских путева	68
5.2.1.2. Релативна отвореност	68
5.2.1.3. Удаљеност одсека од шумских путева	68
5.2.1.4. Потреба за изградњом нових шумских путева	70

5.2.2. Мрежа тракторских влака	71
5.3. Методе израде дрвних сортимената	75
5.3.1. Избор опреме, средстава и технологије рада при коришћењу шума	79
5.4. Системи рада у искоришћавању шума	82
5.4.1. Пример и објашњење система бр. 9	90
5.4.1.1. Опис	91
5.4.1.2. Сеча и израда дрвних сортимената	92
5.4.1.3. Привлачење дрвних сортимената	93
5.4.1.4. Примена система	94
5.4.1.5. Услови	94
5.4.1.6. Припрема	95
5.4.1.7. Процена	96
5.4.2. Пример и објашњење система бр. 11	98
5.4.2.1. Опис	98
5.4.2.2. Сеча и израда дрвних сортимената	99
5.4.2.3. Привлачење дрвних сортимената	99
5.4.2.4. Примена система	100
5.4.2.5. Услови	100
5.4.2.6. Припрема	101
5.4.2.7. Процена	102
5.5. Израда и примена норми и норматива рада на пословима коришћења шума	107
5.6. Калкулације трошкова механизованих и осталих средстава рада на коришћењу шума	115
5.7. Јединични трошкови рада средстава	131
5.8. Избор система рада и метода израде дрвних сортимената у ГЈ „Црна река“	132
5.9. Избор система рада и метода израде дрвних сортимената у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	136
5.10. Избор система рада на истраживаном подручју	140
6. ЗАКЉУЧАК	147
7. ЛИТЕРАТУРА	148
8. ПРИЛОЗИ	149

ПОПИС СЛИКА

Слика 1: Снимање путева и влака ГПС уређајем	18
Слика 2: Шумски пут „Фељешана - Поток Брежа“	46
Слика 3: Шумски пут „Припор - Црна река“	46
Слика 4: Шумски пут „Пилана – Брежа“	47
Слика 5: Шумски пут „Средњи пут“	47
Слика 6: Шумски пут "Пилана - Врба"	47
Слика 7: Шумски пут "Врба - Поток Алмари"	47
Слика 8: Пре реконструкције (пролеће 2017. год).....	47
Слика 9: Након реконструкције (јесен 2017. год)	47
Слика 10: Тракторска влака у ГЈ „Црна река“	53
Слика 11: Веза тракторске влаке са шумским путем.....	53
Слика 12: Привремено стовариште на тракторској влаци, непосредно уз шумски пут	62
Слика 13: Привремено стовариште на шумском путу	62
Слика 14: Привремено стовариште већег капацитета.....	62
Слика 15: Шумски пут „Кобасички поток – Раковац“	65
Слика 16: Шумски пут „Тодоров поток – Росинац“	65
Слика 17: Шумски пут "Бурмански поток - Ћелавуша"	66
Слика 18: Привремено стовариште на шумском путу	66
Слика 19: Раскрсница шумских путева и влака	66
Слика 20: Сеча и израда дрвних сортимената (фото: С. Антонић).....	90
Слика 21: Привлачење трактором ЛКТ 80 (фото: Д. Стојнић)	90
Слика 22: Транспорт просторног дрвета самарицом (фото: М. Даниловић)	90
Слика 23: Израда дрвних сортимената на привременом стоваришту (фото: М. Даниловић)	90
Слика 24: Трактор John Deere и шумска жичара Tajfun (фото: М. Даниловић).....	105
Слика 25: Шумска жичара Tajfun (фото: М. Даниловић)	105
Слика 26. Шематски приказ избора система за нагибе мање од 30% и средње транспортне дистанце мање од 50 m.....	141
Слика 27. Шематски приказ избора система за нагибе мање од 30% и средње транспортне дистанце мање од 300 m.....	141
Слика 28. Шематски приказ избора система за нагибе мање од 30% и средње транспортне дистанце мање од 800 m	142
Слика 29. Шематски приказ избора система за нагибе мање од 30% и средње транспортне дистанце мање од 1200 m	142
Слика 30. Шематски приказ избора система за нагибе од 30-50% и средње транспортне дистанце мање од 50 m.....	143
Слика 31. Шематски приказ избора система за нагибе од 30-50% и средње транспортне дистанце мање од 300 m.....	143
Слика 32. Шематски приказ избора система за нагибе од 30-50% и средње транспортне дистанце мање од 800 m	144
Слика 33. Шематски приказ избора система за нагибе од 30-50% и средње транспортне дистанце мање од 1200 m	144
Слика 34. Шематски приказ избора система за нагибе од 50-70% и средње транспортне дистанце мање од 50 m.....	145
Слика 35. Шематски приказ избора система за нагибе од 50-70% и средње транспортне дистанце мање од 300 m.....	145

Слика 36. Шематски приказ избора система за нагибе од 50-70% и средње транспортне дистанце мање од 800 m	146
Слика 37. Шематски приказ избора система за нагибе од 50-70% и средње транспортне дистанце мање од 1200 m	146
Слика 38. Шематски приказ избора система за нагибе од >70% и средње транспортне дистанце мање од 800 m.....	147

ПОПИС ТАБЕЛА

Табела 1: Оцена релативне отворености шумским путевима	19
Табела 2: Техничке карактеристике моторне тестере Stihl MS 441.....	20
Табела 3: Техничке карактеристике моторне тестере Stihl MS 441.....	21
Табела 4: Техничке карактеристике моторне тестере Stihl MS 661	21
Табела 5: Техничке карактеристике харвестера John Deere 1070 G.....	21
Табела 6: Техничке карактеристике харвестера John Deere 1170 G	22
Табела 7: Техничке карактеристике харвестера John Deere 1270 G	23
Табела 8: Техничке карактеристике форвардера John Deere 910 G	23
Табела 9: Техничке карактеристике форвардера John Deere 1210 G	24
Табела 10: Техничке карактеристике форвардера John Deere 1910 G.....	25
Табела 11: Техничке карактеристике скидера LKT 81 T.....	25
Табела 12: Техничке карактеристике скидера Hittner Ecotrac 120 V	26
Табела 13: Техничке карактеристике скидера Hittner Ecotrac 140 V.....	26
Табела 14: Техничке карактеристике трактора Belarus 82.1 са витлом Tajfun EGV 65 A.....	27
Табела 15: Техничке карактеристике трактора Basak 2110 са витлом Tajfun EGV 65 A	27
Табела 16: Техничке карактеристике трактора Same Virtus 140 са витлом Tajfun EGV 85 A.....	28
Табела 17: Објашњење назива поља у ГИС софтверу.....	29
Табела 18: Структура површина по обраслости	30
Табела 19: Структура обраслих површина по пореклу.....	31
Табела 20: Типолошка припадност	34
Табела 21: Намена шума према наменским целинама	36
Табела 22: Структура површина по обраслости у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	37
Табела 23: Структура обраслих површина по пореклу ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	37
Табела 24: Типолошка припадност шума у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	40
Табела 25: Наменске целине у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	42
Табела 26: Списак путних праваца у ГЈ „Црна река“	43
Табела 27: Релативна отвореност ГЈ „Црна река“ примарном мрежом путева.....	45
Табела 28: Потенцијална релативна отвореност ГЈ „Црна река“	51
Табела 29: Релативна отвореност ГЈ „Црна река“ примарном и секундарном мрежом путева.....	53
Табела 30: Списак путева у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	64
Табела 31: Релативна отвореност ГЈ „Гоч-Гвоздац А“ мрежом путева	68
Табела 32: Релативна отвореност дела ГЈ „Гоч-Гвоздац А“ примарном и секундарном мрежом путева	72
Табела 33: Класификација нагиба према Националном систему класификације терена за шумарство..	83
Табела 34: Класификација услова терена према Националном систему класификације терена за шумарство	83
Табела 35: Класификација купираниости терена према Националном систему класификације терена за шумарство	83

Табела 36: Фактори продуктивности, предности, недостаци и поље применљивости моторних тестера	84
Табела 37: Фактори продуктивности, предности, недостаци и поље применљивости харвестера	84
Табела 38: Фактори продуктивности, предности, недостаци и поље применљивости анималног транспорта.....	85
Табела 39: Фактори продуктивности, предности, недостаци и поље применљивости точила	85
Табела 40: Фактори продуктивности, предности, недостаци и поље применљивости адаптираних пољопривредних трактора	86
Табела 41: Фактори продуктивности, предности, недостаци и поље применљивости зглобних трактора (скидера)	87
Табела 42: Фактори продуктивности, предности, недостаци и поље применљивости форвардера	87
Табела 43: Функције зависности учинка од учешћа техничког облог дрвета на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената букве моторном тестером у организациониј форми рада 2 МР	107
Табела 44: Функције зависности учинка од учешћа техничког облог на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената јеле и смрче моторном тестером у организациониј форми рада 2 МР	108
Табела 45: Функције зависности учинка од учешћа техничког облог на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената црног бора моторном тестером у организациониј форми рада 2 МР	109
Табела 46: Функције зависности учинка од учешћа техничког облог на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената храста китњака.....	109
Табела 47: Функције зависности учинка од учешћа техничког облог на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената пољског јасена.....	110
Табела 48: Функције зависности учинка од учешћа техничког облог на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената граба.....	110
Табела 49: Функције зависности учинка од пречника на прсној висини стабла на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената бора харвестером мале снаге	111
Табела 50: Функције зависности учинка од средње транспортне дистанце трактора са витлом снаге од 50 до 60 kW	112
Табела 51: Функције зависности учинка од средње транспортне дистанце трактора са витлом снаге око 80 kW.....	112
Табела 52: Учинци анимала и различитих механизованих средстава при транспорту дрвних сортимената	113
Табела 53: Просечна процењена потрошња енергената према снази машине	113
Табела 54: Дневни трошкови за моторну тестеру снаге до 3 kW	116
Табела 55: Дневни трошкови за моторну тестеру снаге 3-5 kW.....	117
Табела 56: Дневни трошкови за моторну тестеру снаге преко 5 kW	118
Табела 57: Дневни трошкови за харвестер снаге до 150 kW	119
Табела 58: Дневни трошкови за харвестер снаге 150-200 kW	119
Табела 59: Дневни трошкови за харвестер снаге преко 200 kW	120
Табела 60: Дневни трошкови привлачења анималима	121
Табела 61: Дневни трошкови за адаптирани пољопривредни трактор са витлом, снаге до 70 kW	122
Табела 62: Дневни трошкови за адаптирани пољопривредни трактор са витлом, снаге 70-90 kW	122
Табела 63: Дневни трошкови за адаптирани пољопривредни трактор са витлом снаге преко 90 kW... ..	123
Табела 64: Дневни трошкови за зглобни трактор са витлом снаге до 80 kW.....	124
Табела 65: Дневни трошкови за зглобни трактор са витлом снаге 80-100 kW.....	125
Табела 66: Дневни трошкови за зглобни трактор са витлом снаге преко 100 kW	126
Табела 67: Дневни трошкови за тракторску екипажу, са трактором снаге до 90 kW	127
Табела 68: Дневни трошкови за тракторску екипажу, са трактором снаге преко 90 kW	127
Табела 69: Дневни трошкови форвардера снаге до 120 kW.....	128

Табела 70: Дневни трошкови форвардера снаге 120-160 kW	129
Табела 71: Дневни трошкови форвардера снаге преко 160 kW	130
Табела 72: Табела атрибута за одељења 3, 20 и 98 у ГЈ „Црна река“	133
Табела 73: Табела атрибута за одељења 14, 20 и 41/1 у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	136

ПОПИС КАРТАА

Карта 1: Карта нагиба у ГЈ „Црна река“	32
Карта 2: Карта експозиција у ГЈ „Црна река“	32
Карта 3: Хидролошка мрежа у ГЈ „Црна река“	33
Карта 4: Нагиби терена у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	38
Карта 5: Хидролошка мрежа у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	40
Карта 6: Режији заштите у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	42
Карта 7: Мрежа шумских путева у ГЈ „Црна река“	44
Карта 8: Релативна отвореност шумским путевима у ГЈ „Црна река“	49
Карта 9: Еуклидске дистанце у ГЈ „Црна река“	50
Карта 10: Планирани путеви у ГЈ „Црна река“	52
Карта 11: Бафер зоне око шумских путева и тракторских влака у ГЈ „Црна река“	56
Карта 12: Уздужни нагиби тракторских влака по сегментима	57
Карта 13: Положај тракторских влака у односу на рељеф ГЈ „Црна река“	58
Карта 14: Отвореност одсека у којима су планиране сече секундарном мрежом путева	59
Карта 15: Тренутна и планирана мрежа тракторских влака	60
Карта 16: Релативна отвореност одсека у којима је планирано извођење сеча	61
Карта 17: Карта стоваришта у ГЈ „Црна река“	63
Карта 18: Мрежа путева у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	67
Карта 19: Еуклидске дистанце у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	69
Карта 20: Постојећи и планирани шумски путеви у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	70
Карта 21: Планирани путеви у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	71
Карта 22: Бафер зоне око тракторских влака	73
Карта 23: Уздужни нагиби тракторских влака	74
Карта 24: Примењивост шумских жичара у односу на нагиб терена и сечиви етат	106
Карта 25: Одељења 3, 20 и 98 у ГЈ „Црна река“	134
Карта 26: Пилот подручја у ГЈ „Црна река“	135
Карта 27: Пилот подручја у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	137
Карта 28: Одељења 14, 20 и 41-1 у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“	138

ПОПИС ИЛУСТРАЦИЈА

Илустрација 1: Примена потенцијалних технологија	89
Илустрација 2. Илустративни приказ система	92
Илустрација 3: Илустративни приказ применљивости система	94
Илустрација 4: Процена применљивости система	96
Илустрација 5. Илустративни приказ система бр. 11	99

Илустрација 6: Илустративни приказ применљивости система.....	100
Илустрација 7: Процена применљивости система	102
Илустрација 8: Примена средстава рада на сечи и изради дрвних сортимената у зависности од пречника стабла на прсној висини и нагиба терена	139
Илустрација 9: Примена средстава рада на пословима транспорта дрвних сортимената у зависности од транспортне дистанце и нагиба терена	140

ПОПИС ПРИЛОГА

Прилог 1: Елементи који сачињавају базу података	149
--	-----

1. УВОД

Концепт развоја шумског инжењерства заснован је на технолошким достигнућима и на изналажењу решења за проблеме који се јављу током обављања радова на терену. Овај приступ резултовао је великим бројем нових машина које су данас доступне на тржишту, што представља велику предност у односу на период од пре неколико деценија, када се готово цео процес од сече стабала и израде дрвних сортимената до транспорта истих обављао ручно или анималима. Међутим, са повећањем броја и типова машина на тржишту појавили су се нови проблеми, који се свode на питање: како одабрати одговарајуће средство рада?

Доскорашњи приступ сводио се на давање готово само једног одговора на питање - које средство је ефикасније, односно повољније са економског аспекта (уколико је на располагању постојало више средстава)?

Међутим, развој технологија и доношење појединих законских аката, условљава уважавање и неких других фактора, а не само техничких и економских. На тај начин дошло је до усложњавања процеса одабира одговарајућег средства, метода или целокупног система рада.

У складу са тим, шумско инжењерство и организација рада на пословима коришћења шума има циљ да прикаже одговарајуће шеме, планове, распореде и механизме контроле, који су:

- **ефективни** (узимајући у обзир физичке законитости, принципе инжењерства и поштујући еколошке односе шумских екосистема),
- **ефикасни** (узимајући у обзир трошкове и добит – како краткорочно, тако и дугорочно),
- **индивидуално компатибилни** (спречавање ефеката рада који би били штетни по здравље),
- **еколошко одрживи** (воде рачуна о утицају на природну и друштвену средину и подразумевају ефикасно коришћење ресурса),

- **институционално прихватљиви** (према важећим законима, прописима и неформалним правилима која постоје у шумарству, као и у односу на друштвене вредности и интересе власника земљишта).

За избор одговарајућег система рада потребна су знања и вештине које захтевају свеобухватан приступ изналажењу оптималног решења, како би се одредио најбољи начин извођења сече стабала и израде дрвних сортимената, као и њихов транспорт. Са порастом употребе информационих технологија избор најповољнијег система рада је знатно лакши у односу на период кад се све обављало „ручно“.

У Србији тренутно не постоји јединствена база података, пре свега са подацима о машина којима се обављају послови у оквиру коришћења шума. Поред недостатка информација о самом броју машина, не постоје ни детаљнији подаци о овим машинама, као што су: тип машине, старост машине итд. Ови подаци су важни како би са стратешког аспекта могло да се изврши планирање радова како дугорочно тако краткорочно. Осим тога, кроз податке о постојећем стању могла би се у континуитету планирати набавка нових средстава.

Како би се извршио одабир одговарајућег средства за рад, неопходно је познавати теренске услове, као и мрежу путева на сваком подручју. Како тренутно не постоји јединствена база података, којој би свако ко се бави планирањем на стратешком или оперативном нивоу, могао да има приступ, неопходно је формирати је. Ова база требало би да буде извор података за анализу система коришћења шума по рељефним подручјима и као крајњи циљ има одабир оптималног решења коришћења шума за свако подручје понаособ.

Планирање радова у шумарству, а самим тим и коришћењу шума, значајно је за њихово извршење у предвиђеном року. Активности у оквиру коришћења шума су многобројне и комплексне. Ради се о пословима на отвореном простору и са ограниченим бројем радних дана у години. Поред тога, начин газдовања шумама поставља низ ограничења, као и многобројни законски прописи. Поље применљивости механизованих средстава ограничено је великим бројем фактора као што су теренски, климатски и састојински.

Чињеница је да досадашњи приступ решавању није уважавао неке од фактора битних за стабилност и очување екосистема. Шуме су отворане без претходно

израђених програма отварања, односно пут је најчешће пројектован и грађен на бази техничких и економских аспеката, не вреднујући остале аспекте битне за одрживо коришћење шума, а избор система рада на пословима коришћења шума обављао се по устаљеном шаблонизму.

Проблематика планирања производње у шумарству је веома сложена и захтева одговарајући ниво знања из области шумартства, а посебно дела шумарства који се односи на техничко-технолошке аспекте коришћења шума.

У претходном периоду није било могуће проблематику коришћења шума третирати на свеобухватан начин, с обзиром да ниво техничког и информатичког образовања није био задовољавајући, па су и истраживања ове врсте била скромна. Ситуација је данас знатно другачија, чиме су створени услови да се у шумарству Србије отварање шума и избор система коришћење шума посматра као један од приоритета шумарске струке. Без добро планиране и развијене путне мреже нема савременог шумарства.

2. ЦИЉ ПРОЈЕКТА

Основни циљ истраживања је дефинисање економски одрживих и еколошких прихватљивих система рада и метода израде дрвних сортимената у различитим условима рада. Предуслов за остварење овог циља јесте да се у различитим условима рада дефинишу фактори према рангу значаја за избор оптималних технолошких решења.

Избор система рада на пословима коришћења шума и њима пригодних метода израде дрвних сортимената, обзиром на прилике у газдинској јединици, веома је значајан. Ситуација је таква да се у највећем броју случајева примењују системи и методе рада који претходно нису оцењени са аспекта њихове ефикасности. На избор система рада утиче велики број фактора, при чему посебан значај имају услови рада, односно карактеристике терена.

Избор система рада са аспекта већег броја фактора, који посредно и непосредно утичу на одрживо коришћење шума, има велики значај за развој сектора шумарства. На овај начин створиће се могућност за примену средства рада, која у основи имају смањење производних трошкова и мањи утицај на животну средину.

Поред тога циљ ових истраживања је и дефинисање елемената за израду базе података на пословима коришћења шума, која треба да представља део централне базе података у шумарству.

Истраживање избора метода и система рада у коришћењу шума на пилот подручјима представљаће основу за свеобухватнија истраживања на ширем простору. Кроз пилот пројекат очекује се формирање иницијалне базе података која ће обухватити подручје у коме истраживања буду спроведена, а садржаће све кључне елементе из основа газдовања, као и информације о теренским условима, стању примарне и секундарне мреже шумских путева, расположивости средстава за сечу, израду и транспорт сортимената и др. Кроз овај пројекат очекује се дефинисање најзначајнијих критеријума који утичу на избор најпогоднијих система рада и метода израде дрвних сортимената у различитим теренским условима. Један од кључних параметара који ће утицати на избор метода и система рада јесу постојеће норме и нормативи рада у шумарству, који су у неким случајевима неодговарајући. Норме и

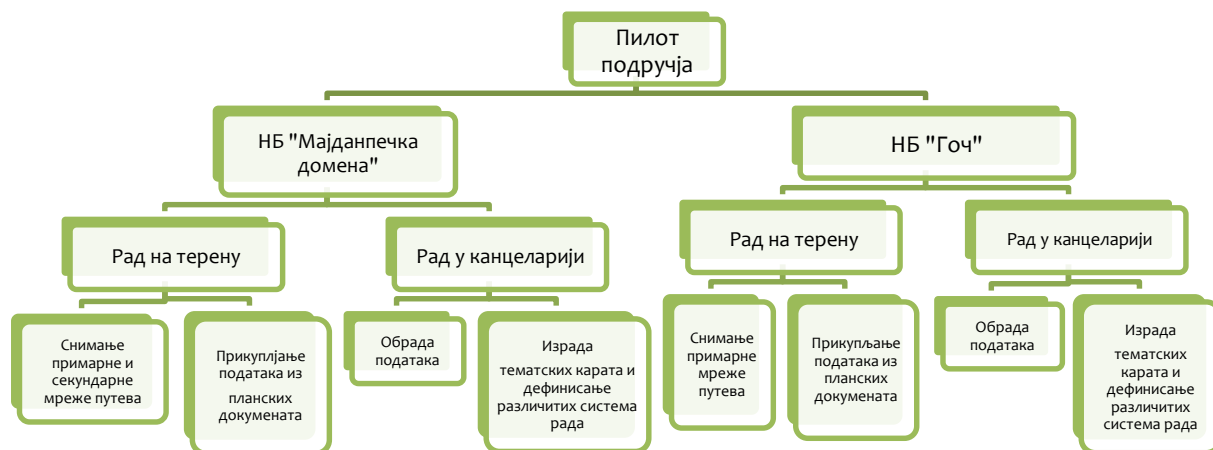
нормативи рада, који буду израђени у неком наредном периоду, биће имплементирани у новоизрађену базу података, што ће свакако утицати на повећање квалитета излазних информација.

Овај пројекат је замишљен као основа за даље усавршавање инжењера шумарства у овој области, која би се накнадно организовала кроз семинаре, као и помоћ законодавцу у изради и примени легислативе из ове области.

3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Подаци за потребе обог пројекта прикупљени су на пилот подручјима у Наставној бази „Гоч“ и Наставној бази „Мајданпечка домена“.

Шема плана активности снимања по огледним површинама:



Шема 1: Шема снимања на пилот подручјима

Подаци за потребе ових истраживања прикупљају се из различитих извора као што су: дигитални модел терена, основа газдовања шумама, катастар шумских путева и др. Поред тога, спроведена су и конкретна снимања на терену.

3.1. Инвентура примарне мреже шумских путева

Инвентура примарне мреже шумских путева је иницијална фаза израде катастра шумских путева. Ова фаза подразумева попис свих путева који се протежу кроз газдинску јединицу или се налазе у њеној непосредној близини и имају утицај на њену отвореност.

Поступку спровођења инвентуре шумских путева претходи израда плана снимања, односно анализа постојећих карата са урцтаном мрежом шумских путева, избор опреме за снимање, припрема ГПС уређаја и избор одговарајуће пројекције, припрема датотека за геометрију и чување атрибута (тзв. *shapefile*-ова) и формулара за унос података, избор времена снимања и др.

Основна фаза инвентуре шумских путева јесте снимање траса шумских путева ГПС уређајем. За снимање траса најчешће се користе ручни ГПС уређаји. Због грешака

које могу настати током снимања ГПС уређајем, препорука је да се обави тзв. повратно снимање, тј. да се изврши снимање у оба правца. Трасе шумских путева снимају се у виду полилиније састављене од сегмената дужине 10 метара, тако да свака траса, односно деоница са израженим карактеристикама, представља један објекат.

Упоредо са снимањем трасе шумског пута, врши се и прикупљање података о конструктивним елементима шумског пута, што се бележи у табели атрибута. Основни елементи које је потребно евидентирати јесу ширина планума пута, ширина коловоза, врста коловозне конструкције, стање коловозне конструкције, стање система за одвођење вода и др. Поред тога, кључно је извршити картирање свих деоница трасе које по конструктивним елементима одступају од минималних техничких стандарда за шумске путеве, а то су деонице са коловозом ужим од 3,0 m, кривинама полупречника мањег од 20 m (код серпентина полупречника мањег од 12 m), уздужним нагибом преко 12% и др. Уколико на одређеној траси не постоје овакви делови трасе, у поља предвиђена за унос података о критичним конструктивним елементима уноси се вредност 0 (нула).

Обрада података снимљених ГПС уређајем спроводи се у неком од ГИС софтвера. Снимљене трасе шумских путева потребно је упоредити и ускладити са видљивим трасама на ортофото снимцима како би се просторни положај што прецизније одредио.

Инвентури путева претходило је прикупљање доступних карата са уцртаном мрежом путева, припрема два *shapefile*-а у виду полилиније и тачке и у оквиру њих формирање поља за унос података. За снимање путева коришћен је ручни ГПС уређај марке *Pidion BIP-6000*, а снимање је обављено у виду полилиније састављене из сегмената дужине 10,0 m. Снимање путева вршено је из возила, лаганим кретањем по путевима, при чему се водило рачуна да ГПС пријемник прима сигнал од минимално шест сателита.

Прикупљени подаци пребачени су у персонални рачунар и систематизовани у ГИС софтверу. Снимљене трасе путева упоређиване су са трасама на ортофото снимцима и по потреби је вршено усклађивање снимљених траса.

3.2. Инвентура секундарне мреже шумских путева

Прикупљање података о положају влаке на терену у газдинским јединицама „Црна река“ и „Гоч-Гвоздац А“ извршено је ГПС уређајем „Pidion Bluebird VIP-6000“ (**Error! Reference source not found.**), у који је најпре унешена подлога у виду карте поменуте газдинске јединице са означеним границама одељења и одсека. На терену су најпре лоциране влаке, након чега је, осим снимања положаја, у табели атрибута дат и кратак опис стања сваке влаке.



Слика 1: Снимање путева и влаке ГПС уређајем

3.3. Анализа отворености газдинских јединица

Основни показатељи развијености мреже шумских путева су:

1. густина мреже шумских путева,
2. релативна отвореност и
3. средња транспортна дистанца.

Густина мреже шумских путева, која се најчешће изражава у m/ha, и поред својих лоших особина и даље је један од најчешће коришћених начина исказивања степена отворености одређеног шумског подручја.

По правилу, привлачење дрвних сортимената до шумског пута могуће је обављати са обе стране пута. У ситуацијама када се шумски путеви протежу границом газдинске јединице или рубом шуме, привлачење на шумски пут могуће је само са једне стране. Због тога, приликом одређивања густине мреже шумских путева, путеве који пролазе кроз газдинску јединицу потребно је узети у обрачун са 100% своје дужине, а путеве који пролазе рубом шуме, тј. границом газдинске јединице узети у обрачун са 50% своје дужине. На овај начин добија се стварна дужина путева који отварају газдинску јединицу или један комплекс.

Густина мреже шумских путева (G) рачуна се као однос стварне дужине шумских путева (L) и посматране површине (P):

$$G = \frac{L}{P} \text{ [m/ha]}$$

Утврђивање неотворених или недовољно отворених делова газдинских јединица један је од кључних задатака анализе мреже шумских путева. За разлику од густине мреже шумских путева која ништа не говори о просторном распореду шумских путева, релативна отвореност показује који проценат газдинске јединице је отворен шумским путевима. Ова метода подразумева постављање бафер зона различите ширине око шумских путева. Однос површине шуме коју покрива бафер одређене ширине (P_b) и укупне површине газдинске јединице (P) представља релативну отвореност шума (R_o):

$$R_o = \frac{P_b}{P} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Релативна отвореност може се исказати и описно:

Табела 1: Оцена релативне отворености шумским путевима

Релативна отвореност	Оцена отворености
<55%	недовољна (1)
55-65%	слаба (2)
65-75%	добра (3)
75-85%	врло добра (4)
>85%	одлична (5)

Средња транспортна дистанца привлачења дрвних сортимената најчешће се рачуна на основу геометријске средње транспортне дистанце. Ова метода назива се метода тежишта површина, а заснива се на рачунарском одређивању тежишта сваког одсека, а затим рачунања најкраћег одстојања од тежишта до најближег шумског пута. Геометријска средња транспортна дистанца рачуна се као пондерисана средња вредност, при чему су пондери количине дрвне масе у сваком одсеку. Стварна средња транспортна дистанца добија се множењем геометријске средње транспортне дистанце коефицијентом корекције, који у зависности од нагиба терена, облика рељефа, хоризонталних и вертикалних препрека, распореда и густине влака и сл.

Поред средње транспортне дистанце израчуната је и еуклидска дистанца. Иако еуклидска дистанца представља линеарно растојање, због своје визуелне представе на карти пружа могућност да се на једноставан и брз начин детерминишу недовољно отворени делови газдинске јединице.

3.4. Техничке карактеристике потенцијално коришћених средстава

У овом делу извештаја приказане су техничке карактеристике механизованих средстава рада која могу бити потенцијално коришћена на истраживаном подручју.

Моторна тестера Stihl MS 260

У табели 2 приказане су техничке карактеристике моторне тестере Stihl MS 260.

Табела 2: Техничке карактеристике моторне тестере Stihl MS 441

Запремина	50,2 cm ³
Снага	2,6/3,5 kW/ks
Маса без водилице/ланца	4,9 kg
Снага у односу на масу	1,9 kg/kW

Моторна тестера Stihl MS 441

У табели 3 приказане су техничке карактеристике моторне тестере Stihl MS 441.

Табела 3: Техничке карактеристике моторне тестере Stihl MS 441

Запремина	70,7 cm ³
Снага	4,2/5,7 kW/ks
Маса без водилице/ланца	6,6 kg
Снага у односу на масу	1,6 kg/kW

Моторна тестера Stihl MS 661

У табели 4 приказане су техничке карактеристике моторне тестере Stihl MS 661.

Табела 4: Техничке карактеристике моторне тестере Stihl MS 661

Запремина	91,1 cm ³
Снага	5,4/7,3 kW/ks
Маса без водилице/ланца	7,4 kg
Снага у односу на масу	1,4 kg/kW

Харвестер John Deere 1070 G

У табели 5 приказане су техничке карактеристике харвестера John Deere 1070 G.

Табела 5: Техничке карактеристике харвестера John Deere 1070 G

Снага мотора		136 kW
Обртни момент		850 Nm
Макс. вучна сила		130 kN
Мењач		хидраулички – механички погон са хидрауличком пумпом и хидромотором до редуктора, а потом механичким преносом до предњег и задњег моста
Макимална брзина кретања	Први степен преноса	7,5 km/h
	Други степен преноса	24 km/h

Резервоар за гориво	300 l	
Управљање	хидрауличко–електронско, тотални контролни систем управљања контроле рада машине свих система	
Хидрауличка рука – кран	дохват	8,6 m
	Бруто подизни момент	143 kNm
Харвестерска глава (Н-480)	Максимални пречник резања	720 mm
	Максимални отвор горњих вијака	730 mm
Дужина мача	825 mm	
Брзина ланца	40 m/sec	
Погон ланца	хидромотор	
Маса харвестерске главе без ротатора	1.200 kg	
Дужина	6.990 mm	
Ширина	2.663 mm	
Маса	16.000 kg	

Харвестер John Deere 1170 G

У табели 6 приказане су техничке карактеристике харвестера John Deere 1170 G.

Табела 6: Техничке карактеристике харвестера John Deere 1170 G

Снага мотора		155 kW
Обртни момент		978 Nm
Макс. вучна сила		150 kN
Мењач		хидраулички – механички погон са хидрауличком пумпом и хидромотором до редуктора, а потом механичким преносом до предњег и задњег моста
Макимална брзина кретања	Први степен преноса	7,5 km/h
	Други степен преноса	24 km/h
Резервоар за гориво		300 l
Управљање		хидрауличко–електронско, тотални контролни систем управљања контроле рада машине свих система
Хидрауличка рука – кран	дохват	10,0 m
	Бруто подизни момент	165 kNm
Харвестерска глава (Н-480)	Максимални пречник резања	720 mm
	Максимални отвор	730 mm

	горњих вијака	
Дужина мача	825 mm	
Брзина ланца	40 m/sec	
Погон ланца	хидромотор	
Маса харвестерске главе без ротатора	1.200 kg	
Дужина	7.450 mm	
Ширина	2.720 mm	
Маса	19.500 kg	

Харвестер John Deere 1270 G

У табели 7 приказане су техничке карактеристике харвестера John Deere 1270 G.

Табела 7: Техничке карактеристике харвестера John Deere 1270 G

Снага мотора		200 kW
Обртни момент		1315 Nm
Макс. вучна сила		210 kN
Мењач		хидраулички – механички погон са хидрауличком пумпом и хидромотором до редуктора, а потом механичким преносом до предњег и задњег моста
Макимална брзина кретања	Први степен преноса	7 km/h
	Други степен преноса	21 km/h
Резервоар за гориво		450 l
Управљање		хидраулично–електронско, тотални контролни систем управљања контроле рада машине свих система
Хидрауличка рука – кран	дохват	10,0 m
	Бруто подизни момент	197 kNm
Харвестерска глава (Н-480)	Максимални пречник резања	720 mm
	Максимални отвор горњих вијака	730 mm
Дужина мача		825 mm
Брзина ланца		40 m/sec
Погон ланца		хидромотор
Маса харвестерске главе без ротатора		1.200 kg
Дужина		7.927 mm
Ширина		2.746 mm
Маса		22.900 kg

Форвардер John Deere 910 G

У табели 8 приказане су техничке карактеристике форвардера John Deere 910 G.

Табела 8: Техничке карактеристике форвардера John Deere 910 G

Снага мотора		118 kW
Обртни момент		650 Nm
Макс. вучна сила		150 kN
Мењач		хидраулички – механички погон са хидрауличком пумпом и хидромотором до редуктора, а потом механичким преносом до предњег и задњег моста
Макимална брзина кретања	Први степен преноса	7,5 km/h
	Други степен преноса	23 km/h
Резервоар за гориво		150 l
Управљање		хидраулично–електронско, тотални контролни систем управљања контроле рада машине свих система
Хидрауличка рука – кран	дохват	9,8 m
	Бруто подизни момент	76 kNm
Дужина		8.655 mm
Ширина		2.553 mm
Маса		14.700 kg

Форвардер John Deere 1210 G

У табели 9 приказане су техничке карактеристике форвардера John Deere 1210 G.

Табела 9: Техничке карактеристике форвардера John Deere 1210 G

Снага мотора		145 kW
Обртни момент		865 Nm
Макс. вучна сила		160 kN
Мењач		хидраулички – механички погон са хидрауличком пумпом и хидромотором до редуктора, а потом механичким преносом до предњег и задњег моста
Макимална брзина кретања	Први степен преноса	7,5 km/h
	Други степен преноса	23 km/h
Резервоар за гориво		167 l
Управљање		хидраулично–електронско, тотални контролни систем управљања контроле рада машине свих система
Хидрауличка рука – кран	дохват	10 m
	Бруто подизни момент	125 kNm
Дужина		9.820 mm
Ширина		2.746 mm

Маса	16.180 kg
------	-----------

Форвардер John Deere 1910 G

У табели 10 приказане су техничке карактеристике форвардера John Deere 1910 G.

Табела 10: Техничке карактеристике форвардера John Deere 1910 G

Снага мотора		200 kW
Обртни момент		1315 Nm
Макс. вучна сила		230 kN
Мењач		хидраулички – механички погон са хидрауличком пумпом и хидромотором до редуктора, а потом механичким преносом до предњег и задњег моста
Макимална брзина кретања	Први степен преноса	7 km/h
	Други степен преноса	21 km/h
Резервоар за гориво		184 l
Управљање		хидраулично–електронско, тотални контролни систем управљања контроле рада машине свих система
Хидрауличка рука – кран	дохват	8,5 m
	Бруто подизни момент	151 kNm
Дужина		10.567 mm
Ширина		3.090 mm
Маса		19.485 kg

Шумски зглобни трактор LKT 81 T

У табели 11 приказане су техничке карактеристике скидера LKT 81 T.

Табела 11: Техничке карактеристике скидера LKT 81 T

Снага мотора		72 kW
Мењач		Механички, синхронизовани 5 брзина напред, 1 назад
Витло	Тип витла	2N 080 H, двобубањско, слободним ослобађањем ужета, покретано хидромотором DANFOS OMVS 315
	Вучна сила	80 kN
	Дебљина и дужина	14 mm/60 m
Управљање		хидраулично серво-управљање
		Запремина резервоара за
		150 l

Маса	7145 kg	
Димензије	Дужина	5.700 mm
	Ширина	2.230 mm
	Висина	2.780 mm

Шумски зглобни трактор Hittner Ecotrac 120 V

У табели 12 приказане су техничке карактеристике скидера Hittner Ecotrac 120 V.

Табела 12: Техничке карактеристике скидера Hittner Ecotrac 120 V

Снага мотора	86 kW	
Мењач	Механички, 10 брзина напред, 2 назад	
Витло	Тип витла	Хидраулички погоњено, двобубањско с електро-хидрауличким управљањем
	Вучна сила	80 kN
	Дебљина и дужина	14 mm/70 m
Управљање	џојстик	
Маса	7200 kg	
Димензије	Дужина	6.350 mm
	Ширина	2.220 mm
	Висина	2.950 mm

Шумски зглобни трактор Hittner Ecotrac 140 V

У табели 13 приказане су техничке карактеристике скидера Hittner Ecotrac 140 V.

Табела 13: Техничке карактеристике скидера Hittner Ecotrac 140 V

Снага мотора	104 kW	
Мењач	Механички, 12 брзина напред, 2 назад	
Витло	Тип витла	Хидраулички погоњено, двобубањско с електро-хидрауличким управљањем
	Вучна сила	100 kN
	Дебљина и дужина	14 mm/70 m

Управљање	џојстик	
Маса	8350 kg	
Димензије	Дужина	6.950 mm
	Ширина	2.220 mm
	Висина	2.950 mm

Адаптирани пољоприврежни трактор Belarus 82.1 са дводобошним витлом Tajfun EGV 65A

У табели 14 приказане су техничке карактеристике адаптираног пољопривредног трактора Belarus 82.1. са дводобошним витлом Tajfun EGV 65A.

Табела 14: Техничке карактеристике трактора Belarus 82.1 са витлом Tajfun EGV 65 A

Снага мотора		60 kW	
Обртни момент		298 Nm	
Мењач		механички, мануелни 18 брзина напред, 4 назад	
Макимална брзина кретања	Напред	34,3 km/h	
	Назад	9,22 km/h	
Резервоар за гориво		130 l	
Витло		Вучна сила	65 kN
		Кочиона сила	81 kN
		Брзина привлачења	0,51-0,99 m/s
		Маса без ужета	515 kg
Дужина		4.120 mm	
Ширина		1.970 mm	
Висина		2.800 mm	
Маса		4.000 kg	

Адаптирани пољоприврежни трактор Basak 2110 са дводобошним витлом Tajfun EGV 65A

У табели 15 приказане су техничке карактеристике адаптираног пољопривредног трактора Basak 2110 са дводобошним витлом Tajfun EGV 65A.

Табела 15: Техничке карактеристике трактора Basak 2110 са витлом Tajfun EGV 65 A

Снага мотора		81 kW
Обртни момент		412 Nm
Мењач		механички, мануелни 24 брзина напред, 24 назад
Макимална брзина кретања	Напред	39,1 km/h

Резервоар за гориво	120 l	
Витло	Вучна сила	65 kN
	Кочиона сила	81 kN
	Брзина привлачења	0,51-0,99 m/s
	Маса без ужета	515 kg
Дужина	4.645 mm	
Ширина	1.930 mm	
Висина	2.917 mm	
Маса	4.355 kg	

Адаптирани пољоприврежни трактор Same Virtus 140 са дводобошним витлом Tajfun EGV 85A

У табели 16 приказане су техничке карактеристике адаптираног пољопривредног трактора Same Virtus 140 са дводобошним витлом Tajfun EGV 85A.

Табела 16: Техничке карактеристике трактора Same Virtus 140 са витлом Tajfun EGV 85 A

Снага мотора	100 kW	
Обртни момент	544 Nm	
Мењач	механички, мануелни 30 брзина напред, 30 назад	
Резервоар за гориво	185 l	
Витло	Вучна сила	85 kN
	Кочиона сила	106 kN
	Брзина привлачења	0,51-1,10 m/s
	Маса без ужета	570 kg
Дужина	4.428 mm	
Ширина	2.423 mm	
Висина	2.850 mm	
Маса	5.600 kg	

3.5. Избор економски прихватљивих и еколошки одрживих система рада и метода израде дрвних сортимената

Избор економски прихватљивих и еколошки одрживих система рада и метода израде дрвних сортимената на пилот подручјима извршено је на основу формирање базе података за сваки одсек у коме је планирано спорођење сеча. Као основ за израду базе података послужиле су основе газдовања шумама, катастар шумских путева, модели терена и снимљене тракторске вlake.

Одсеци на којима су тестирани избори система рада и метода израде дрвних сортимената похрањени су следећим подацима:

Табела 17: Објашњење назива поља у ГИС софтверу

Назив поља у ГИС софтверу	Објашњење
Odeljenje	Одељење
Odsek	Одсек
Povrsina	Површина одсека
V_ukupno	Укупна запремина
V_ha	Запремина по хектару
Vrsta_sece	Врста сече
E_ukupno	Укупни етат
E_ha	Етат по хектару
Put_L	Дужина путева у метрима који пролазе кроз одсек
Otv_PM	Релативна отвореност одсека за бафер од 300 метара
Vlaka_L	Дужина тракторских влака који пролазе кроз одсек
Otv_SM	Релативна отвореност одсека за бафер од 80 метара
Dist_priv	Линеарна дистанца привлачења од тежишта одсека до најближе влаке или пута
Priv_uzb	Проценат површине одсека са кога ће се привлачење обављати узбрдо
Priv_niz	Проценат површине одсека са кога ће се привлачење обављати низбрдо
Transp_d	Транспортна дистанца влаком до шумског пута
Nagib	Просечан нагиб одсека: 1 – 0-10%, 2 – 10-20%, 3 – 20-33%, 4 – 33-50%, 5 – 50-70%, 6 – преко 70%
Vrsta_1	Доминантна врста дрвећа
Vrsta_2	Пратећа врста дрвећа
Opis	Опис одсека

4. ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА

Прикупљање податка за потребе овог пројекта обављено је на територији наставних база „Мајданпечка домена“ и „Гоч“ односно газдинских јединица „Црна река“ и „Гоч-Гвоздац А“, којима газдује Шумарски факултет Универзитета у Београду.

4.1. ГЈ „Црна река“

Газдинска јединица „Црна река“ лежи у североисточном делу Србије, на огранцима Хомољских планина. Заузима простор између 44°18' и 44°22' северне географске ширине и 19°31' и 19°36' географске дужине. Ова шума се налази на територији СО „Мајданпек“ и у целини припада катастарској општини Дебели Луг. Као шума посебне намене не улази у састав Севернокучајског шумског подручја.

Укупна површина ове газдинске јединице износи 2.073,41 ха. У табелама 18 и 19 приказана је структура површина по обраслости и структура обраслих површина по пореклу.

Табела 18: Структура површина по обраслости

СТРУКТУРА ПОВРШИНА ПО ОБРАСЛОСТИ	Површина (ха)	Површина (%)
1. Шумом обрасле површине	1.952,68	94,2
2. Шумске културе	7,59	0,4
Укупно обрасла површина	1.960,27	94,5
3. Шумско земљиште	3,02	0,1
4. Неплодно	33,12	1,6
5. Земљиште за остале сврхе	76,40	3,7
6. Заузеће (земљиште за остале сврхе)	0,60	0,0
Укупно необрасла површина	113,14	5,5
Укупно	2.073,41	100,0

Табела 19: Структура обраслих површина по пореклу

Структура обраслих површина по пореклу	Површина (ха)
1. Високе природне састојине тврдих лишћара	1632.16
2. Вештачки подигнуте састојине тврдих лишћара	57.91
3. Вештачки подигнуте састојине меких лишћара	6.91
4. Вештачки подигнуте састојине четинара	158.72
5. Шикаре	22.82
6. Шибљаци	81.75
УКУПНО:	1960.27

Приватни посед енклавиран у овој газдинској јединици, обухвата 86,28 ха, а највећим делом га чине њиве (58,81 ха), дрвореди (7,61 ха), спортско игралишта (6,67 ха), далеководи (3,65 ха), потоци (4,24 ха), путеви (2,45 ха), гробље (0,35 ха), ливаде (0,29 ха), одељак за крупну дивљач (1,36 ха), пашњак (0,18 ха), виногради (0,37 ха), зграде и други објекти са окућницом (0,30 ха).

4.1.1. Орографски услови

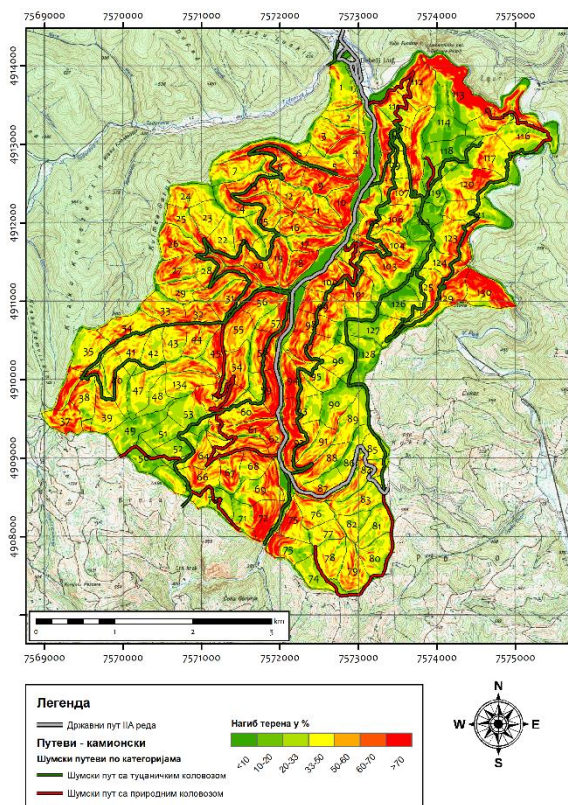
Ова газдинска јединица одликује се великом купираношћу терена. Средином овог комплекса шуме тече Црна река са многим поточима са леве и десне стране. Паралелно са њом, али нешто краћег тока пружа се Јеленов поток који се као и Црна река улива у Велики Пек. Са десне старне уздижу се стме кратке косе преко Јеленске Чуке до Чока Горуна, а са леве стране Сеоски гробен до врха Бреза. Све косе које полазе од потока су кратке у почетку врло стрме, а затим имају благ успон.

На гробену са десне стране Црне реке на месту зв. „Вртаче“ запажају се многобројна секундарна удубљења и узвишења где се појављује велики број вртача левкастог облика различите величине. Сличне појаве вртача запажене су у пределу "Фељешана" односно изнад њеног изворног дела.

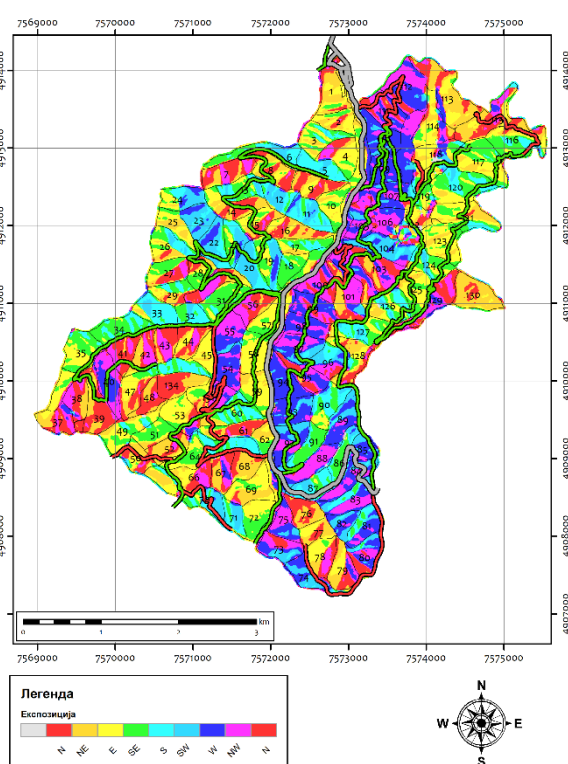
Главни гробен као и Црна река имају приближно правац север - југ. Лева страна је веома разуђена где се јавља велики број потока: Морминац, Ал Маре, Плуту, Врба, Бреза, Фељешана, Реу, Слатина и Љицукији, који дубоко усецају своја корита.

Висинска разлика у оквиру ове шуме креће се у границама од 300 - 800 m. Најмања тачка је почетак „Сеоског гребена“ у Тодоровој реци 297 m, а највиша врх „Брезе“-811 m.

Карта 1: Карта нагиба у ГЈ „Црна река“



Карта 2: Карта експозиција у ГЈ „Црна река“



4.1.2. Геолошка подлога и земљишне творевине

Геолошку подлогу Факултетске шуме – ГЈ „Црна Река“ чине протерозојски кристалисти шкриљци високог и ниског степена метаморфизма и метакарбонати, палеозојски габрови, гранити и пергамтити, јурски кречњаци и пешчари и кречни конгломерати, песковити конгломерати, конгломератични пешчари, кварцни пешчари, лискуновито - карбонантни пешчари, лапоровити пешчари, андезити, вулканске брече и туфови (Марић, Л. и др. 1962.; Стејскал и др. 1968.).

У току 1988. (Јовић, Н.; Кнежевић, М.) у истраживањима која су обухватила источну Србију, започета су нова проучавања на теренима Мајданпечке Домене. У

првом реду проучава су земљишта у шумама букве, али нешто (знатно мање) и у шумама китњака и мешовитим шумама букве и китњака. Проучавана су земљишта на кречњацима, као и земљишта на силикатним стенама. Укупно је проучено, како на терену тако и у лабораторији, 32 педолошка профила. На проученом делу терена издвојена су следећа земљишта:

1. Земљишта на кречњаку
2. Земљишта на силикатним стенама
3. Делувијуми

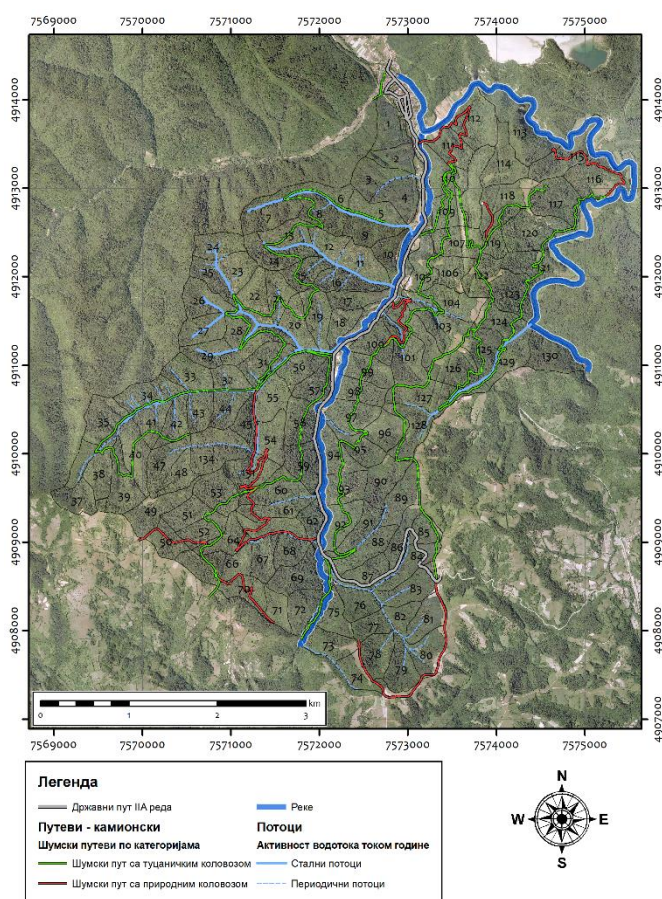
4.1.3. Хидролошко хидрографске прилике

Црна река са својим притокама које прима са леве и десне стране као и Јеленски поток који се директно улива у Велики поток чине хидролошку мрежу овог комплекса.

Потоци су доста богати водом нарочито леве притоке. Ниво подземних вода није утврђен, али се на основу извесних посматрања може уочити већи број извора, који се одликују већим протоком ако се појављују на граници између кречњачких формација и других представника сенонских пешчара.

Извори који се јављају на кристалистим шкриљцима махом су гравитационог порекла и сиромашнији су водом, а још мање воде имају кречњачки предели због заступљености велике количине пора.

Карта 3: Хидролошка мрежа у ГЈ „Црна река“



4.1.4. Типови шума Мајданпечке домене

Најзаступљенији тип шуме у овој газдинској јединици је тип планинске шуме букве (*Fagetum moesiacaе montanum typicum*) на дубоким дистричним (понекад еутричним) смеђим земљиштима који покрива 21,40% обрасле површине. Такође, на знатној површини (19,62%, односно 8,99%) заступљени су и типови брдске шуме букве са вијуком (*Fagetum moesiacaе submontanum drymetosum*) на плитком и скелетном смеђем земљишту и ацидофилне шуме букве са бекицом (*Luzulo-Fagetum moesiacaе montanum*) на киселим смеђим земљиштима. Поред доминатне заступљености типова букве на овом простору, јављају се и типови храстових шума, а највећу површину заузимају тип шуме китњака (*Quercetum montanum typicum*) на киселом смеђем и лесивираним киселом смеђем земљишту (5,82%) и тип китњака са белом липом (*Quercetum montanum tilietosum tomentosae*) на умерено скелетном, претежно дубоким киселим смеђим земљиштима (5,66%).

Табела 20: Типолошка припадност

Типолошка припадност		Површина	
		ha	%
13	Тип шуме беле врбе (<i>Salicetum albae</i>) на рецентном, влажном и слојевитом алувијалном наносу	12.26	0.63
264	Тип шуме китњака и граба (<i>Quercus-Carpinetum</i>) на серпентинском делувијуму	38.32	1.95
265	Тип шуме китњака и граба малих надморских висина (<i>Quercus-Carpinetum hygrophyllum</i>) на различитим земљиштима	57.00	2.91
421	Тип шуме црног граба, црног јасена и јоргована (<i>Fraxineto-carpinetum syringetum</i>) на скелетним земљиштима на кречњаку.	76.64	3.91
434	Тип шуме грабића са храстовима (<i>Carpinus orientalis-Polyquercetum</i>) на степској рендзини и смеђем киселом земљишту на кречњаку	41.09	2.10
467	Тип шуме китњака и цера (<i>Quercetum petraea-cerris</i>) на лесивираним смеђим земљиштима на кречњаку и серпентину	10.30	0.53
482	Тип шуме китњака (<i>Quercetum montanum typicum</i>) на киселом смеђем и лесивираним киселом смеђем земљишту	114.03	5.82
483	Тип шуме китњака (<i>Quercetum montanum typicum</i>) на киселим (понекад еутричним) смеђим земљиштима.	37.24	1.90
486	Тип шуме китњака са бекицом (<i>Quercetum montanum luzuloetosum</i>) на средње дубоким до дубоким скелетним киселим смеђим земљиштима	35.72	1.82

487	Тип шуме китњака са белом липом (<i>Quercetum montanum tilietosum tomentosae</i>) на умерено скелетном, претежно дубоким киселим смеђим земљишима	110.97	5.66
488	Тип шуме китњака са грабом (<i>Quercetum montanum carpinetosum betuli</i>) на еутричним смеђим земљишима на метагброидима.	1.90	0.10
604	Тип шуме букве и китњака (<i>Quercus-Fagetum</i>) на дубоким, умерено скелетним, дистричним, еутричним смеђим земљишима и делувијуму	154.43	7.88
630	Тип брдске букве са вијуком (<i>Fagetum moesiacaе submontanum drymetosum</i>) на плитком и скелетном смеђем земљишту на кречњаку	34.90	1.78
633	Тип брдске шуме букве (<i>Fagetum moesiacaе submontanum - dentarietosum bulbiferae</i>) на дубоким и врло дубоким смеђим земљишима на кречњаку	82.54	4.21
634	Тип брдске шуме букве са вијуком (<i>Fagetum moesiacaе submontanum drymetosum</i>) на плитком и скелетном смеђем земљишту	384.54	19.62
636	Тип планинске шуме букве (<i>Fagetum moesiacaе montanum typicum</i>) на дубоким дистричним (понекад еутричним) смеђим земљишима	419.46	21.40
637	Тип планинске шуме букве (<i>Fagetum moesiacaе montanum typicum</i>) на делувијуму	15.05	0.77
638	Тип планинске шуме букве са грабом (<i>Fagetum moesiacaе montanum carpinetosum betuli</i>) на ранкерима (хумусно-силикатним земљишима)	97.03	4.95
654	Тип шуме букве и граба са племенитим лишћарима (<i>Fagetum moesiacaе carpinetosum betuli</i>) на киселим смеђим земљишима	34.54	1.76
661	Тип ацидофилне шуме букве са бекицом (<i>Luzulo-Fagetum moesiacaе montanum</i>) на киселим смеђим земљишима	176.30	8.99
662	Тип ацидофилне шуме букве са маховинама (<i>Musco-Fagetum</i>) на јако киселим смеђим земљишима	26.01	1.33
Укупно:		1960.27	100.00

4.1.5. Стање шума по наменским целинама

Све шуме ове газдинске јединице сврстане су у наменске целине "10" - производња техничког дрвета, "26" – заштита земљишта од ерозије и "61" строги резерват природе I степена заштите. Структура и заступљеност површине, запремине и запреминског прираста по појединим наменским целинама приказан је у Табели 21:

Табела 21: Намена шума према наменским целинама

Основна намена	Површина		Запремина			Запремински прираст		
	ha	%	m ³	%	m ³ /ha	m ³	%	m ³ /ha
„10“	1840.42	93.9	343356.6	97.9	186.6	7731.7	98.7	4.2
„26“	104.57	5.3						
„61“	15.28	0.8	7209.6	2.1	471.8	98.1	1.3	6.4
Укупно:	1960.27	100.0	350566.2	100.0	178.8	7829.8	100.0	4.0

Према претходном табеларном прегледу у овој газдинској јединици у просторном и функционалном смислу апсолутно доминира наменска целина – «10» која покрива 93,9% обрасле површине ове газдинске јединице. На 0,8% обрасле површине налази се строги резерват природе I степена заштите «Фељешана», док је преосталих 5,3% обрасле површине у функцији заштите земљишта од ерозије «26». Међутим, како је ова газдинска јединица на нестабилној подлози, са плитким испраним земљиштима и нагибима који условљавају површинске ерозионе процесе, то се о функцији заштите земљишта мора водити рачуна при свим планираним радовима при газдовању овим шумама, на читавој површини ове газдинске јединице.

Газдинску јединицу у целини карактерише релативно низак производни потенцијал с обзиром на доминацију састојина високог порекла. На овај закључак, пре свега, упућују вредности основних производних показатеља у шумама високог порекла: $v=186,6 \text{ m}^3/\text{ha}$ (а у државним шумама у Србији је $238 \text{ m}^3/\text{ha}$); $iv= 4,2 \text{ m}^3/\text{ha}$ (а у државним шумама у Србији је $6,0 \text{ m}^3/\text{ha}$).

4.2. ГЈ „Гоч-Гвоздац А“

Шума „Гоч – Гвоздац“ налази се између $43^{\circ}30'$ и $43^{\circ}35'$ северне географске ширине и између $18^{\circ}15'$ и $18^{\circ}30'$ географске дужине источно од Париза. Она обухвата скоро цео слив Гвоздачке реке, при чему А - јединица обухвата горњи, а Б - јединица доњи део овог слива.

Ова шума је део великог планинског масива Гоч - Жељин, који се протеже између Ибра и Западне Мораве. Према северу овај масив је повезан са планином Столови, а према југу се наслања на маркантан масив Копаоника.

Цела шума „Гоч-Гвоздац“ припада гравитационом подручју Гвоздачке реке, која се у доњем току зове Брезанска река. Главни извозни пут се не поклапа са током ове реке, због њеног клисурастог корита у доњем току већ из средине тока реке прелази преко „Пресла“ у слив реке Кобасице и гравитира ка Краљеву.

Укупна површина ове газдинске јединице (државни посед) износи 2993,27 ха. Газдинска јединица „Гоч-Гвоздац А“ је подељена на 138 одељења са просечном величином од 21,69 ха.

Табела 22: Структура површина по обраслости у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“

СТРУКТУРА ПОВРШИНА ПО ОБРАСЛОСТИ		
	ха	%
1. Шумом обрасле површине	2895,31	96,7
2. Шумске културе	3,70	0,1
Укупно обрасла површина	2899,01	96,8
2. Шумско земљиште	6,39	0,2
3. Неплодно земљиште	14,75	0,5
4. Земљиште за остале сврхе	73,12	2,5
Укупно необрасла површина	94,26	3,2
Укупно ГЈ:	2993,27	100,0

Табела 23: Структура обраслих површина по пореклу ГЈ „Гоч-Гвоздац А“

СТРУКТУРА ОБРАСЛИХ ПОВРШИНА ПО ПОРЕКЛУ		
	ха	%
1. Високе природне састојине тврдых лишћара	138,66	4,8
2. Високе природне састојине четинара	6,29	0,2
3. Високе природне састојине четинара и лишћара	2491,29	85,9
4. Вештачки подигнуте састојине четинара	262,77	9,1
УКУПНО:	2899,01	100,0

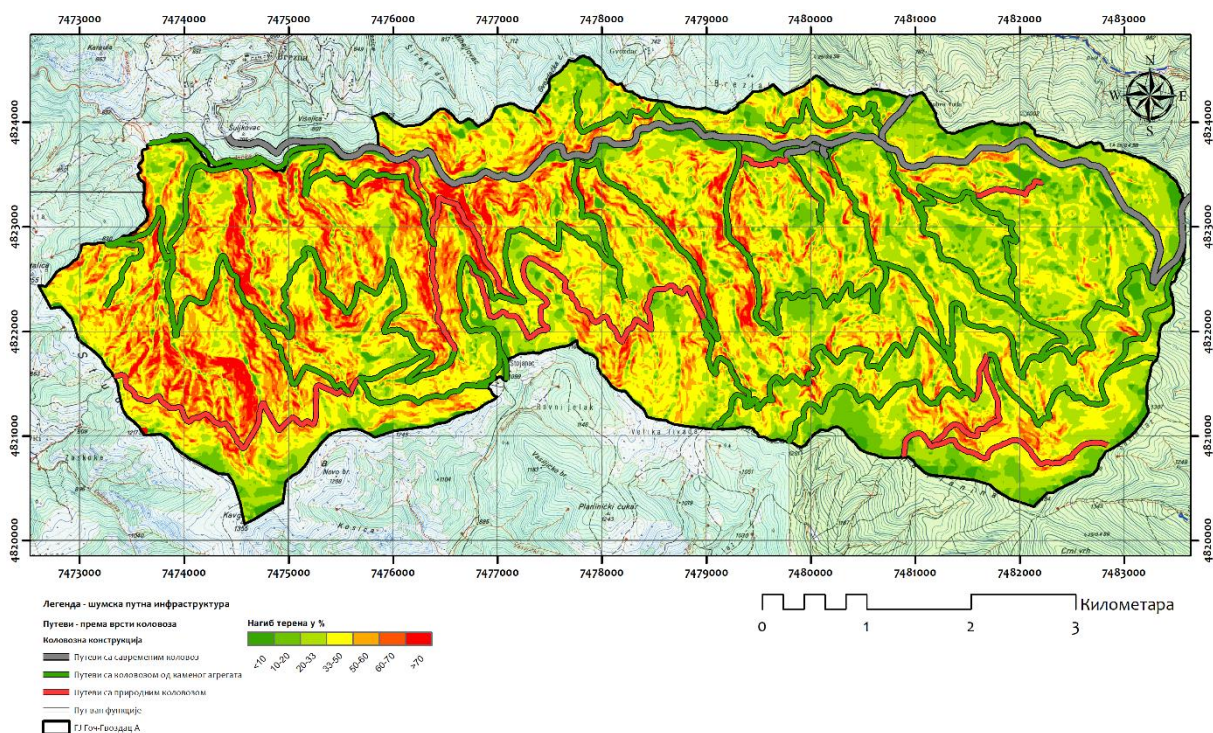
4.2.1. Орографски услови

У морфолошком погледу спада у категорију високих средњих планина. Терен је јако развијен и рељеф јасно изражен.

Најзначајнија карактеристика рељефа ових шума је специфична изграђеност слива сливног подручја Гвоздачке реке. На јужној страни налазе се високи планински гребени чија је надморска висина 1200 – 1500 m, где се истиче вис Црни Врх који је

изграђен од гранодиорита који чене језгро од кога се спуштају ка истоку, северу и западу дубоко засечени потоци који гравитирају ка Гвоздачкој реци. На северној страни слива је гребен – вододелница према реци Сокољи који је знатно нижи и где је надморска висина 800 – 1000 m. Оваква нагнутост терена условила је појаву дугих и јако изражених гребена на левој страни Гвоздачке реке који се спуштају са јужне вододелнице и између њих исто тако дуге и дубоке долине потока. Десна страна Гвоздачке реке је углавном без потока и коса.

Карта 4: Нагиби терена у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“



4.2.2. Геолошка подлога и земљишне творевине

На основу теренских и лабораторијских проучавања у буково - јеловим шумама (Јовић, Н., Кнежевић, М., 1982 - 1988. г.) издвојена су следећа земљишта:

1. Земљишта на грандиоритима, кварцдиоритима, леукограниту, пегматиту и сл.;
2. Земљишта на ритским и серицитским шкриљцима, на корнитима, амфиболитским корнитима, филитима и мермерисаним кречњацима; и
3. Земљишта на серпентиниту и перидотиту.

4.2.3. Хидролошко хидрографске прилике

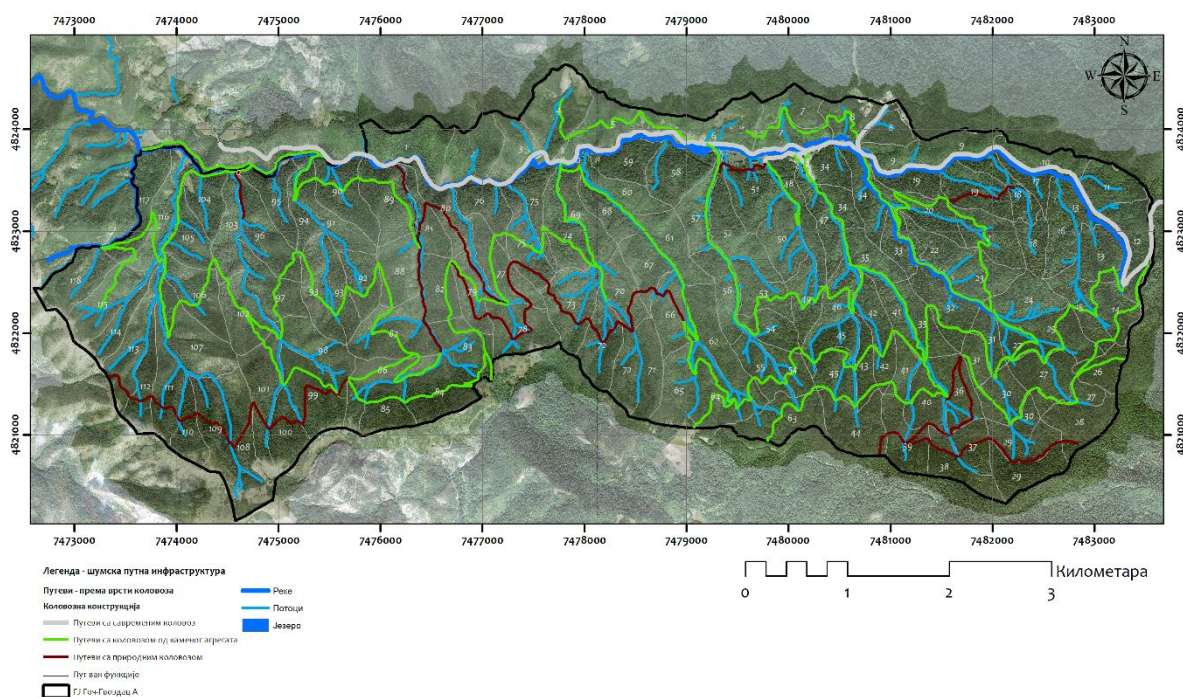
Шума Гоч - Гвоздац је веома богата водом, нарочито источна страна која се налази на гранодиоритној и филитној подлози. У овом делу подземне воде избијају на многим местима у виду извора (преко 160 евидентираних извора) па се са сигурношћу може говорити о сталности новоа подземних вода. Извори у овим геолошким формацијама су многобројни и богати водом и преко целе године снабдевају водом потоке који се сливају у Преровску реку, Белу реку, Гајовачу, Ћелави поток, Кобасички поток, Росинац, Буковац, Раковац, Тривуначки поток, Јелаче и др. који се сви уливају у Гвоздачку реку. У западном делу комплекса са серпентинском подлогом има доста потока али они најчешће пресушују преко лета.

Иако није законом утврђено, извориште Беле реке, подно границе 29/II одељења у овој газдинској јединици, каптирано је и служи за снабдевање питком водом Врњачке Бање. У том смислу су одељења 29/ I и 29/ II као природно прикупиште издвојена у водозаштитне шуме степена I по значају и налазе се у II степену заштите.

С обзиром на изражен рељеф у овој газдинској су јасно издиференцирани сливови:

1. Гвоздачке реке, одељења 1-8/ I , 34/1, 48-51, 58, 59, 76, 90, 96, 104, 117, 118;
2. Преровске реке, одељења 8/ II - 19/ II;
3. Беле реке, одељења 20 - 33/ I;
4. Гајеваче, одељења 34/ I - 47;
5. Суви поток, одељења 52 - 57;
6. Ћелави поток, одељења 60 - 68;
7. Бурмански поток, одељења 69 - 74;
8. Тодоров поток, одељења 77 - 80;
9. Кобасички поток, одељења 81 - 89;
10. Расинац, одељења 91 - 94;
11. Буковац, одељења 96 - 103;
12. Раковац, одељења 105 - 116.

Карта 5: Хидролошка мрежа у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“



4.2.4. Типови шума Гоч-Гвоздац

У целини гледано стање по појединим типовима шума се може сматрати повољним јер се најчешће ради о доминантној заступљености високих шума са врстама дрвећа које се као едификатори јављају у конкретним типовима, тј. доминантну заступљеност високих шума букве и јеле и високих пребирних шума јеле и букве на различитим земљиштима.

Табела 24: Типолошка припадност шума у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“

Типолошка припадност		Површина	
		ha	%
490	Тип шуме китњака већих надморских висина (<i>Quercetum montanum serpentinum</i>) на хумусно - силикатним и смеђим земљиштима на серпентину	241,00	8,3
685	Тип субалпске шуме букве (<i>Fagetum moesiacaе subalpinum typicum</i>) на црницама (рендзинама) и варијантама хумусно-силикатних и киселом смеђим земљишта	196,70	6,8
701	Тип шуме јеле и букве (<i>Abieti - Fagetum moesiacaе typicum</i>) на дубоким до врло дубоким киселим смеђим земљиштима на гранодиоритима и кварцдиоритима	53,42	1,8

702	Тип шуме јеле и букве (<i>Abieti - Fagetum moesiacaе typicum</i>) на средње дубоким киселим смеђим земљиштима на гранодиоритима и кварцдиоритима	413,07	14,2
703	Тип шуме јеле и букве са вијуком (<i>Abieti - Fagetum moesiacaе drymetosum</i>) на скелетним киселим смеђим земљиштима на гранодиоритима и кварцдиоритима	69,20	2,4
704	Тип шуме јеле и букве (<i>Abieti - Fagetum moesiacaе typicum</i>) на делувијуму (у потоцима)	11,61	0,4
705	Тип шуме јеле и букве (<i>Abieti - Fagetum pauperum</i>) на дубоким киселим смеђим земљиштима на шкриљцима и метаморфним стенама	388,67	13,4
721	Тип шуме јеле и букве са вијуком (<i>Abieti - Fagetum moesiacaе drymetosum</i>) на хумусно - силикатним и плитким киселим смеђим земљиштима на шкриљцима и контактено - метаморфним стенама	82,37	2,8
722	Тип шуме јеле и букве (<i>Abieti - Fagetum pauperum</i>) на средње дубоким еутричним и дистричним смеђим земљиштима	96,40	3,3
723	Тип шуме јеле и букве (<i>Abieti - Fagetum moesiacaе luzuletosum</i>) на екстремно киселим и оподзољеним киселим смеђим земљиштима на кварцитима	46,15	1,6
727	Тип шуме јеле и букве (<i>Abieti - Fagetum serpentanicum caricetosum silvaticae</i>) на дубоким смеђим до лесивираним смеђим земљиштима на серпентиниту и на серпентинитском делувијуму	569,07	19,6
728	Тип шуме јеле и букве (<i>Abieti - Fagetum serpentanicum Typicum</i>) типично посмеђеним и на скелетним смеђим земљиштима на серпентиниту	536,43	18,5
729	Тип шуме јеле и букве (<i>Abieti Fagetum quercetosum daleshampi</i>) на скелетно смеђим земљиштима на серпентиниту	194,92	6,7
Укупно:		2899,01	100,0

4.2.5. Стање шума по наменским целинама

Додељивањем газдинске јединице "Гоч - Гвоздачка река" Шумарском факултету за потребе науке и наставе Одлуком Извршног Већа НР Србује (ИВ бр. 733/1 од 22.X.1956. год.) одређена је и **глобална намена овог комплекса, а тиме и ове газдинске јединице, а то је Наставна база („27“)**. У оквиру исте до проглашења Специјалног резервата природе „Гоч - Гвоздац“ 2014. године, биле су издвојене следеће наменске целине:

- Наменсак целина "10" - Производња техничког дрвета;
- Наменска целина "17" - Семенске састојине;
- Наменска целина "19" - Заштита вода (водоснабдевање) I степен;

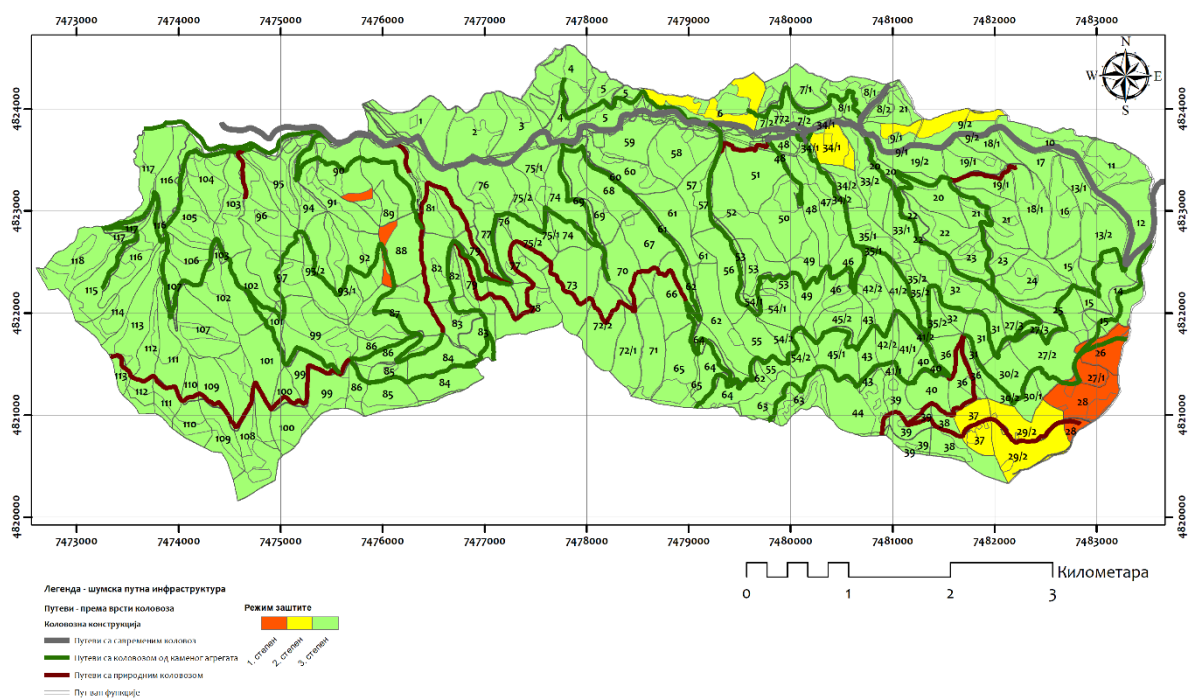
- Наменска целина "26" - Заштита земљишта I степен;
- Наменска целина "71" - Научно - истраживачка површина;
- Наменска целина "86" - Научно - истраживачки резерват;

Шуме ове газдинске јединице према основној намени сврстане су у следеће наменске целине: „55“ специјални резерват природе – I степен заштите, „56“ специјални резерват природе – II степен заштите и „57“ специјални резерват природе – III степен заштите. Структура и заступљеност површина, запремине и запреминског прираста по наменским целинама приказан је у следећем табеларном прегледу:

Табела 25: Наменске целине у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“

Основна Намена	Површина		Запремина			Запремински прираст		
	ha	%	m³	%	m³/ha	m³	%	m³/ha
Намена 55	52,45	1,8	12.902,9	1,28	246,0	268,7	1,26	5,12
Намена 56	101,71	3,5	35.022,1	3,48	344,3	686,6	3,21	6,75
Намена 57	2.744,85	94,7	958.072,8	95,24	349,0	20.442,6	95,54	7,45
Укупно:	2.899,01	100,0	1.005.997,8	100,00	347,0	21.398,0	100,00	7,38

Карта 6: Режији заштите у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“



5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

5.1. Отвореност ГЈ „Црна река“ саобраћајницама

На подручју ГЈ „Црна река“ евидентирано је 19 путних праваца са укупном дужином од 61,24 km. У односу на податке из 2018. године, стање мреже шумских путева значајно је поправљено изградњом 3,81 km шумског пута и реконструкцијом 7,75 km. Дужина путева по категоријама сада износи:

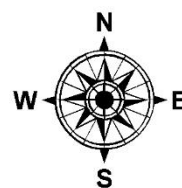
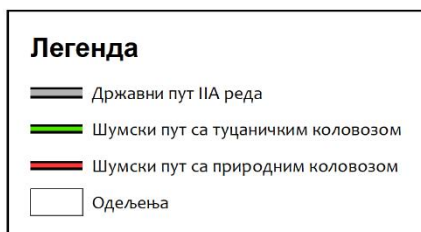
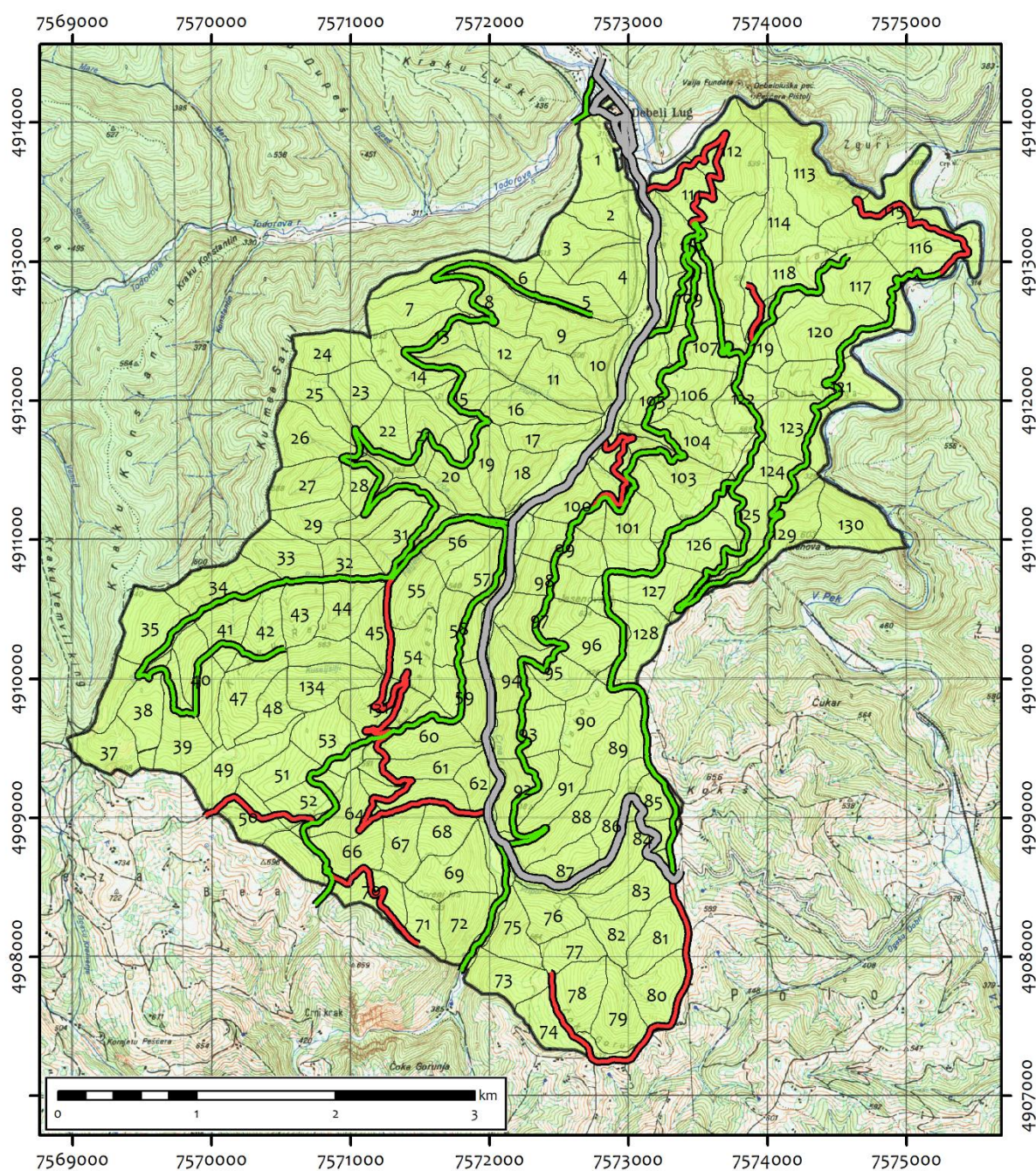
1. путеви са савременим коловозом – 7,96 km,
2. путеви са коловозом од каменог агрегата – 38,26 km, и
3. путеви са природним коловозом – 15,02 km.

Табела 26: Списак путних праваца у ГЈ „Црна река“

Ознака	Назив пута	Коловозна конструкција	Укупна дужина [km]	Дужина кроз ГЈ [km]	Дужина границом ГЈ [km]
1.	Дебели Луг – Лесково	С	7,96	7,96	-
2.	Црна река – Средњи пут	П	1,92	1,52	0,40
3.	Расадник – Пустинац	Т-П	10,38	10,04	0,34
4.	Чворна тачка 107, 119, 122 – Репетитор	Т-П	0,63	0,63	-
5.	Појана Лунга – Пустинац	Т	1,16	1,16	-
6.	Средњи пут	Т	7,16	7,16	-
7.	Мост – Средњи пут	П	1,25	1,25	-
8.	Крак фунзар – Јеленов поток	Т	3,95	2,48	1,47
9.	Пилана – Бреза	Т	4,52	4,52	-
10.	Пилана – Врба	Т	4,60	4,60	-
11.	Фељешана – Бреза	П	2,24	2,24	-
12.	Фељешана – Поток Бреза	Т	2,84	2,84	-
13.	Поток Бреза – Краку Реу	Т	0,94	0,94	-
14.	Бреза – Ливаде	П	0,91	0,91	-
15.	Бреза – Црвени крш	П	1,13	0,54	0,59
16.	Припор – Црна река	Т	1,05	1,05	-
17.	Крак фунзар – Чока Горун	Т-П	2,54	0,70	1,84
18.	Краку Фељешан – Црна река	П	2,25	2,25	-
19.	Врба – Поток Алмари	Т	3,81	3,81	-

С – савремена кол. конструкција, Т – кол. конструкција од каменог агрегата (туцаника),
 П – кол. конструкција од природног материјала

Карта 7: Мрежа шумских путева у ГЈ „Црна река“



5.1.1. Анализа постојеће мреже шумских путева

5.1.1.1. Густина мреже шумских путева

При одређивању густине мреже шумских путева, у обзир су узети сви путеви чији конструктивни елементи омогућавају пролазак камиона, без обзира на тип коловозне конструкције. Путеви који пролазе кроз газдинску јединицу узети су у обрачун са 100% своје дужине, а путеви који се протежу границом газдинске јединице, у обрачун су узети са 50% своје дужине. Овако израчуната густина мреже путева износи 27,39 m/ha.

Густина мреже путева који су проходни током читаве године (савремени и шумски путеви са коловозом од каменог агрегата) износи 22,05 m/ha.

5.1.1.2. Релативна отвореност

Релативна отвореност одређена је постављањем бафер зона различите ширине око шумских путева, а израчуната је као однос површине које покрива бафер зона и укупне површине газдинске јединице. Изградњом 3,81 km шумског пута у делу ГЈ који је до сада био потпуно неотворен шумским путевима, релативна отвореност значајно је повећана и у 3 од 4 категорије има оцену одлична (5). У табели 27 дате су релативне отворености за различите ширине бафер зона:

Табела 27: Релативна отвореност ГЈ „Црна река“ примарном мрежом путева

Ред. бр.	Ширина бафера	Површина бафер зоне	Релативна отвореност	Оцена релативне отворености
	m	ha	%	
1	200	1.573,31	72,50	Добра (3)
2	300	1.886,05	86,91	Одлична (5)
3	400	2.052,14	94,57	Одлична (5)
4	500	2.129,43	98,13	Одлична (5)

5.1.1.3. Квалитет путева

У преходном периоду, а нарочито између 1980. и 1990. године, интензивно се радило на градњи шумских путева на подручју ГЈ „Црна река“. Путеви су углавном грађени на основу претходно израђених извођачких пројеката, у складу са

правилницима који су тада били на снази, а грађени су са конструктивним елементима који су омогућавали несметано кретање соло камиона.

Након тога уследио је период знатно мањег улагања у градњу и одржавање мреже шумских путева, што је резултовало погоршањем квалитативног стања мреже шумских путева. Бројни путни правци са изграђеним туцаничким коловозним застором током година су експлоатисани, а нису одржавани, па је квалитативна структура шумских путева постала изузетно лоша. До 2012. године, скоро сви шумски путеви у газдинској јединици припадали су категорији шумских путева без изграђеног коловозног застора. Од 2012. године кренуло се са реконструкцијом шумских путева, па је до данас реконструисано око 36 km и изграђено 3,8 km шумских путева.

Данас су само поједини путни правци остали у категорији шумских путева без изграђеног коловоза, а најчешће се ради о споредним, слепим или мање значајним путевима. На овим путевима кретање камионима је ограничено само на сушни (летњи) период године.

Шумски путеви у ГЈ „Црна река“ (фото: Д. Стојнић)



Слика 2: Шумски пут „Фељешана - Поток Бреза“



Слика 3: Шумски пут „Припор - Црна река“



Слика 4: Шумски пут „Пилана – Бреза“



Слика 5: Шумски пут „Средњи пут“



Слика 6: Шумски пут "Пилана - Врба"



Слика 7: Шумски пут "Врба - Поток Алмари"

Шумски пут „Средњи пут“ у ГЈ „Црна река“ (фото: Д. Стојнић)



Слика 8: Пре реконструкције (пролеће 2017. год)



Слика 9: Након реконструкције (јесен 2017. год)

5.1.1.4. Удаљеност одсека од шумских путева

За све одсеке у газдинској јединици, без обзира да ли је у њима планирано спровђење сеча или није, одређено је њихов тежиште и најкраће линеарно растојање

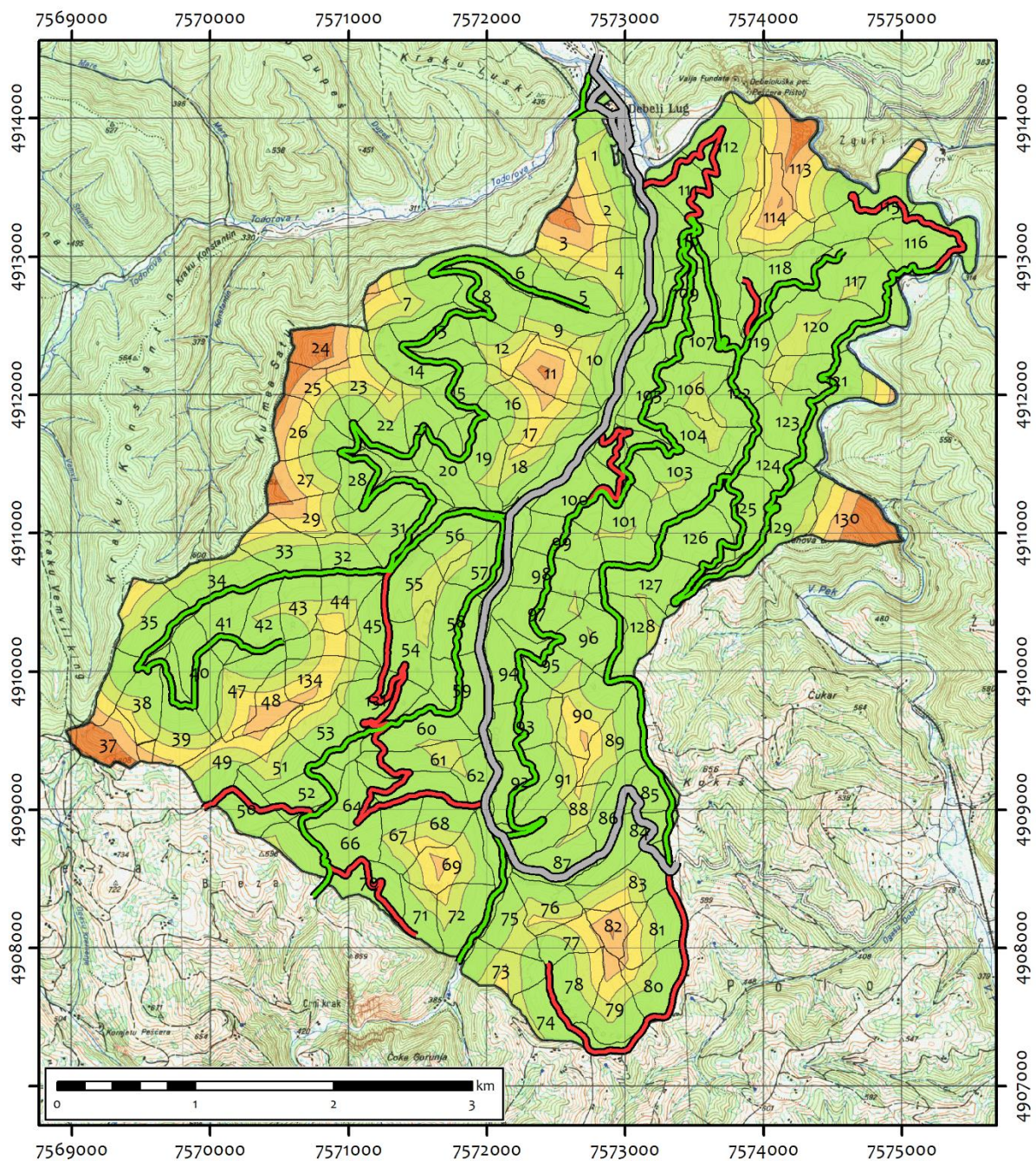
до шумског пута. Просечно линеарно растојање од тежишта одсека до шумских путева износи 134,04 m.

Просечна удаљеност површина од шумских путева одређена је и на основу еуклидске дистанце, при чему је површина газдинске јединице преведена у растер са димензијом ћелија 10 x 10 m, односно површине 100 m². Просечна линеарна удаљеност ћелија растера од шумских путева износи 142,09 m, што приближно одговара и просечној линеарној удаљености од тежишта одсека до шумског пута.

5.1.1.5. Средња транспортна дистанца

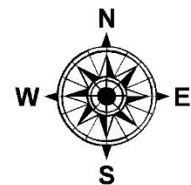
Средња транспортна дистанца израчуната је методом тежишта одсека. У овом случају у обзир се узимају само одсеци у којима је планирана спровђење сеча у текућем уређајном периоду. Просечна линеарна транспортна дистанца од тежишта одсека до најближег шумског пута износи 149,62 m. Укључивањем количине сечивог етата као пондера у рачун, добија се да је средња линеарна дистанца 168,26 m, а укључивањем и коефицијента корекције због конфигурације терена и заобилажења препрека (коэф. корекције = 2), добија се средња транспортна дистанца од 336,52 m.

Карта 8: Релативна отвореност шумским путевима у ГЈ „Црна река“

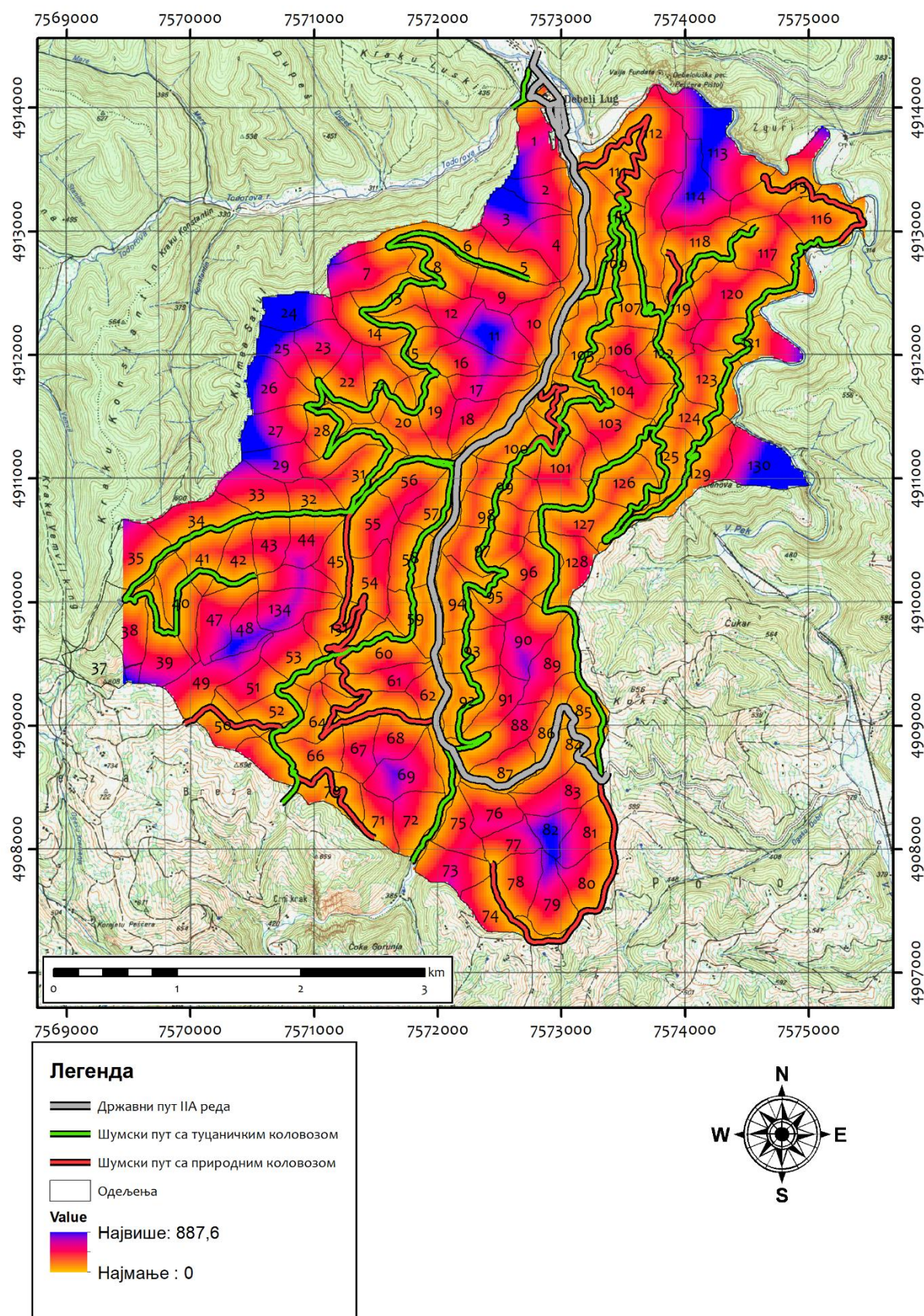


Легенда

- Државни пут IIА реда
- Шумски пут са туцаничким коловозом
- Шумски пут са природним коловозом
- Одељења
- Бафери 200 m
- Бафери 300 m
- Бафери 400 m
- Бафери 500 m



Карта 9: Еуклидске дистанце у ГЈ „Црна река“



5.1.1.6. Потреба за изградњом нових шумских путева

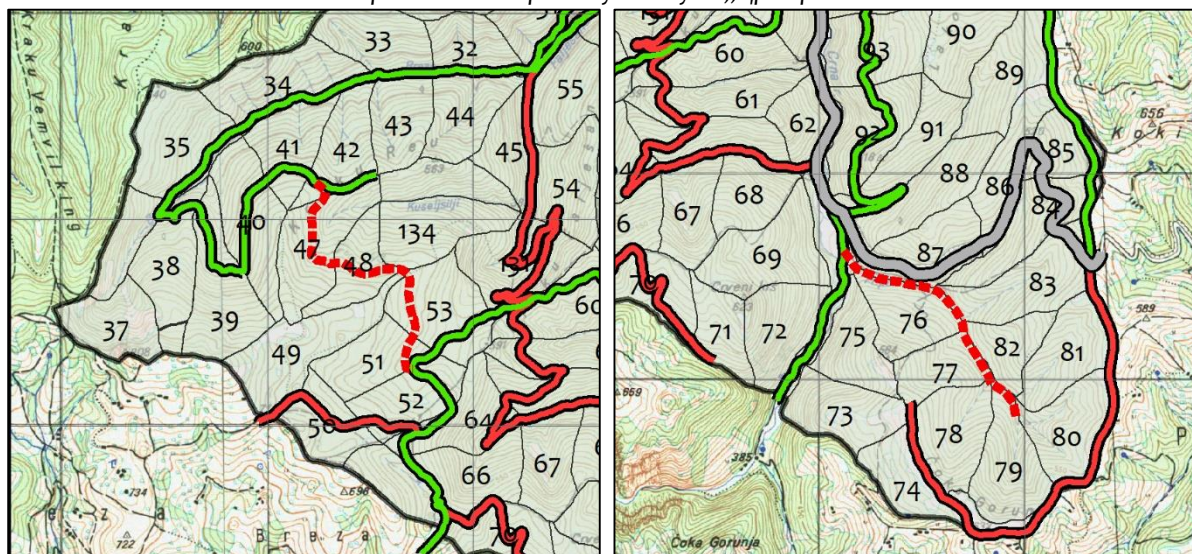
Иако је густина мреже шумских путева на завидном нивоу, у наредном периоду неопходно је изградити још два путна правца како би се отворили и делови газдинске јединице који су недовољно отворени. Анализом просторног распореда шумских путева, посебно кроз постављање бафер зона око шумских путева, уочавају се два недовољно отворена дела газдинске јединице. У том погледу, велики значај би било повезивање слепог шумског пута „Поток Бреза – Краку реу“ са шумским путем „Пилана – Бреза“, преко одељења 47, 48, 49, 52 и 53, како би се обезбедио кружни ток саобраћаја у овом делу газдинске јединице. Да би се смањили трошкови прве фазе транспорта у одељењима 76-83, како због саме транспортне дистанце тако и чињенице да се знатна количина дрвних сортимената тренутно привлачи узбрдо, у перспективи је потребно планирати градњу долиноског пута уз поток Припор.

Изградњом наведена два шумска пута укупне дужине 3,0 km густина мреже шумских путева повећала би се на 28,77 m/ha, а релативна отвореност била би следећа:

Табела 28: Потенцијална релативна отвореност ГЈ „Црна река“

Ред. бр.	Ширина бафера	Површина бафер зоне	Релативна отвореност	Оцена релативне отворености
	m	ha	%	
1	200	1.637,37	75,47	врло добра (4)
2	300	1.935,03	89,19	одлична (5)
3	400	2.066,62	95,26	одлична (5)
4	500	2.129,52	98,16	одлична (5)

Карта 10: Планирани путеви у ГЈ „Црна река“



5.1.2. Мрежа тракторских влака

Инвентура секундарне мреже путева – тракторских путева и влака извршена је целокупној површини ГЈ „Црна река“. Укупна дужина снимљених тракторских путева и влака износи 86.948 m, а појединачне дужине износиле су од свега 25 до чак 1.878 m. Просечна дужина тракторских путева и влака износи 280 m.

С обзиром на површину газдинске јединице од 2.170 ha, израчунато је да је густина секундарне мреже 40,07 m/ha. Посматрајући западну и источну страну газдинске јединице, које раздваја асфалтни пут, уочава се знатно већа отвореност западне стране секундарном мрежом путева (48,48 m/ha) у односу на источну (27,59 m/ha).

Релативна отвореност секундарном мрежом путева одређена је за ширине бафер зона од 80, 100 и 120 m, што представља двоструке дужине најчешће коришћених ужади витла. При прорачуну релативне отворености, бафер зоне постављене су око тракторских влака и шумских путева, с обзиром да се привлачење сортимената врло често обавља и са шумског пута.

Табела 29: Релативна отвореност ГЈ „Црна река“ примарном и секундарном мрежом путева

Ред. бр.	Ширина бафера	Површина бафер зоне	Релативна отвореност	Оцена релативне отворености
	m	ha	%	
1	80	1.544,84	71,19	Добра (3)
2	100	1.734,17	79,92	Врло добра (4)
3	120	1.871,67	86,25	Одлична (5)

Иако је густина секундарне мреже шумских путева релативно мала, због добре отворености примарном мрежом путева, релативна отвореност креће се од добре (за ширину бафера од 80 m) до одличне (за ширину бафера од 120 m). У односу на податке дате у годишњем извештају из 2018. године, када је у обзир узет само западни део ГЈ, релативна отвореност сада је већа, иако је густина секундарне мреже шумских путева мања. Разлог за ову појаву јесте добра отвореност примарном мрежом шумских путева источног дела ГЈ, али и изграђен шумски пут у дужини од 3,81 km у западном делу.

Анализом најкраћих линеарних дистанци од тежишта одсека у којима је планирано спровођење сеча до најближих шумских путева или влака, утврђена је просечна дистанца која износи 60,05 m. Увођењем количине сечивог етата као пондера, добија се просечна дистанца од 208,68 m. Да би се добила стварна средња дистанца привлачења, ову вредност потребно је увећати за коефицијент корекције.

Тракторске влаке у ГЈ „Црна река“ (фото: Д. Стојнић)



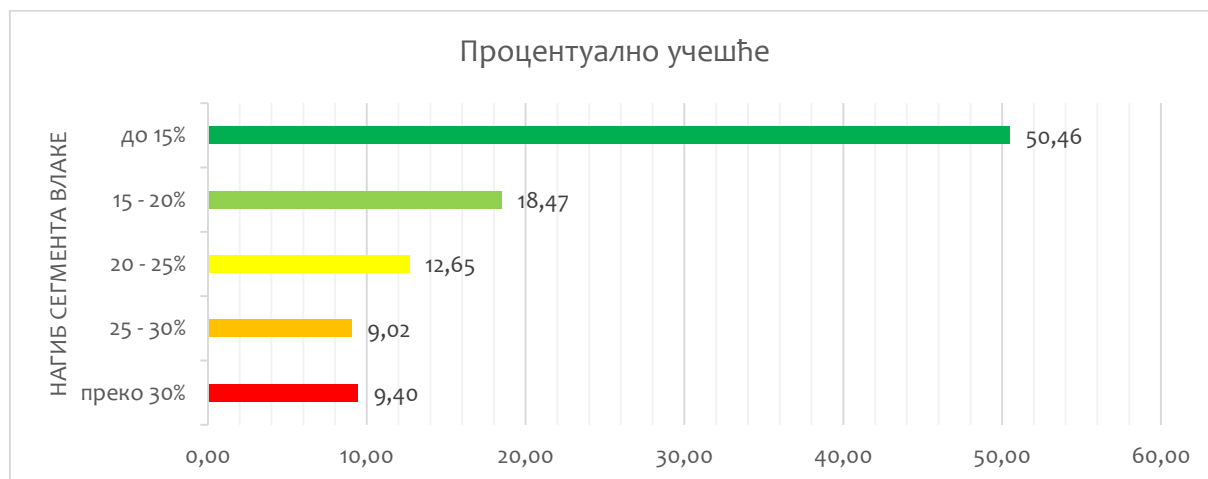
Слика 10: Тракторска влака у ГЈ „Црна река“



Слика 11: Веза тракторске влаке са шумским путем

Ради анализе уздужних нагиба тракторских влака, све снимљене влаке издељене су на сегменте дужине 50 m, након чега су одређени нагиби сваког сегмента. Нагиби сегмената влака представљени су на Графикон 1, као и на Карта 12.

Графикон 1: Процентуално учешће сегмената тракторских влака према уздужном нагибу



На графикону се уочава да више од половине укупне дужине тракторских влака (43.874 m) има уздужне нагибе испод 15%, што омогућава кретање и мањих адаптираних пољопривредних трактора чак и у неповољним временским условима. Око 16 km тракторских путева и влака има изражене уздужне нагибе (преко 25%), што са једне стране представља ограничавајући фактор код избора средстава рада, а са друге стране неповољно утиче и на ерозионе процесе и стварање наноса на шумским путевима.

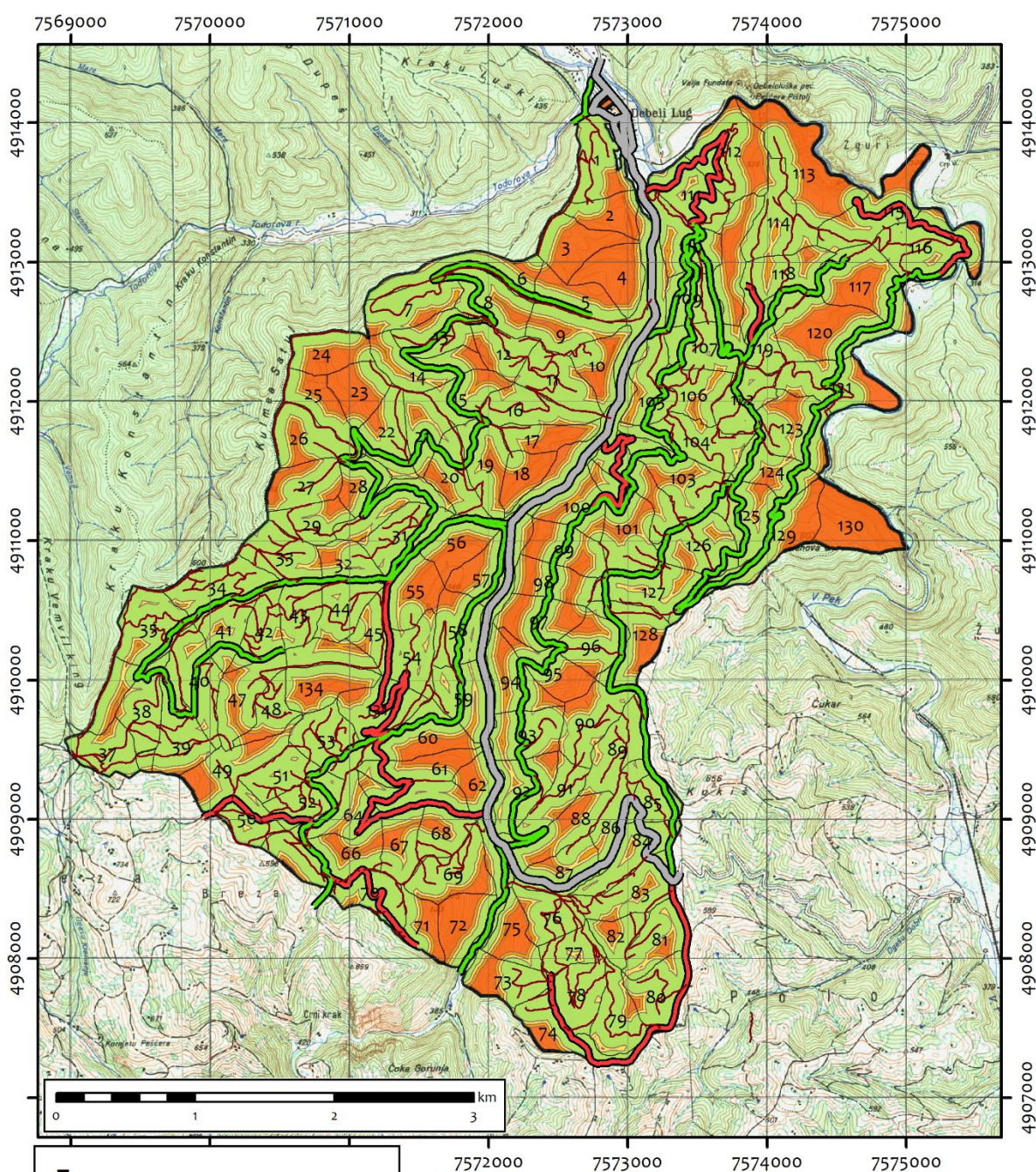
На Карта 14 приказана је отовреност одсека у којима су по основи газдовања планиране сече, односно доступност површина уколико се привлачење дрвних сортимената обавља само са шумских путева и тракторских влака.

Након анализе секундарне мреже путева, приступило се планирању нових траса тракторских влака. Приликом планирања тракторских влака водило се рачуна да уздужни нагиби влака не прелазе 20%, да влаке буду удаљене од водотока најмање 50 m, да је њихова изградња реално могућа, тј. да се не планира изградња влака на екстремним нагибима терена и да влаке што је могуће више отварају одсеке у којима су планиране сече у текућем уређајном периоду. Водећи се овим принципима пројектовано је око 18 km тракторских влака, при чему је густина секундарне мреже

повећана са 40,07 т/ха на 48,38 т/ха, а релативна отвореност за ширину бафера од 80 м са 71,19% на 79,35%.

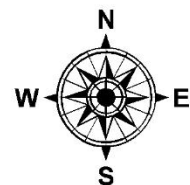
Ако се у обзир узму само они одсеци у којима је у текућем уређајном периоду планирано извођење сеча (1.201,37 ха), релативна отвореност ових одсека тренутном секундарном мрежом путева са ширином бафера од 80 м износи 72,30%, док би се изградњом планираних 18 km тракторских влака релативна отвореност повећала на 83,25%.

Карта 11: Бафер зоне око шумских путева и тракторских влака у ГЈ „Црна река“



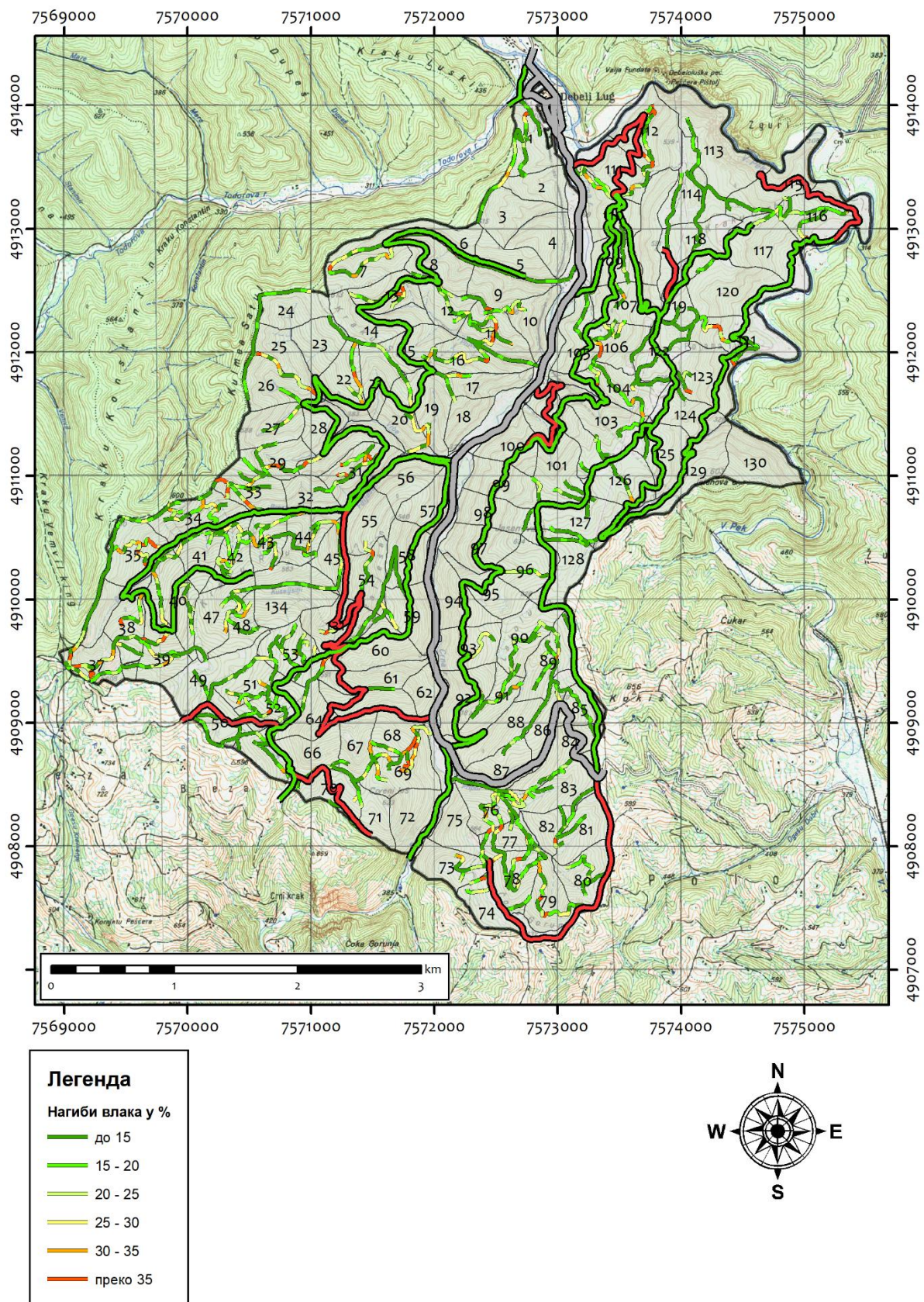
Легенда

- Тракторске влаке
- Државни пут IIА реда
- Шумски пут са туцаничким коловозом
- Шумски пут са природним коловозом
- Одељења
- Бафер 80 m
- Бафер 100 m
- Бафер 120 m

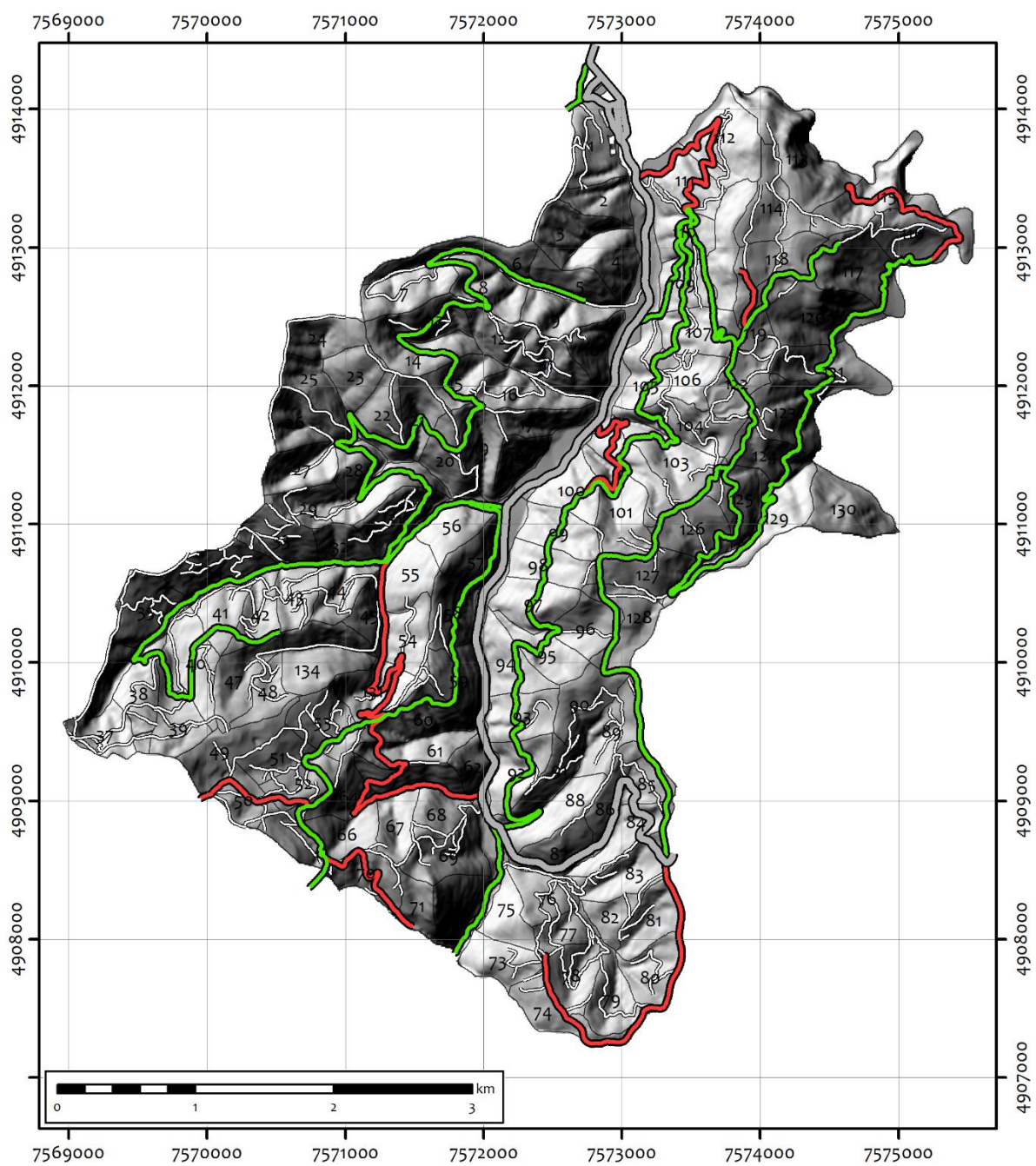


1:40.000

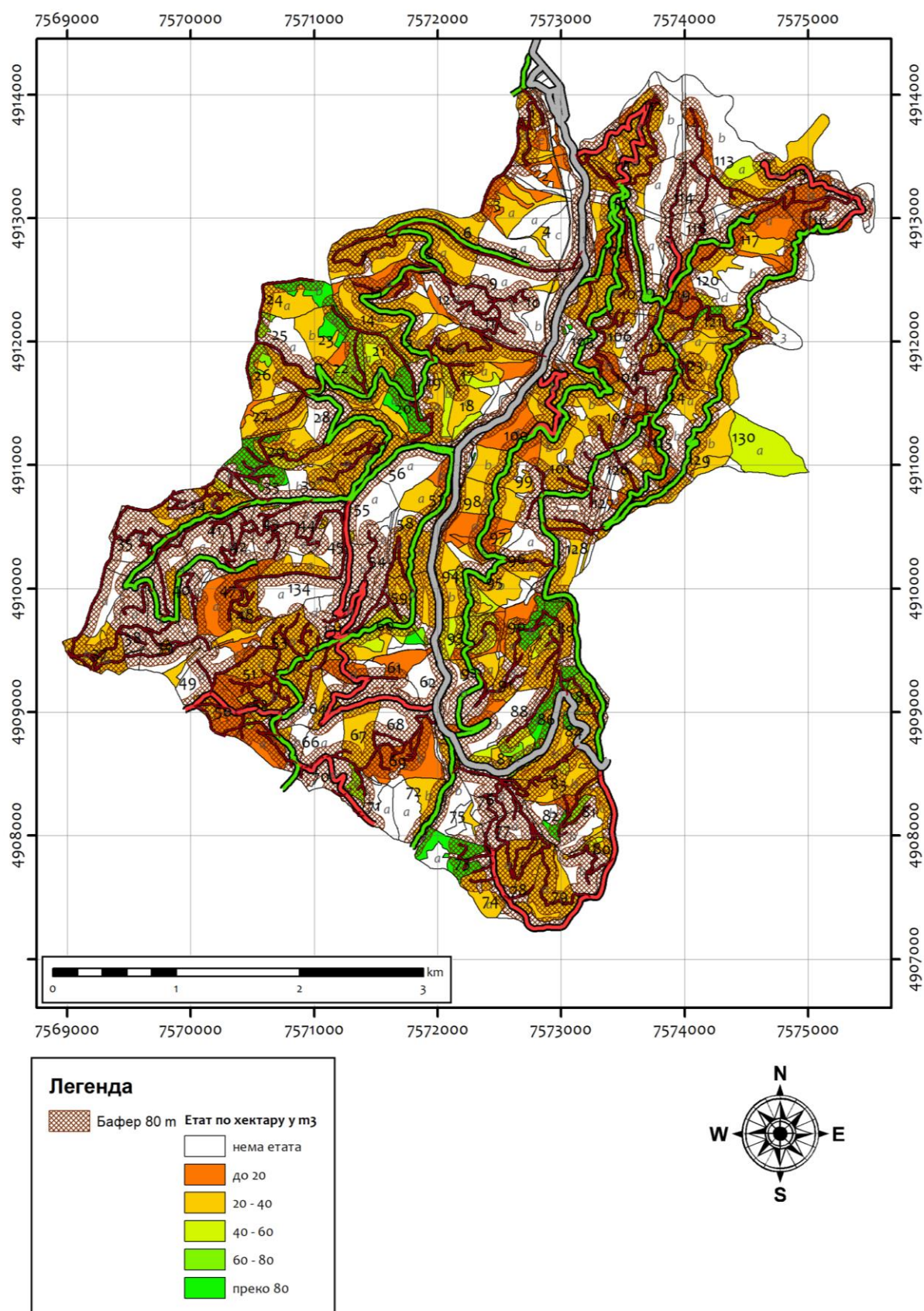
Карта 12: Уздужни нагиби тракторских влака по сегментима



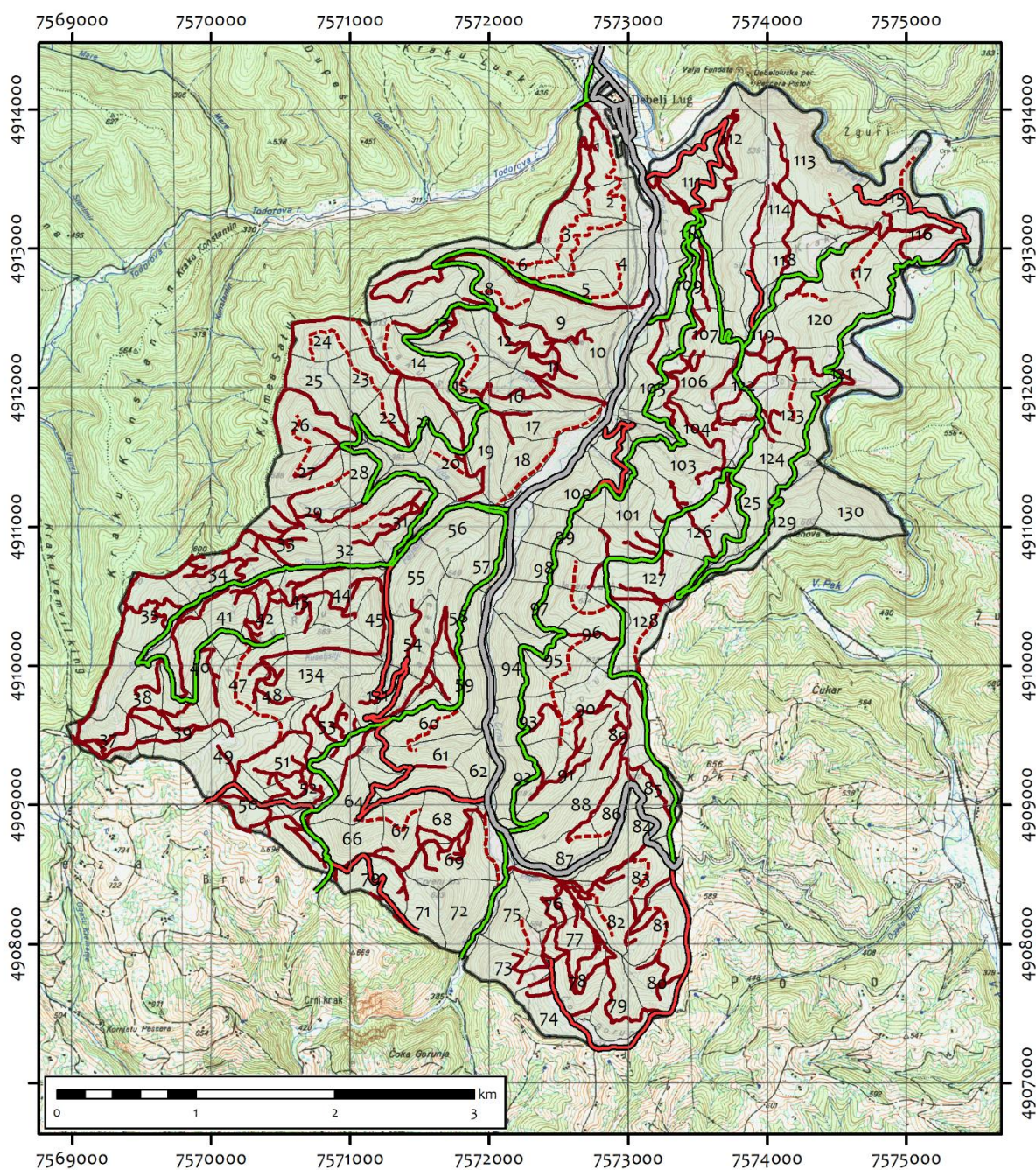
Карта 13: Положај тракторских влака у односу на рељеф ГЈ „Црна река“



Карта 14: Отвореност одсека у којима су планиране сече секундарном мрежом путева



Карта 15: Тренутна и планирана мрежа тракторских влака



Легенда

— Државни пут IIА реда

Путеви - камионски

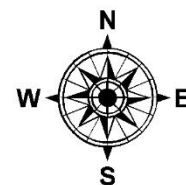
Шумски путеви по категоријама

— Шумски пут са туцаничким коловозом

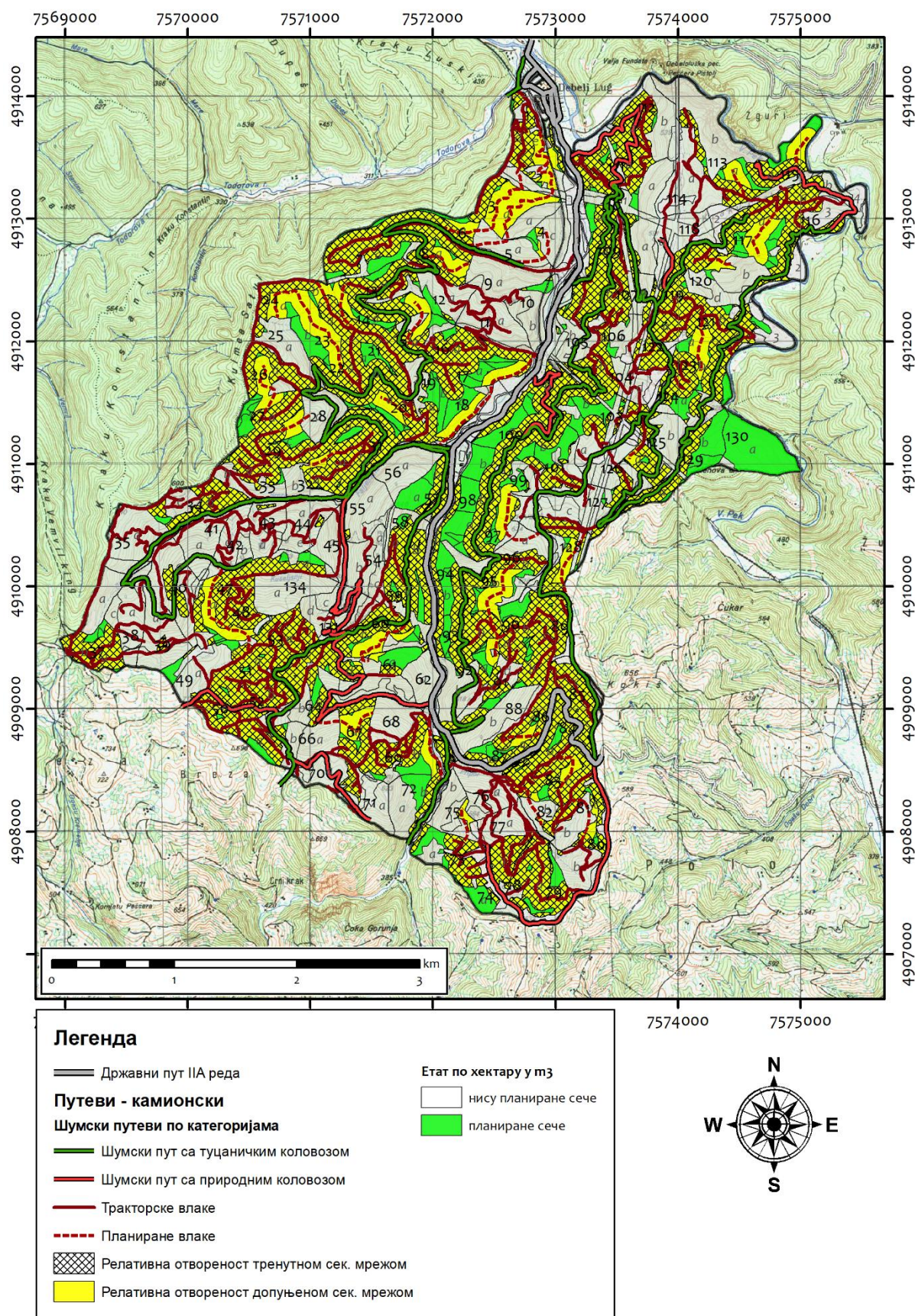
— Шумски пут са природним коловозом

— Постојеће влаке

--- Планиране влаке



Карта 16: Релативна отвореност одсека у којима је планирано извођење сеча



5.1.3. Стоваришта

Централно стовариште у ГЈ „Црна река“ је пилана, лоцирана у средишњем делу газдинске јединице, на асфалтном путу. Поред централног, евидентиран је већи број привремених стоваришта. Највећи број привремених стоваришта лоцирано је на укључивању тракторске влаке на пут, при чему нема посебно изграђеног проширења за привремено одлагање сортимената, већ се сортименти одлажу на банкину шумског пута. Стоваришта већег капацитета најчешће су лоцирана на местима укључивања сабирних влака на шумске путеве, на раскрсницама путева, окретницама, али и природним заравнима.

Привремена стоваришта у ГЈ „Црна река“ (фото: Д. Стојнић)



Слика 12: Привремено стовариште на тракторској влаци, непосредно уз шумски пут

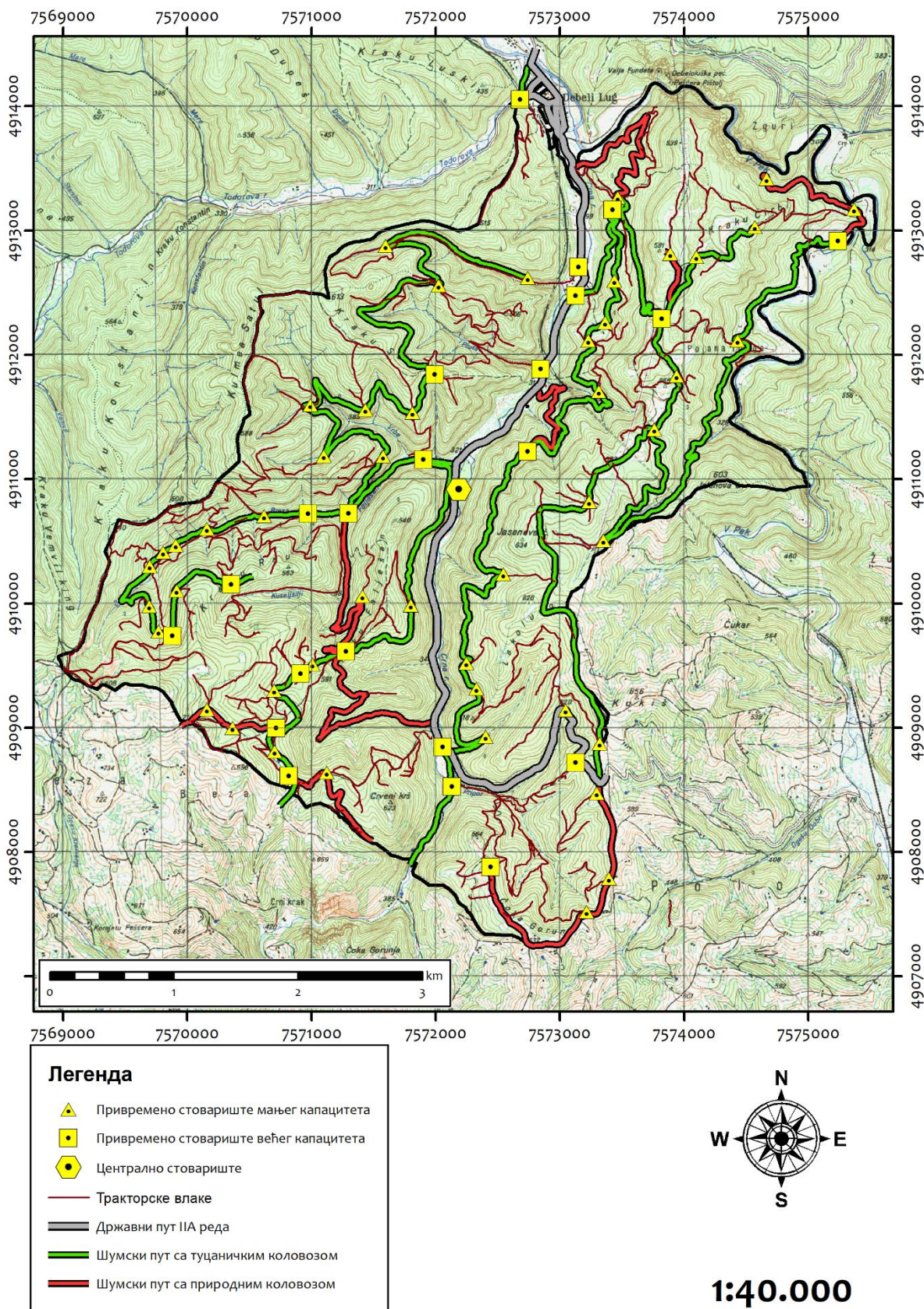


Слика 13: Привремено стовариште на шумском путу



Слика 14: Привремено стовариште већег капацитета

Карта 17: Карта стоваришта у ГЈ „Црна река“



5.2. Отвореност ГЈ „Гоч-Гвоздац А“ саобраћајницама

Инвентура путева у Газдинској јединици „Гоч-Гвоздац А“ извршена је у новембру 2018. године и при том је евидентирано 95,93 km путева, од којих 0,46 km путева тренутно није у функцији.

Веза са главним центрима потрошње остварује се преко државног пута IIА реда бр. 209 (Краљево - Брезна - Гоч - Станишинци), који се протеже северним делом газдинске јединице у дужини од 10,44 km. Од овог пута даље је развијена мрежа шумских путева и влака.

Подела путева према врсти коловозне конструкције:

1. Путеви са савременом коловозном конструкцијом – 11,57 km,
2. Путеви са коловозном конструкцијом од каменог агрегата – 65,11 km, и
3. Путеви са природним коловозом – 18,79 km.

Табела 30: Списак путева у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“

РБ	НАЗИВ ПУТА	КОЛОВОЗНА КОНСТРУКЦИЈА	ДУЖИНА [km]
1	Краљево - Брезна - Гоч - Станишинци (Државни пут IIА реда бр. 209)	С	10,44
2	Пирамида - Добре воде	С	0,55
3	Брезна - Брезанска река	Т	2,15
4	Брезанска река - Раковац	Т	5,69
5	Тодоров пут - Кашила	Т	1,27
6	Раковац - 115. одељење	Т	1,07
7	Брезна - Буковац	П	0,52
8	Тодоров поток - Росинац	Т/П	4,25
9	Буковац - Кобасички	Т	4,87
10	Стругара - Кобасички поток	Т/П/НФ	2,68
11	Кобасички поток - Раковац	Т	0,73
12	Стојанац - Цветалица	Т/П	5,76
13	Тодоров пут - Стојанац (Државни пут IIВ реда бр. 472)	Т	2,31
14	Бурмански поток - Тодоров пут (Државни пут IIВ реда бр. 472)	Т	3,52
15	Стојанац - Ћелавуша	П	5,17
16	Бурмански поток - Чесма	Т	0,39
17	Бурмански поток - Ћелавуша	Т	4,73
18	Језеро - Суви јарак	Т	2,22

19	Суви јарак - Расаџник	П	0,65
20	Купусни поток	Т	0,87
21	Прилазни пут шталама	С	0,48
22	Гвоздац - Гајовача	Т/П	3,59
23	Гајовача - Суви поток	Т	2,44
24	Гајовача - Ћелави поток	Т	3,41
25	Савин лаз - Равна планина	Т	2,68
26	Вуково брдо - Равна планина	Т/П	4,17
27	Гајовача - Савин лаз	П	1,99
28	Гвоздац - Бела река	Т	3,18
29	Гајовача - Бела река	Т	1,92
30	Кружни пут - Бела река	Т	2,71
31	Кружни пут - Слепи крак	П	0,76
32	Бела река - Обла глава	Т	2,50
33	Прерово - Вуково брдо	Т	2,05
34	Гвоздац - Цветне ливаде	Т	1,93
35	Језеро - 5/6 одељење (Гољићи)	Т	2,08
36	Пут до управне зграде	Т	0,10
37	Пут до радионице	С	0,10
		Σ	95,93

Шумски путеви у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“ (фото: Д. Стојнић)



Слика 15: Шумски пут „Кобасички поток – Раковац“



Слика 16: Шумски пут „Тодоров поток – Росинац“



Слика 17: Шумски пут "Бурмански поток - Ђелавуша"

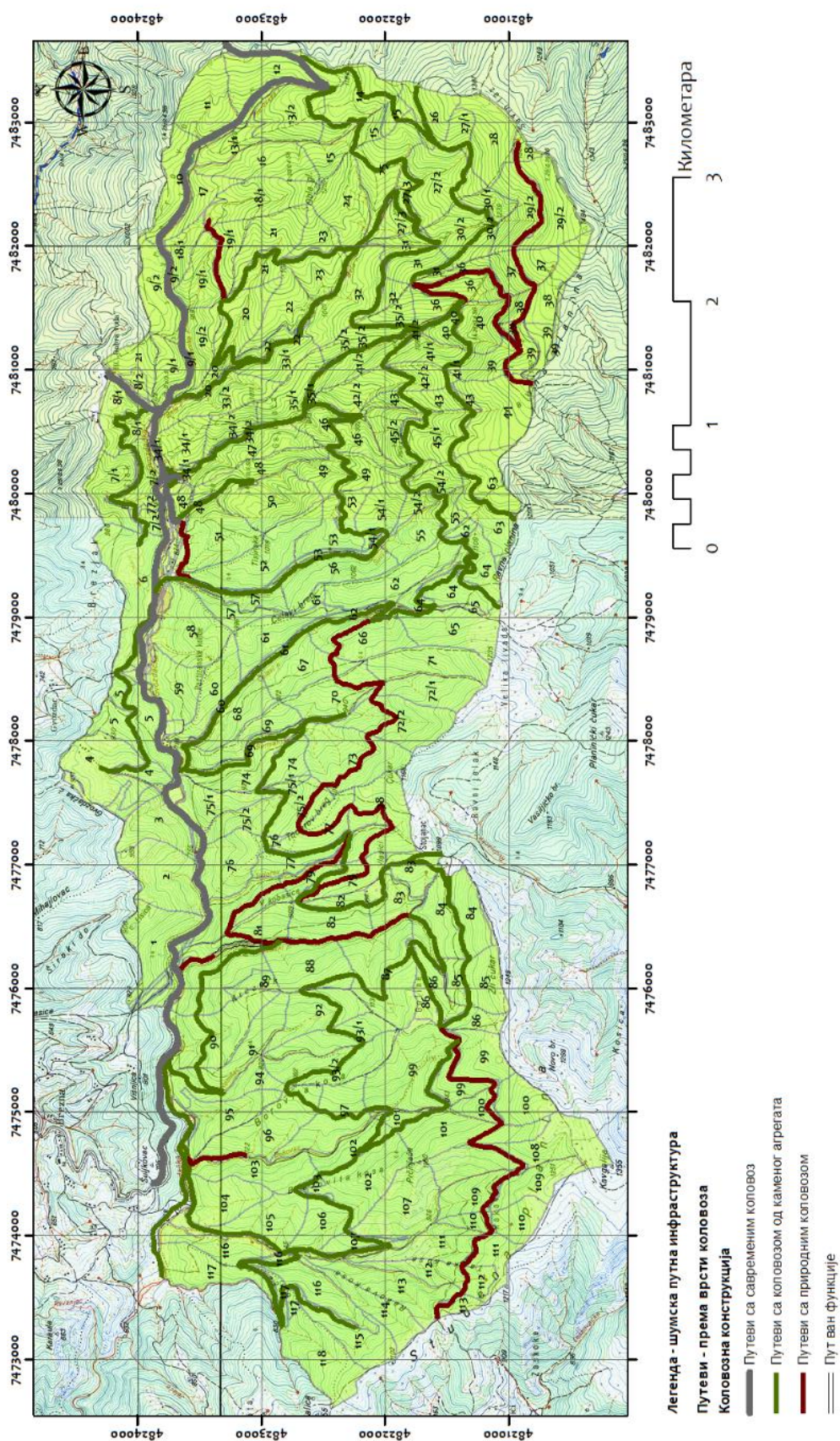


Слика 18: Привремено стовариште на шумском путу



Слика 19: Раскрсница шумских путева и влака

Карта 18: Мрежа путева у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“



5.2.1. Анализа постојеће мреже шумских путева у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“

5.2.1.1. Густина мреже шумских путева

Ради тачнијег прорачуна густине мреже путева, анализом је утврђено да кроз газдинску јединицу пролази 91,83 km путева, а њеном границом протеже се 4,10 km. Густина мреже путева који се могу користити за газдовање шумама износи 30,31 m/ha.

5.2.1.2. Релативна отвореност

Релативна отвореност одређена је постављањем бафер зона различите ширине око шумских путева, а израчуната је као однос површине које покрива бафер зона и укупне површине газдинске јединице. У табели 31 која следи дате су релативне отворености за различите ширине бафер зона:

Табела 31: Релативна отвореност ГЈ „Гоч-Гвоздац А“ мрежом путева

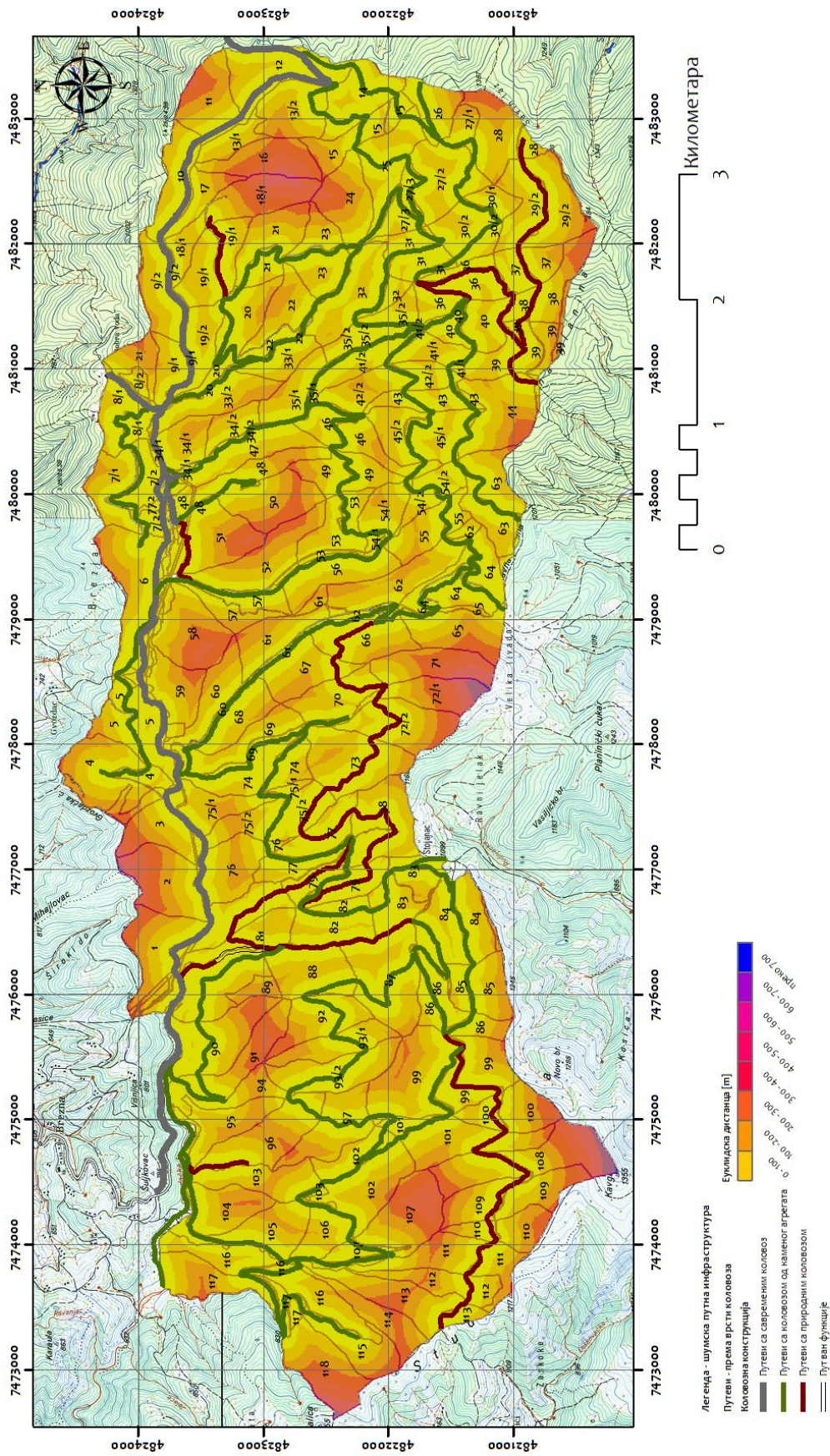
Ред. бр.	Ширина бафера	Површина бафер зоне	Релативна отвореност	Оцена релативне отворености
	m	ha	%	
1	200	2.447,05	79,18	врло добра (4)
2	300	2.852,51	92,30	одлична (5)
3	400	3.012,23	97,47	одлична (5)
4	500	3.065,02	99,18	одлична (5)

5.2.1.3. Удаљеност одсека од шумских путева

За све одсеке у газдинској јединици, без обзира да ли је у њима планирано спровђење сеча или није, одређено је њихов тежиште и најкраће линеарно растојање до шумског пута. Просечно линеарно растојање од тежишта одсека до шумских путева износи 100,70 m.

Просечна удаљеност површина од шумских путева одређена је и на основу еуклидске дистанце, при чему је површина газдинске јединице преведена у растер са димензијом ћелија 10 x 10 m, односно површине 100 m². Просечна линеарна удаљеност ћелија растера од шумских путева износи 123,99 m, што је за око 23% више од просечне линеарне удаљености од тежишта одсека до шумског пута.

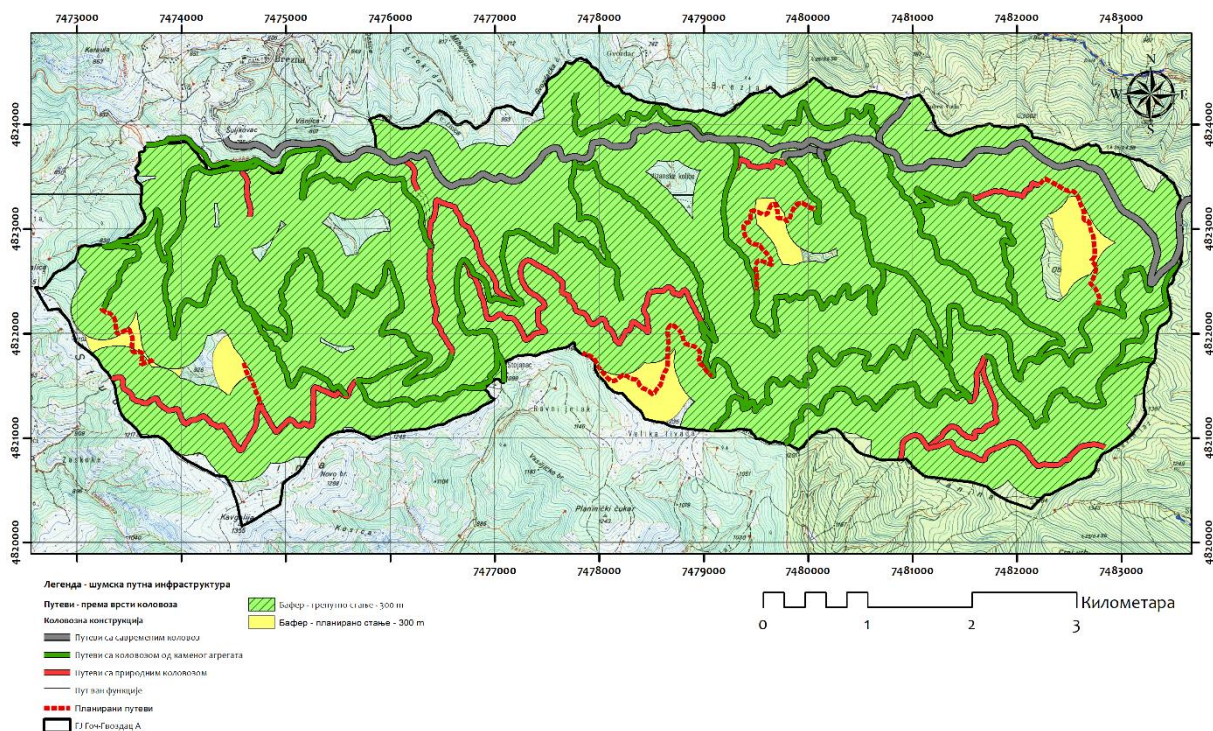
Карта 19: Еуклидске дистанце у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“



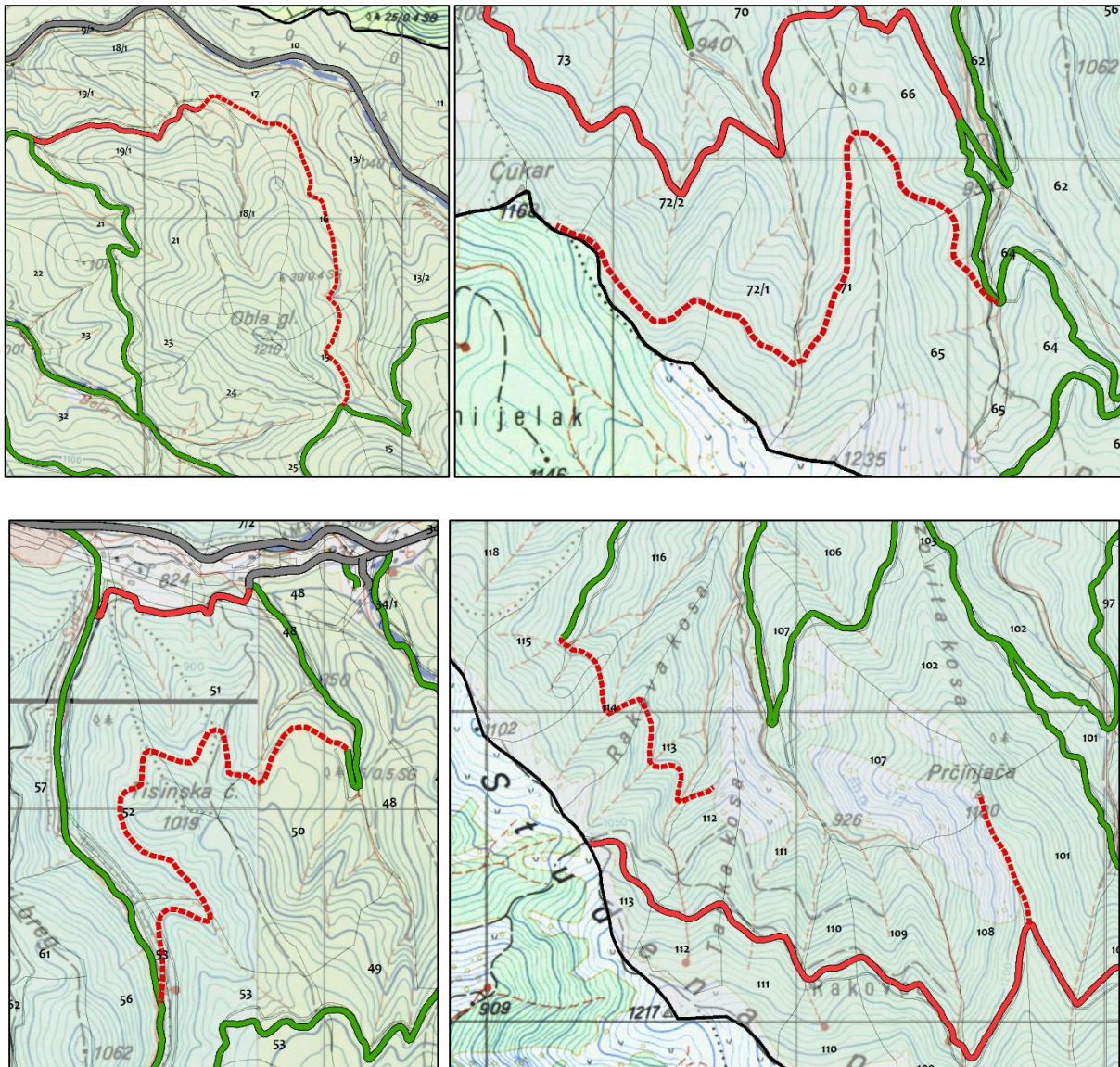
5.2.1.4. Потреба за изградњом нових шумских путева

Газдинска јединица „Гоч-Гвоздац А“ са тренутном густином мреже путева од 30,31 m/ha и одличном релативном отвореношћу за ширину бафера од 300 m, без сумње је једна од најбоље отворених газдинских јединица у Србији. Ипак, поједини делови газдинске јединице, као што су делови одељења 16, 18/1, 24, 50, 51, 52, 67, 71, 72/1, 107, 108, 109, 113 и 114, остали су прилично удаљени од шумских путева, па би их у наредном периоду требало отворити. У ту сврху планирано је пет путних праваца укупне дужине 7,33 km, чијом изградњом би се повећала густина мреже путева на 32,61 m/ha, а релативна отвореност за ширину бафера од 300 m са 89,19% на 95,40%.

Карта 20: Постојећи и планирани шумски путеви у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“



Карта 21: Планирани путеви у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“



5.2.2. Мрежа тракторских влака

Инвентура секундарне мреже путева – тракторских путева и влака извршена је на источном делу газдинске јединице, и то у одељењима 8-38, 40, 41 и 47, као и у делу одељења 42/2 и 46, што није узето у анализу. Наведена одељења заузимају површину од 860 ха, што чини 28% од укупне површине газдинске јединице. Укупна дужина

снимљених тракторских путева и влака износи 90.394 m. Појединачне дужине влака кретале су од свега 20 до чак 2.873 m, с тим да је просечна дужина износила 310,63 m.

На површини на којој је спроведена инвентура, израчуната густина секундарне мреже износи 105,11 m/ha.

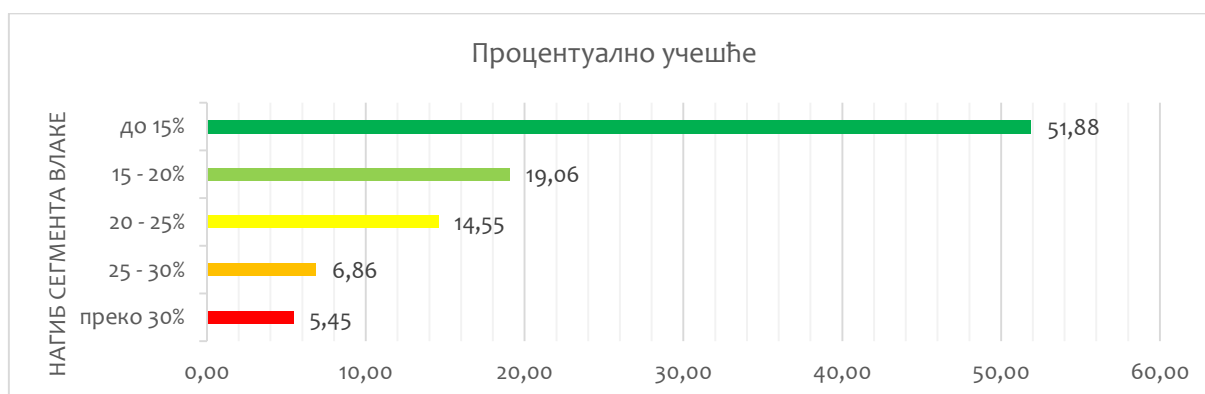
Релативна отвореност секундарном мрежом путева одређена је за ширине бафер зона од 80, 100 и 120 m, што представља двоструке дужине најчешће коришћених ужади витла. При прорачуну релативне отворености, бафер зоне постављене су око тракторских влака и шумских путева, с обзиром да се привлачење сортимената врло често обавља и са шумског пута.

Табела 32: Релативна отвореност дела ГЈ „Гоч-Гвоздац А“ примарном и секундарном мрежом путева

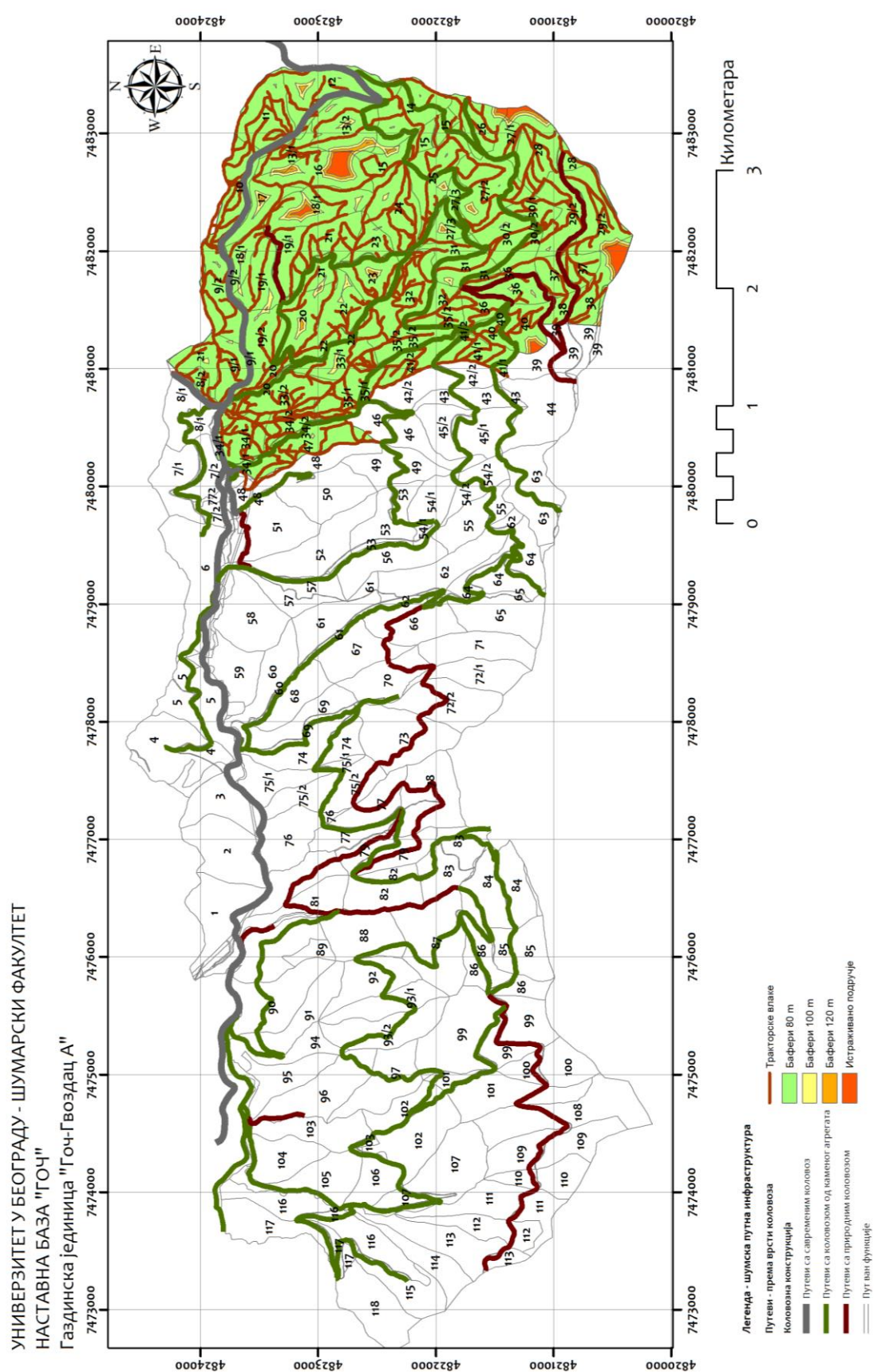
Ред. бр.	Ширина бафера	Површина бафер зоне	Релативна отвореност	Оцена релативне отворености
	m	ha	%	
1	80	822,06	95,59	Одлична (5)
2	100	842,54	97,97	Одлична (5)
3	120	851,13	98,97	Одлична (5)

Ради анализе уздужних нагиба тракторских влака, све снимљене влаке издељене су на сегменте дужине 50 m, након чега су одређени нагиби сваког сегмента. Нагиби сегмената влака представљени су на графикону 2.

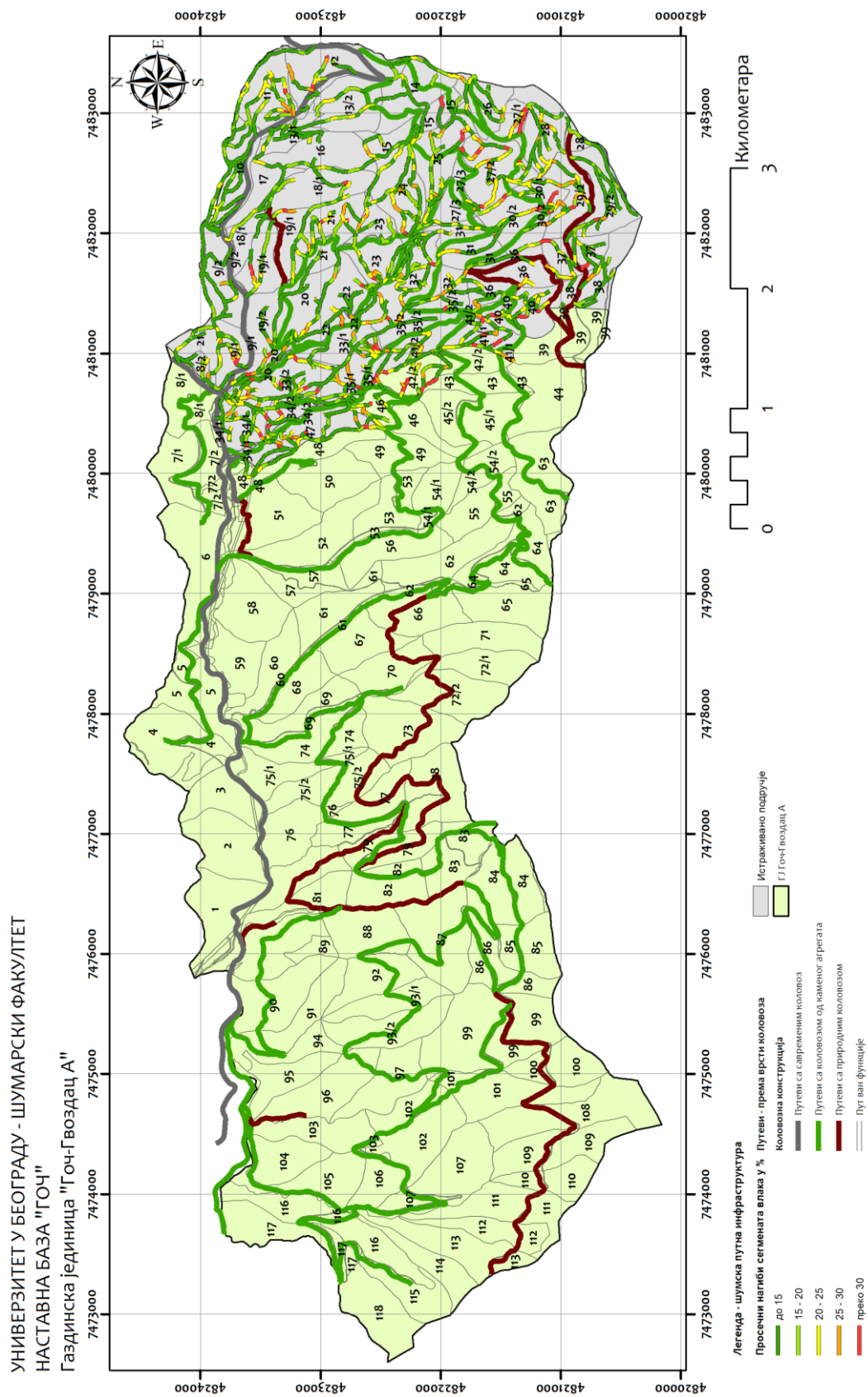
Графикон 2: Процентуално учешће сегмената тракторских влака према уздужном нагибу



Карта 22: Бафер зоне око тракторских влака



Карта 23: Уздужни нагиби тракторских влака



5.3. Методе израде дрвних сортимената

Један од фактора који има значајан утицај на ефикасност рад на пословима коришћења шума је правилан избор система рада и метода израде дрвних сортимената.

Методе сече и израде дрвних сортимената разликују се са аспекта начина обнове и фаза неге шума, а затим са аспекта места и степена израде дрвних сортимената, као и са аспекта степена механизованости радова. У искоришћавању шума постоји више метода које се разликују са аспекта места израде и степена механизованости радова. Основ за разликовање метода су карактеристике терена, карактеристике састојине и фаза неге шума (Николић, 1993).

Метода кратког дрвета или сортиментна метода – Ову методу одликује израда дрвних сортимената у шуми поред пања. Сеча стабала и израда дрвних сортимената може бити обављена са моторном тестером или са харвестером. Транспорт на равним и благо нагнутим теренима од пања до привременог стоваришта се обавља форвардерима, тракторским екипажама и тракторима са приколицом. На нагнутим теренима транспорт дрвних сортимената обавља се тракторима са витлом, жичарама, анималном запрегом и др. Главни недостатак сортиментне методе је уситњавање дрвне масе, односно израда сортимената мале запремине у шуми поред пања. У случају да се у шуми израђује и просторно дрво намеће се потреба за два начина привлачења. Сеча стабала и израда дрвних сортимената по овој методи може бити обављена при различитим начинима обнове шума (чиста, оплодна и пребирна сеча). Предности ове методе у односу на остале је што при транспорту дрвних сортимената могуће је користити средства мање снаге и нису потребна стовариштима веће површине.

Метода целог дебла (дебловна метода) – Израда дрвних сортимената од дебловине обавља се у на привременом стоваришту. У шуми се обављају следеће радне операције, припрема радног места, одређивање смера обарања, формирање приземног дела, подсек и дефинитивни пререз, обарање стабла, одсецање браде кресање грана одвајање овршка, кројење, пререзивање, цепање, приношење и

слагање просторног дрвета. Поред тога у шуми се врши претходно кројење дебловине. Остале радне операције се обављају на привременом стоваришту након привлачења дебловине. Дебла се најчешће транспортују помоћу трктора са клештима или трактора са витлом веће снаге. Ова метода је веома погодна у чистим сечама, али се може користити и при проредама. Када је у питању преборно и групимично преборно газдовање примена ове методе није најбоље решење. У оваквим условима много боље технолошко решење је примена варијанте делова дебала (дужина делова дебла мах. 9 m). Дужина делова дебала треба да је прилагођена условима на терену, средству и начину транспорт у циљу што ефикаснијег транспорта, али не по цену смањења квалитативног искоришћења. Због израде дрвних сортимената на привременом стоваришту потребна је већа површина стоваришта у односу на захтеве када се сеча и израда обавља по сортиментној методи. Постоји низ предности у односу на сортиментну метод, као што је унификација прве фазе транспорта (привлачење различитих група сортимената на стовариште), боље коришћење дрвне запремине по квантитету и квалитету. Недостатак ове методе је пререзивање већ запрљане обловине, што има за последицу брзо тупљење и велико трошење ланаца моторних тестера. За ефикасну примену дебловне методе потребно је створити одређене предуслове као што су: адекватна припрема и организација рада, развијена мрежа тракторских путева и др.

Метода целог стабла (стабална метода) – У шуми се обавља сеча и обарање стабала, а затим се заједно са гранама привлаче до привременог стоваришта. Привлачење се најчешће обавља тракторима са клештика или тракторима са витлом. Комплетна стабла (надземни део) се обрађују на привременом стоваришту поред шумског пута, или се компактно транспортују до центара прераде дрвета.

Израда дрвних сортимената, на стовариштима може да буде различито степен израде, као што је:

Израда ивера од целог стабала, и превоз у фабрике за прераду

Одсецање овршка и кресање грана, како би се таква дебла даље транспортовала до погона механичку прераду дрвета. Иверање преостале дрвне масе обавља се на привременом стоваришту и транспортује до топлана или енергана.

Одсецање овршка, кресање грана, кројења и израда дрвних сортимената на привременом стоваришту. Израђени дрвни сортименти се транспортују до фабрика примарне прераде дрвета, а на помоћном стоварошту обавља се иверање остале дрвне масе и транспортује до топлана или енергана.

Ова метода је применљива при чистим сечама, као и при првим прерадама. Потребна је знатно већа површина привременог стоваришта у односу на друге методе израде.

Метода комплетног стабла – Постоји много забуне при коришћењу овог термина. У Сједињеним Америчким Државама овај термин се односи и на методу целог стабла. Ипак под овим термином се подразумева коришћење стабла, заједно са пањем.

Метода комплетног дрвета – ова метода подразумева коришћење целокупне дрвне масе надземног и подземног дела.

Полудебловна метода лишћара са деловима крошње – Имајући у виду предности и недостатке свих до сада познатих метода израде дрвних сортимената и чињеницу да ниједна од досада описаних метода није ефикасна када се користи дрвни остатак из шума у брдско планинским условима. 2014 године објављени су резултати истраживања примене полудебловне методе лишћара са деловима крошње развијене за ефикасније коришћење дрвног остатка из шума лишћара у брдско-планинским условима. Сеча стабала обавља се моторним тестерама различите снаге (нарезивање грана обавља се моторном тестером мале снаге, а остале радне операције моторном тестером веће снаге) тестером у организационој форми рада 2МР. При обарању се посебно води рачуна о смеру обарања, јер се правилним избором смера обарања значајно утиче на појаву оштећења на, подмлатку и преосталим стаблима. Општи смер обарања стабала условљен је захтевима I фазе транспорта (привлачења), а индивидуални је у функцији безбедности радника и што мањег оштећења преосталих стабала.

Радник са моторном тестером након обарања стабла обавља кресање грана тањих од 3 cm са кором. Гране тања од 3 cm са кором остаје у шуми из разлога очувања земљишног потенцијала. После кресања грана пречника мањег од 3 cm са кором

радник моториста обавља нарезивање грана, на местима рачвања гране на вретену стабла и на месту рачвања тањих грана од дебљих. Нарезивање грана представља суштину ове методе, с обзиром да се на овај начин значајно утиче на смањење појаве оштећења на преосталим стаблима у састојини, а што је основни недостатак дебловне методе.

Дубина нарезивања грана зависи од више фактора: дебљине гране, угла инсерције, дужине гране, масе комада и др. Са повећањем пречника гране повећава се и дубина нарезивања која износи од $1/2$ до $2/3$ пречника гране у зони реза. За тање гране и гране које се рачвају од вретена стабла, као и гране које се рачвају изван зоне вретена стабла нарезивање је плиће и износи до $1/2$ пречника гране на месту нарезивања. Поред тога, дубина нарезивања зависи и од угла између површине реза и осе вретена стабла. Односно положај реза у односу на осу стабла утиче на појаву отпора који се јављају при транспорту делова крошње. Угао инсерције и висина гране ће одредити да ли нарезивање обавити са унутрашње или спољне стране гране у односу на плашт стабла. Поред нарезивања једним резом за специфичне случајеве врши се нарезивање са унутрашње стране са два реза односно исецањем клина. Нарезивањем се знатно смањује крутост грана односно повећава еластичност везе између грана и вретена стабла као и веза између грана међусобно. Ефекат нарезивања се манифестује при привлачењу сортимената на тај начин да се део стабла израђен из зоне крошње скупља и на тај начин се смањује простор који заузима товар при привлачењу сортимената. Поред тога на местима где долази до контакта између дубећих стабала и нарезаних грана коефицијент трења је знатно мањи.

Оборена и окресана стабла се претходним кројењем деле на делове које обезбеђују формирања оптималног товара и максималног квалитативног искоришћења према СРПС стандардима за обло дрво.

Услов који се поставља при примени методе делова крупног дрвета је тај да при формирању оптималног товара у структури материјала који се транспортује не буде више од једног комада из зоне крошње. Ово је посебно значајно када се технолошки процес обавља у састојинама где је већи број стабала по јединици површине, као и при обављању завршног сека. Транспорт делова стабла обавља се углавном трактором са

витлом. Формирање оптималног товара врши је са више стајних тачака, како би оштећења на преосталим стаблима била што мања.

После привлачења делова стабла шуми не остаје остаје веома мало дрвни материјал који је предмет коришћења (у поређењу са сортиментном методом где је потребно извршити транспорт просторног дрвета које се налази израђен непосредно поред пања, а поред тога у састојини остаје и део дрвне масе која може да буде сировина за производњу енергије.

Привлачење се обавља на привремено стовариште које се налази поред камионског пута. Величина привременог стоваришта треба да је одговарајућа, с обзиром да се на стоваришту обавља коначна израда техничког облог дрвета и иверање преостале дрвне масе мобилним или стационарним иверачима. Снагу и капацитет иверача треба ускладити са структуром и количином дрвне масе која је предмет иверања. На величину стоваришта непосредно утиче и нарезивање тако шти се нарезивањем делови са гранама скупљају, што је још више изражено накнадним померањем одривном даском трактора.

5.3.1. Избор опреме, средстава и технологије рада при коришћењу шума

У шумарству постоји велики број средстава рада која се могу користити за обављање истог или сличног посла. Када је у оптицају више средстава која се могу користити за исту врсту посла, избор се врши са више аспеката (технички, еколошки, економски и ергономски). У прошлости су ергономски и еколошки аспект често занемаривани, међутим данас се све више уважавају. Основни предуслов да би се приступило избору са више аспеката је да су средства рада са техничког аспекта применљива.

Као пример узео се избор средства рада на пословима прве фазе транспорта дрвних сотртимената. Уколико постоје услови за примену два или више типова транспортних средстава, односно уколико су са техничког аспекта оба средства прихватљива, тада се избор своди на економски проблем и одабира се оно транспортно средство које је најповољније са економског аспекта.

У зависности од тога да ли је за алтернативно средство потребно градити пут и да ли се мења транспортна дистанца, разликују се три случаја приликом избора транспортног средства.

Ако примена алтернативног средства не условљава промену транспортне дистанце и није неопходно градити пут, тада је примена алтернативног средства (индекс 2) оправдана када је t_2 мање од t_1 , односно када је:

Гранична транспортна дистанца на којој су трошкови једнаки добија се из односа:

За дистанце веће од S рентабилнија је примена средства „2“, а за дистанце мање од S рентабилнија је примена средства „1“.

Уколико се алтернативно средство не креће истим путем као средство „1“, однос дистанце средства „1“ и средства „2“ представља се коефицијентом k ($S_2 = S_1 \cdot k$), из чега следи:

Уколико је за примену алтернативног средства потребно изградити пут, примењује се следећа једначина:

где су:

t_i – трошкови изградње и одржавања пута у din/m ;

$S \cdot z$ – дужина пута коју треба градити;

M – запремина дрвета која је предмет сече и служи као основа за амортизацију пута.

При избори средства рада поред оперативних трошкова потребно је укључити и трошкове ризика животне средине. Суштина утицаја на животну средину изазвана радом механизације зависи од више параметра: карактеристика машине, оперативних фактора

Најважнији фактори који укључују претходно наведено су следећи: нагиб терена, врста и карактеристике подлоге, метода израде, врста и величина машине, начин рад, притисак на подлогу и тип пнеуматика, ергономске карактеристике машина и вештина оператора.

Модел који се користити за процену трошкова животне средине је:

$$RC = a \cdot C_m \cdot (AR/SR)$$

RC - трошак животне средине за одређену машину у задатим условима рада

а - коефицијент прихватљивости који се односи на социо-економска питања животне средине

С_т - трошкови машина на часовној основи прорачунати трошковним моделом

AR - стварни ниво ризика по животну средину за специфичну машину у датим условима

SR - ниво стандардног утицаја на животну средину

Поред избора транспортног средства у шумарској оперативи често се опредељује за избор врсте пута. По путу који има боље техничке карактеристике и бољи коловоз веће су брзине, мања потрошња горива, мање хабање гума, дужи век трајања возила, може се превозити већи терет и др. Стога су трошкови транспорта у ужем смислу мањи, али, с друге стране, трошкови изградње су већи.

Ако елементе трошкова који се односе на пут чија је изградња скупља обележимо индексом 2, а елементе трошкова који се односе на јефтинији пут индексом 1, гранични случај (када су укупни трошкови транспорта једнаки) је:

Решавањем претходне једначине по S, при константном M, добија се максимална транспортна дистанца до које је рентабилна изградња скупљег пута. У пракси су најчешће одређене обе вредности (S и M), па треба одабрати између две врсте пута.

Посебан случај јавља се приликом испитивања економске оправданости реконструкције постојећег пута. Тада се поступа на исти начин, с тим што се узимају у обзир трошкови реконструкције и одржавања за реконструисани пут, а само трошкови одржавања за постојећи пут.

5.4. Системи рада у искоришћавању шума

Избор система рада на пословима коришћења шума је комплексн проблем. Заснива се на оцени његове ефикасности са различитих аспеката (техничког, економског, еколошког и ергономског). Сваки од ових аспеката цени се на бази већег броја фактора који у мањој или већој мери утичу на ефикасност рада. У прошлости се није придавало много значаја еколошком и ергономском аспект, међутим данас техника напредује великом брзином па и поље применљивости механизованих средстава рада постаје све веће посматрано свеобухватно (са свих аспеката). Према томе данас постаји велики број различитих система рада који се могу применити у истим условима.

Ефикасност система је један од главних фактор за постизање максималног финансијског ефекта. На ефикасност утиче више фактора који се могу поделити на спољашње и унутрашње.

Спољашњи фактори укључују доступност квалификоване радне снаге, политику државе према предузећу, постојећа инфраструктура, доступност капитала и каматне стопе. Ови спољни фактори су изван контроле било којег послодавца. Унутрашњи фактори који су под контролом компаније су избор машина, потрошња енергије, обука и контрола особља. Постоје различити начини за изражавање продуктивности оператера, зависно од фактора улаза (горива, дана људи, радних сати) и резултата (тона, м³) фактора.

Фактори који имају највећи утицај на продуктивност система:

1. Састојински фактори: величина комада, стање састојине (врста дрвета, густина састојине, просечан пречник на прсној висини, запремина стабла, конфигурација терена, интензитет сече итд.), растојање између влака, стање пута, купираност терена, временске прилике и сезонски услови.

2. Системски фактори: уска грла, бафер зоне, кварови, грешке.

3. Фактори опреме: техничка опремљеност машина или система који се користе и потребни ресурси.

Карактеристике терена је врло важан фактор, јер дирекно утиче на избор врсте технологије која се користи за сечу и транспорт дрвних сортимената, као и на планирање радова на терену. Важне карактеристике терена су носивост земљишта, купираност терена и нагиб (Ерасмус, 1994). Температура, ветар, киша или чак снег такође могу утицати на обављање ових послова. Да би се описао терен, потребан је уједначен систем „класификације терена“.

Национални систем класификације терена за шумарство (National Terrain Classification System for Forestry (ICFR Bulletin Series 11/1994)) донет је у Шведској 1994. године и прихватило га је већина земаља.

Табела 33: Класификација нагиба према Националном систему класификације терена за шумарство

Класа нагиба	Нагиб	
	Проценат нагиба	Ознака
1	0-11	Зараван
2	12-20	Благ
3	21-30	Умерен
4	31-35	Стрм 1
5	36-40	Стрм 2
6	41-50	Стрм 3
7	> 50	Веома стрм

Табела 34: Класификација услова терена према Националном систему класификације терена за шумарство

Услови терена	
1	Врло добар
2	Добар
3	Умерен
4	Лош
5	Веома лош

Табела 35: Класификација купираности терена према Националном систему класификације терена за шумарство

Купираност терена	
1	Раван
2	Благо нераван
3	Нераван
4	Груб
5	Врло груб

СЕЧА МОТОРНОМ ТЕСТЕРОМ

Сеча моторном тестером врши се помоћу моторних тестера. Савремене моторне тестере су технолошки напредније и захтевају да њима рукују обучени руковоаци. Избор величине и карактеристика одговарајуће моторне тестере су највише у функцији следећих критеријума:

- 1) Пречник стабла
- 2) Врста дрвећа

Табела 36: Фактори продуктивности, предности, недостаци и поље применљивости моторних тестера

МОТОРНЕ ТЕСТЕРЕ	
Главни фактори продуктивности	
Величина стабла односно пречник на прсној висини	
Врста дрвета	
Гранатост стабла	
Нагиб терена	
Приземна вегетација	
Климатски услови (нарочито ветар)	
Предности	Недостаци
Мали трошкови улагања	Најопаснији посао у шумарству
Широк опсег примене	Веома напоран физички рад
	Дугорочни штетни ефекти на човека (вибрације, бука итд.)
ПОЉЕ ПРИМЕНЉИВОСТИ	
Нагиб (%)	било који
Услови терена	било који
Купираност	било који
Пречник стабла (cm)	било који

МЕХАНИЗОВАНА СЕЧА

Табела 37: Фактори продуктивности, предности, недостаци и поље применљивости харвестера

ХАРВЕСТЕРИ	
Главни фактори продуктивности	
Врста дрвета	
Величина стабла односно пречник на прсној висини	
Тип машине и прикључака	
Претходно радно искуство руковоаца машином	
Терен	
Климатски услови (нарочито ветар)	
Предности	Недостаци
Велики учинци у јединици времена	Монотонија у раду

Веома повољно средство рада с ергономског аспекта			Велики трошкови улагања	
			дугорочни штетни ефекти на човека (вибрације, бука итд.)	
ПОЉЕ ПРИМЕНЉИВОСТИ				
	Са гумама		Са гусеницама	
	Без нивелисања кабине	Са нивелисањем кабине	Без нивелисања кабине	Са нивелисањем кабине
Нагиб (кретање узбрдо) (%)	<35	<40	<40	<60
Услови терена	1-2		1-3	
Купираност	1-3		1-2	
Пречник стабла (cm)	До 75 cm		До 75 cm	

Ограничења служе само као водич и треба их утврдити у конкретној ситуацију, за одговарајуће послове.

ТРАНСПОРТ

Табела 38: Фактори продуктивности, предности, недостаци и поље применљивости анималног транспорта

ТРАНСПОРТ АНИМАЛИМА	
Главни фактори продуктивности	
Нагиб терена	
Просечна запремина комада	
Средња транспортна дистанца	
Предности	Недостаци
Мали утицај на животну средину	Ограничена физичка издржљивост животиње
Смањено физичко оптерећење радника у односу на лифрање и транспорт точилима	Немогућ рад у сменама и ноћу
	Мања запремина товара у односу на механизована средства рада
	Ограничен на мање нагибе и релативно кратке дистанце
Поље применљивости	
Нагиб (кретање низбрдо) (%)	<35
Услови терена	1-4
Купираност терена	1-3
Запремина товара (m³)	<0,7
Средња транспортна дистанца (m)	<100

Табела 39: Фактори продуктивности, предности, недостаци и поље применљивости точила

ТОЧИЛА
Главни фактори продуктивности
Нагиб терена
Купираност терена
Просечна запремина комада
Врста дрвећа

Сечиви етат	
Предности	Недостаци
Мала улагања у набавку средства	Неопходна мотажа и демонтажа
Низак утицај на животну средину	Дрвни сортименти су на стоваришту „неуредно“ сложени-потребно поновно слагање сортимената
Мали трошкови одржавања	Ограничена примена на терене одређеног нагиба
	Могућ транспорт само низбрдо
Поље применљивости	
Нагиб (кретање узбрдо) (%)	Немогуће
Нагиб (кретање низбрдо) (%)	< 90
Услови терена	1-5
Купираност терена	1-4
Запремина товара (m³)	<0,2
Средња транспортна дистанца (m)	<150

Пољопривредни трактори се могу сврстати у тракторе са погоном на два и четири точка. Трактори са погоном на два точка су уобичајено у класи малих трактора од 45 до 55 kW или средњих трактора од 55 до 71 kW. За привлачење се могу користити трактори са погоном на сва четири точка, распон снаге од 55 kW. Пољопривредни трактори (погон на све точкове) могу се користити за привлачење (с носачем оквира или витла) или као опрема за вожење са прикључком за приколицу.

Табела 40: Фактори продуктивности, предности, недостаци и поље применљивости адаптираних пољопривредних трактора

АДАПТИРАНИ ПОЉОПРИВРЕДНИ ТРАКТОР		
Главни фактори продуктивности		
Просечна запремина		
Средња транспортна дистанца		
Нагиб		
Обученост руковаоца		
Запремина товара		
Предности		Недостаци
Вишеструка примена (са адаптираним витлом, са приколицом и сл.)		Неопходна адаптација трактора
Мања оштећења у састојини у односу на зглобни трактор		Лошије манипулативне способности у односу на зглобни трактор
		Мања запремина товара у односу на зглобни трактор
		Вуча сортимената по земљи
Поље применљивости		
	Трактор са приколицом	Трактор са витлом
Нагиб (кретање узбрдо) (%)	<20	<25
Нагиб (кретање низбрдо) (%)	<20	<35
Услови терена	1-2	1-2

Купираност терена	1-2	1-2
Запремина товара (m ³)	Do 1 m ³	Do 3 m ³
Средсња транспортна дистанца (m)	<1500	<250

Табела 41: Фактори продуктивности, предности, недостаци и поље применљивости зглобних трактора (скидера)

ЗГЛОБНИ ТРАКТОР		
Главни фактори продуктивности		
Просечна запремина		
Средња транспортна дистанца		
Нагиб		
Обученост руковаоца		
Запремина товара		
Предности		Недостаци
Примена на теренима различитих карактеристика		Релативно скупо средство рада у односу на адаптирани пољопривредни трактор
Смањен тизик од бочног превртања		Вуча сортимената по земљи
Могућност формирања товара веће запремине у односу на адаптирани пољопривредни трактор		
Боље манипулативне способности у односу на адаптирани пољопривредни трактор		
Поље применљивости		
	Скидер са витлом	Скидер са „клештима“ (Grapple skidder)
Нагиб (кретање узбрдо) (%)	<40	<30
Нагиб (кретање низбрдо) (%)	<45	<35
Услови терена	1-3	1-3
Купираност терена	1-3	1-2
Средсња транспортна дистанца (m)	<350	<500

Табела 42: Фактори продуктивности, предности, недостаци и поље применљивости форвардера

ФОРВАРДЕРИ		
Главни фактори продуктивности		
Просечна запремина		
Средња транспортна дистанца		
Врста сече		
Обученост руковаоца		
Предности		Недостаци
Релативно велики товарни простор		Велики трошкови почетног улагања
Дрвни сортименти се не вуку по земљи		Велики трошкови на дугим дистанцама (преко 800 m)
Мања оштећења у донсоу на адаптирани пољопривредни трактор и зглобни трактор		Опасност од бочног превртања терета кретањем по терену са препрекама или великим попречним нагибима
Веома повољно средство рада с ергономског аспекта		

Велики укупни учинак у комбинацији са харвестером			
Дрвни сортименти се не вуку по земљи			
Поље применљивости			
	Форвардер 4x4	Форвардер 6x6	Форвардер 8x8
Нагиб (кретање узбрдо) (%)	<25	<35	<40
Нагиб (кретање низбрдо) (%)	<35	<45	<50
Услови терена	1-2	1-2	1-3
Купираност терена	1-3	1-4	1-4
Средсња транспортна дистанца (m)	<500	<800	<800

Један од циљева ових истраживања је да се у одређеним условима рада дефинише онај системи који представља оптимално технолошко решење уважавајући све аспекте. Овакав начин избора заснива се на великом броју информација (врста дрвећа, начин сече, сечива запремина, технолошка структура, врста и дубина земљишта, стеновитост, нагиб терена, степен заштите, положај и стање водотока, стање примарне и секундарне мреже путева итд.) које ће се користити из базе података која ће у будућности бити креирана и формирана на основу вишегодишних истраживања. Поред тога база ће садржити карактеристике великог броја средстава рада, као и табеле норми.

На илустрацији 1 је приказана шема потенцијално коришћених технологија за различите системе који су потенцијално применљиви на подручју које је изабрано као пилот-подручје. Наравно, поред ових система и технологија постоји велики број оних које је могуће користити на територији Србије, а чија примена зависи од великог броја фактора које је неопходну утврдити како би у коначној фази био одабран онај систем који је оптималан, узимајући у обзир више фактора - технички, економски, еколошки и ергономски.

Илустрација 1: Примена потенцијалних технологија

	Сеча стабла и израда дрвних сортимената	Права фаза привлачења дрвних сортимената
Систем 1	 + 	
Систем 2	 + 	
Систем 3	 + 	 + 
Систем 4	 + 	 + 
Систем 5	 + 	 + 
Систем 6	 + 	 + 
Систем 7	 + 	 + 
Систем 8	 + 	
Систем 9	 + 	
Систем 10	 + 	 + 
Систем 11	 + 	
Систем 12	 + 	 + 
Систем 13	 + 	 + 
Систем 14	 + 	
Систем 15		

На илустрацији 1 системи од 1 до 12 потенцијално су применљиви на целој површини која је узета као објект истраживања, а последња три само на делу површине газдинске јединице, углавном у културама. На подручју Србије, имајући у виду хетерогеност услова рада, биће дефинисан велики број система рада. Када се

развију модели поља применљивости, корисник ће моћи да унапред планира активности за његову примену у будућности.

5.4.1. Пример и објашњење система бр. 9

Овај систем рада примењује се у НБ „Мајданпечка домена“. Сеча стабала и израда дрвних сортимената обавља се моторним тестерама произвођача Husqvarna (Слика 20), а привлачење зглобним шумским трактором ЛКТ 80 (Слика 21).

На пилот подручју у НБ „Мајданпечка домена“ примењује се варијанта дебловне методе „делови дебала“.

Сеча и транспорт дрвних сортимената у ГЈ „Црна река“



Слика 20: Сеча и израда дрвних сортимената
(фото: С. Антонић)



Слика 21: Привлачење трактором ЛКТ 80
(фото: Д. Стојнић)



Слика 22: Транспорт просторног дрвета
самарицом (фото: М. Даниловић)



Слика 23: Израда дрвних сортимената на
привременом стоваришту (фото: М.
Даниловић)

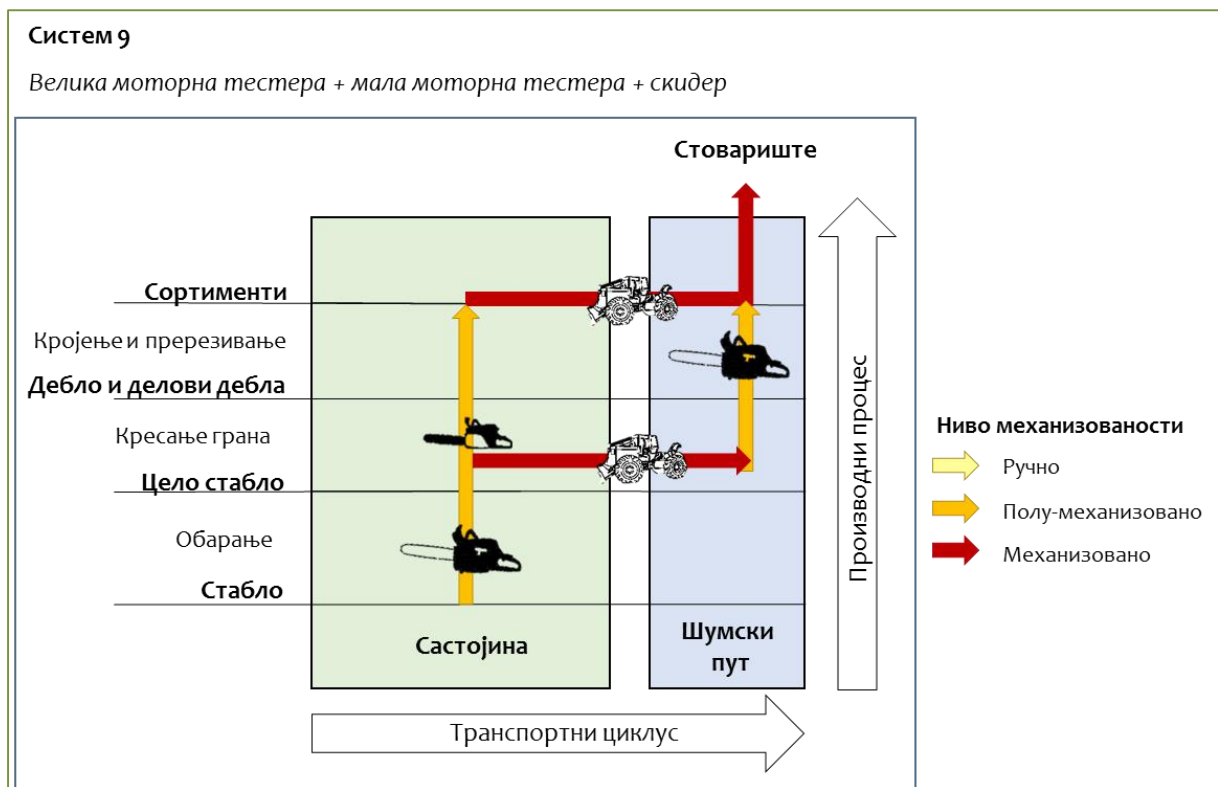
Моторне тестере су новијег датума и налазе се у веку амортизације, док је трактор старијег датума (амортизован). Поред тога, мања количина просторног огревног дрвета транспортује се самарицом (Слика 22).

5.4.1.1. Опис

Овај систем (илустрација 2) припада групи механизованих система. Обарање стабала и израда дрвних сортимената (техничко обло и вишеметарско огревно дрво) обавља се у састојини. Привлачење дебала и делова дебала обавља се зглобним трактором са дводобошним витлом. Дрвни сортименти се привлаче витлом до тракторског пута, а затим по тракторском путу до привременог стоваришта. У зони од 50 метара око пута дрвни сортименти ће бити привучени директно витлом до камионског пута. Израда дрвних сортимената од деблоvine или делова дебала биће обављена на помоћном стоваришту. Међусобно растојање између влака је максимално 100 m. У следећим подпоглављима биће описана свака појединачна фаза као и сваки аспект применљивости датог система.

У следећој фази пројекта, на сличан начин ће бити описани сви потенцијално коришћени системи дато поређење постојећих система примене са потенцијално применљивим, уважавајући све аспекте примене одређеног система.

Илустрација 2. Илустративни приказ система



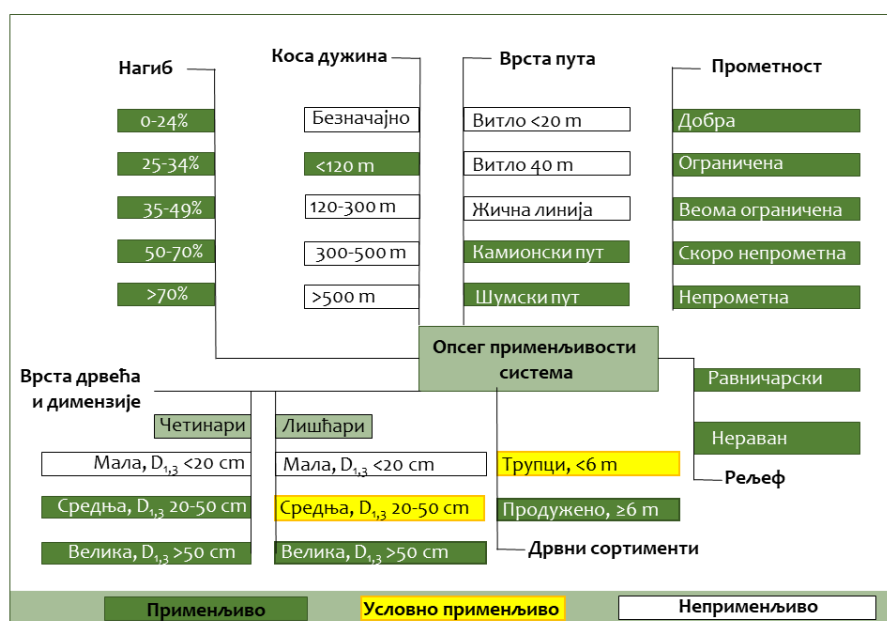
5.4.1.2. Сеча и израда дрвних сортимената

- Сеча стабала обавља се моторном тестером велике снаге (око 6 kW),
- Смер обарања стабала је у правцу најближе влаке (по правилу обарање се обавља узбрдо),
- Индивидуални смер обарања треба извршити уколико постоји опасност већих оштећења на подмлатку и преосталим стаблима, или ако је угрожена безбедност радника,
- Кресање оборених стабала и израду делова дебала обавити у шуми поред пања,
- Крајњу обраду, и израду дрвних сортимената од дебала или делова дебала обавити на привременом стоваришту поред пута и
- Смер привлачења обавити низбрдо осим у случају гребенских тракторских путева када привлачење треба обавити узбрдо.

5.4.1.3. Привлачење дрвних сортимената

- Привлачење извршити витлом до тракторских путева, а затим трактором са витлом по тракторском путу до привременог стоваришта,
- Растојање између камионских путева максимално 400 метара,
- Кретање трактора са витлом при пуној тури узбрдо на нагибима до 10%
- При привлачењу узбрдо, по могућности трупца позиционирати тако да је тањи крај окренут напред,
- Извршити фоирмирање товара са више стајних тачака,
- При позиционирању трактора за привлачење витлом по могућности користити даљињско управљање,
- Све дрвне сортименте у зоне дохвата витла привући директно на камионски пут,
- На стоваришту позиционирати трупце тако да се лакше обави коначна израда дрвних сортимената,
- Ухрпавање дрвних сортимената на привременом стоваришту извршуту на начин да се што боље искористи простор и обезбеди несметан рад и
- Максимални нагиб терена за рад, одређен је дужином ужета витла, односно оптерећењем радника који одвлачи уже до места закачињања.

5.4.1.4. Примена система



Илустрација 3: Илустративни приказ применљивости система

Витло 50 m

- Предуслов за примену овог система је довољно густа мрежа тврдых камионских и тракторских путева.
- Ограничење примене овог система рада је везано за:
 - сечу стабала великих димензија које премашују могућности механизације која се овде примењује и
 - малом укупном запремином по јединици површине.

5.4.1.5. Услови

Отвореност

- Мрежу тврдых камионских путева радити по принципу чешља (падински путеви). У делу где се примењују жичаре уколико услови дозвољавају могућа и пожељна је изградња гребенских путева. Долинске путеве радити на одговарајућој удаљености од водотока река,
- Уздужни нагиб тврдых шумских камионских путева не треба да прелази 10%,

- Одредити оптималну позицију и величину стоваришта у односу на количину и распоред дрвних сортимената и карактеристике терена.
- Стовариште уредити на начин да се избегне појава уског грла у случају коначне израде дрвних сортиената,
- Повремено уклонити непожељни материјал са стоваришта и
- Обезбедити део стоваришта са стране где може да дође до котрљање сортимената низбрдо.

Опрема

Опрема за сечу стабала и израду дрвних сортимената

- Моторна тестера одговарајућих карактеристика за обарање стабала (веће снаге),
- Обртач, клинови, бат, и остала помоћна средства за обарање и манипулацију дрвним сортиментима у току израде,
- Моторна тестера одговарајућих карактеристика за кресање грана (мање снаге),
- Заштитна опрема и прва помоћ,

Опрема за транспорт дрвних сортимената

- Зглобни трактор са даљинским управљањем, дводобошним витлом и минималном дужином сајле 80 m,
- Вучна сила од минимум 60 kN по добошу витла и
- Вућне могућности средства за рад треба да су у складу са карактеристикама терена и димензијама стабала.

5.4.1.6. Припрема

- По потреби изградња нових и реконструкција постојећих тврдых камионских путева по којима ће бити обављен транспорт дрвних сортимената,
- Изградња нових и реконструкција постојећих тракторских путева по којима ће бити обављено привлачење,

- Изградња и уређење привремених стоваришта,
- Дознака стабала за сечу,
- Процена технолошке и сортиментне структуре,
- Набавка опреме, средстава рада и потрошног материјала,
- Обезбеђење квалификоване радне снаге,
- Израда скице/мапе која садржи:
 - Податке о сечини,
 - Уцртана мрежа камионских и тракторских путева,
 - Уцртане трасе жичара,
 - Уцртане позиције стоваришта,
 - Уцртана транспортна поља,
 - Уцртана осетљива подручја (осетљиви биотопи, литице, стене...)
- Обезбеђење путева којима се креће шумска механизација и обављају радови током трајња сече (посебно у ризичним зонама).

5.4.1.7. Процена

Дрвеће које ће бити посечено: пречник >50 см; просечан нагиб: 35-50%



Илустрација 4: Процена применљивости система

На илустрацији 4 приказана је процена применљивости система бр. 9, кроз неколико различитих аспеката: ергономски (оптерећење радника и ризик од повреда), еколошки (утицај на земљиште и оштећење састојине) и економски (трошкови рада).

Оптерећење радника

- Рад моторном тестером на пословима сече стабала и израде дрвних сортименат је физички веома захтеван, посебно на нагнутом терену,
- Током радног времена радник је изложен различитим временским условима,
- Помоћник трактористе је изложен физичким напорима услед дугог извлачења сајале витла на нагнутом и неравном терену,
- Повећан је ново стреса (психичко оптерећење) трактористе због великог броја транспортних циклуса, односно кретања трактора узбрдо и низбрдо најчешће истом трасом и
- У циљу мањих оптерећења по могућности обезбедити ротације између секача, као и између трактористе и помоћника.

Сигурност на раду

- Висок ризик због сече и обарања стабала, као и кресања грана и израде дрвних сортимената на нагнутом терену,
- Повећан ризик због великих транспортних дистанци привлачења ужетом и
- Повећан ризик од бочног кретања товара, што може да изазове превртање трактора.

Еколошки аспект

Очување земљишта

- Висок ниво очувања састојине, јер се кретање транспортног средства искључиво обавља по тракторским путевима,
- Применљив током целе године и на теренима релативно мале приступачности и
- Захтева густу мрежу тврдих камионских путева на максималном међусобном растојању од 400 m.

Очување састојине

- Очување састојине зависи од обучености секача и способности трактористе, врсте дрвећа и времена извршења сече,
- Привлачење дрвних сортимената по земљишту доводи до оштећења подмлатка, корења и приданака преосталих стабала у састојини,
- Повећан ризик од оштећења због привлачења дебловине и делова дебала,
- Ризик мањи у односу на метод израде целог стабла, јер се обавља привлачење окресаних дебала и делова дебала,
- Привлачење низбрдо може да доведе до већих оштећења због котрљања дебловине,
- Повећан ризик од оштећења због великих транспортних дистанци приликом привлачења витлом и
- Штете се могу умањити ако се изврши одговарајуће позиционирање скидера током привлачења сајлом.

Економски аспект

- Овај систем се може применити и у санитарним сечама,
- Велики трошкови изградње и одржавања тврдих камионских путева, као и изградње тракторских путева на теренима већег нагиба и
- Мала ефикасност у случају великих транспортних дистанци привлачења витлом и малих пречника стабала.

5.4.2. Пример и објашњење система бр. 11

Овај систем рада потенцијално би био примењен у НБ „Мајданпечка домена“. Сеча стабала и израда дрвних сортимената обавља се моторним тестерама произвођача Husqvarna, а привлачење мобилном шумском жичаром.

На пилот подручју у НБ „Мајданпечка домена“ примењује се сортиментна метода сече и израде дрвних сортимената.

5.4.2.1. Опис

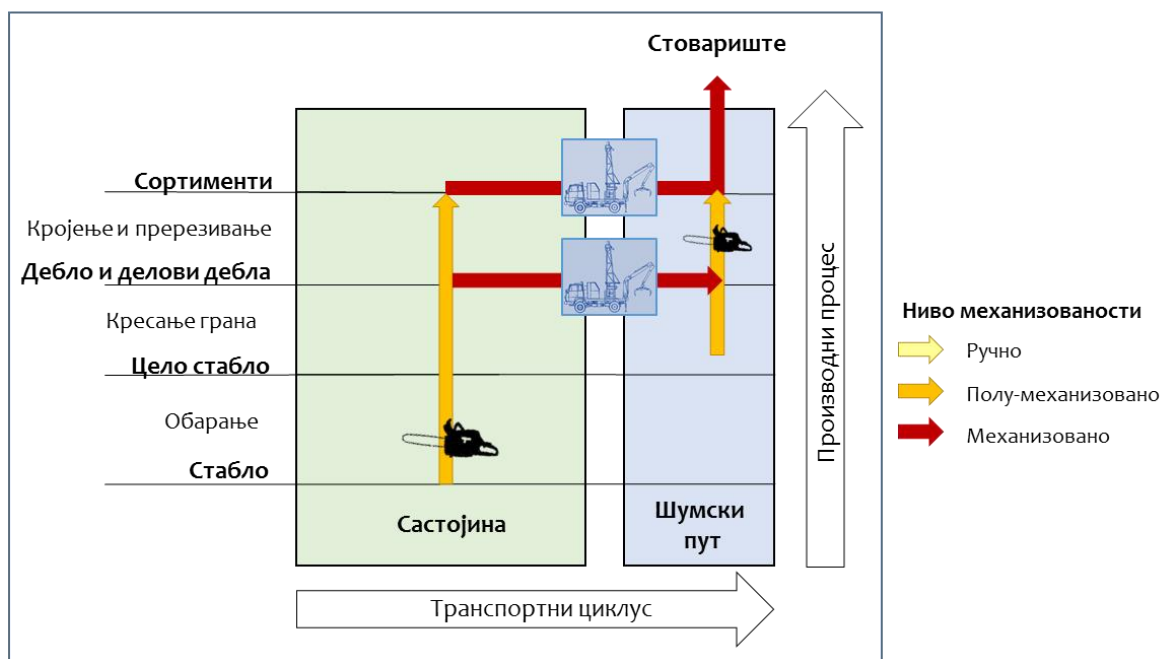
Овај систем (илустрација 5) припада групи механизованих система. Обарање стабала и израда дрвних сортимената (техничко обло и вишеметарско огревно дрво)

обавља се у састојини. Привлачење дрвних сортимената обавља се мобилном жичаром.

Илустрација 5. Илустративни приказ система бр. 11

Систем 11

Велика моторна тестера + мала моторна тестера + мобилна жичара



5.4.2.2. Сеча и израда дрвних сортимената

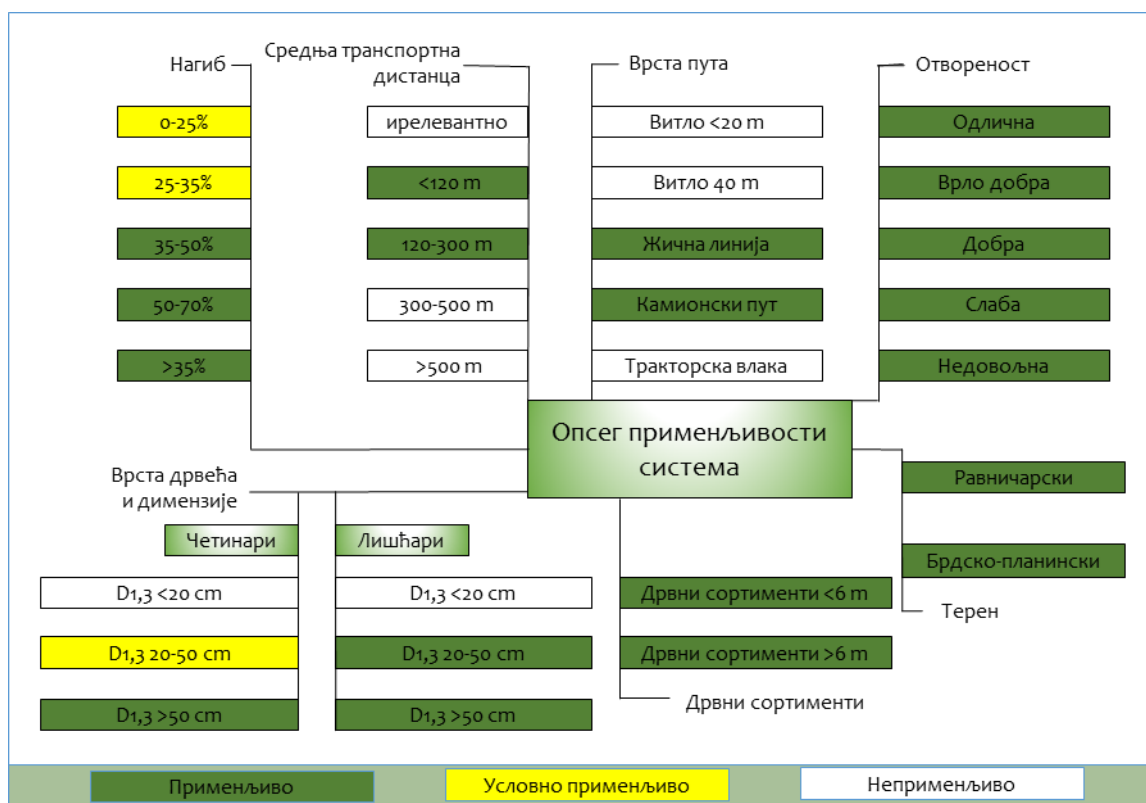
- Сеча стабала обавља се моторном тестером велике снаге (око 5 kW),
- Смер обарања стабала је у правцу најближе влаке,
- Обарање стабла треба извршити пре монтаже жичаре, по могућству у облику рибље кости низбрдо или управно на линију привлачења, како би се смањиле дистанце бочног привлачења
- Кресање грана и израду дрвних сортимената обавити у шуми, поред пања.

5.4.2.3. Привлачење дрвних сортимената

- Привлачење извршити мобилном жичаром,
- Погонска машина (најчешће камион) се поставља на тврдом камионском путу,
- На супротном крају жичаре носеће уже се качи за пањ на удаљености од максимално 300 метара дужине,
- Носеће уже се затеже витлом које се налази на погонском делу жичаре како би се омогућило кретање колица гравитацијом,
- Колица долазе до граничника, ту се фиксирају и вучно уже се отпусти, а онда одвлачи до дрвног сортимента који је предмет транспорта,

- Када се товар привуче до колица која су фиксирана на ужету, колица се откачињу и вучним ужртом се товар привлачи до истоварне станице,
- Уколико је жичара позиционирана на тврдом камионском путу, потребан је додатни вид транспорта трупаца до крајњег стоваришта .

5.4.2.4. Примена система



Илустрација 6: Илустративни приказ применљивости система

5.4.2.5. Услови

Отвореност

- Мрежа тврдих камионских путева минималне ширине 4 m који се пружају управно на правац главног пада терена на максималном међусобном растојању од 300 m
- Вучне линије су ширине око 2 m и паралелне са правцем главног нагиба терена на међусобном растојању од 30 m (по могућности лепезастиг распореда)
- У правцу осе линије привлачења, на супротном крају треба да се налази висок пањ (око 1,3 m) како би за њега било закачено носеће уже.

Димензије пања треба да буду такве да може да издржи константан напон ужета до 5 тона и затезања која настају као последица бочног привлачења (прсни пречник минимум 35 cm)

- Формирање стоваришта одговарајуће површине у зони дохвата крана жичаре

Опрема

Опрема за сечу стабала и израду дрвних сортимената

- Моторна тестера одговарајућих карактеристика за обарање стабала (веће снаге),
- Обртач, клинови, бат и остала помоћна средства за обарање и манипулацију дрвним сортиментима у току израде,
- Заштитна опрема и прва помоћ,

Опрема за транспорт дрвних сортимената

- Радио станица
- Жичара монтирана на камиону са сајлама и јарболом висине до 8 m
- 15 m дугачак кран са клештима на крају која се могу заменити процесорском главом
- Витло са вучним ужетом (250 m дугачко и 100kN вучне силе), витло са носећим ужетом (300 m дугачко) и витло на багеру до 500 m дужине сајле
- Две различите брзине привлачења у односу на димензије стабала (<1,5t – 8m/s, >1,5t – 4m/s),
- Носећа уже са колицима која се крећу под утицајем гравитације и ручно подесив граничник,
- Форвардер за транспорт израђених сортимената до главног стоваришта.

5.4.2.6. Припрема

- По потреби изградња или реконструкција тврдых камионских путева у близини сечине укључујући потенцијално чишћење путева
- Полагање и трасирање вучних линија и означавање стабала која ће служити за качење носећег ужета на крају сваке вучне линије
- Изградња и припрема стоваришта
- Јасно означавање стабала за сечу (поготово вреднија стабала)
- Израда скице/мапе која садржи:
 - о Скицу сечине
 - о Уцртане камионске путеве
 - о Уцртане тракторске путеве

- о Уцртане влаке (са означеним дужинама)
- о Уцртане позиције стоваришта
- о Уцртана специфична места (осетљиве биотопе, литице, стене...)
- Инструкције за возача
- Затварање свих путева које користи шумска механизација као и свих путева у ризичној зони током целокупног трања сече.

Координација

- Припрема терена и давање инструкција радницима,
- Обарање свих стабала у зони дохвата крана процесорском главом,
- У случају малих запремина за привлачење, директно привлачење стабала са растојања до 40 m користећи само вучну сајлу без целе конструкције жичаре са носећом сајлом. У другим случајевима монтажа целокупне конструкције жичаре,
- Израда вучних линија (2 m широких) обарањем стабала у смеру низбрдо,
- Монтажа носећег ужета (ручно до нагиба од 40%, преко тога користити витло),
- Постављање носећег ужета траје око 20 мин,
- Привлачење дрвних сортимената и њихово ухрпавање на стоваришту,
- Употреба „стабала браника“ приликом бочног привлачења и њихова сеча на крају почевши од доњег краја,
- Надгледање радова од стране одговорног лица,
- Након завршетка послова: инспекција и процена квалитета рад које је пружила приватна фирма и анализа трошкова.

5.4.2.7. Процена

Древеће које ће бити посечено: пречник >50 cm; просечан нагиб: 35-50%



Илустрација 7: Процена применљивости система

На илустрацији 4 приказана је процена применљивости система бр. 11, кроз неколико различитих аспеката: ергономски (оптерећење радника и ризик од повреда), еколошки (утицај на земљиште и оштећење састојине) и економски (трошкови рада).

Оптерећење радника

- Оптерећење
 - + Могућа ротација између радника који обављају послове секача, радника који качи дрвне сорimente и руковаоца жичаром
 - Мануелно обарање стабала је физички захтевно услед руковања моторном тестером на нагнутом терену
 - Тешко развлачење ужета за бочно привлачење дрвних соримената
 - Висок ниво стреса и ментално захтеван рад услед тешких услова рада (поготову на веома нагнутом терену)

Сигурност на раду

- + Није потребно качење ужета на дубећа стабла
- + Могућа дорада соримената на стоваришту
- Повећан ризик услед сече на стрмом терену
- Повећан ризик услед бочног развлачења сајле
- Контрола колица могућа само из кабине

Екологија

- **Очување земљишта**
 - + Висок ниво очувања састојине јер се машине креће искључиво по путевима
 - + Применљиво у свим временским условима и на теренима са ограниченом проходношћу
 - Захтева мрежу камионских путева са међусобним размаком од 300 m

- **Очување састојине**

Ниво очувања састојине у многоме зависи од рада секача и радника који качи дрвне сорimente, врсте дрвећа и времена када се сеча обавља

- + "Нежно" изношење стабала из састојине краном
- + Без оштећења услед затезања ужета
- + Привлачење соримената
- Висок ризик од оштећења земљишта и састојине услед бочног привлачења
- Позиционирање и фиксирање колица само путем ручно помераног граничника
- Колица се не фиксирају увек током бочног привлачења тако да могу негативно да утичу на угао привлачења
- Оштећење подмлатка услед привлачења по земљи

Економија

Учинак

- + Висока флексибилност овог метода услед брзе и лаке монтаже и малих захтева по питању приступачности терена
- + Применљиво на свим нагибима и у свим временским условима
- + Нема помоћних стабала држача ужади
- + Могућа сеча и израда као и транспорт дрвних сортимената израђених од стабала великих димензија
- Мали учинак привлачења дрвних сортимената у случају великих дистанци и малих пречника стабала
- Потребан додатан транспорт за машину (ограничено кретања по асфалтним путевима)

5.6. Примењивост шумских жичара

Подручје Газдинске јединице „Црна река“ карактерише изражен рељеф, често са врло стрмим странама и усеченим сливовима. Нагиби терена крећу се и преко 120%, а просечни нагиб износи 48,48%. Посматрајући само нагибе терена, подручје газдинске јединице има доста потенцијала за примену шумских жичара. Међутим, прописивање примене шумских жичара на нагибима преко 60% не може се извршити без анализе других утицајних фактора који би осигурали њену еколошку прихватљивост и економску одрживост. Разна истраживања показала су да мале мобилне шумске жичаре монтиране на пољопривредни трактор захтевају нешто веће сечиве етате по јединици површине како би њихова примена била економски исплатива (Слике 24 и 25).



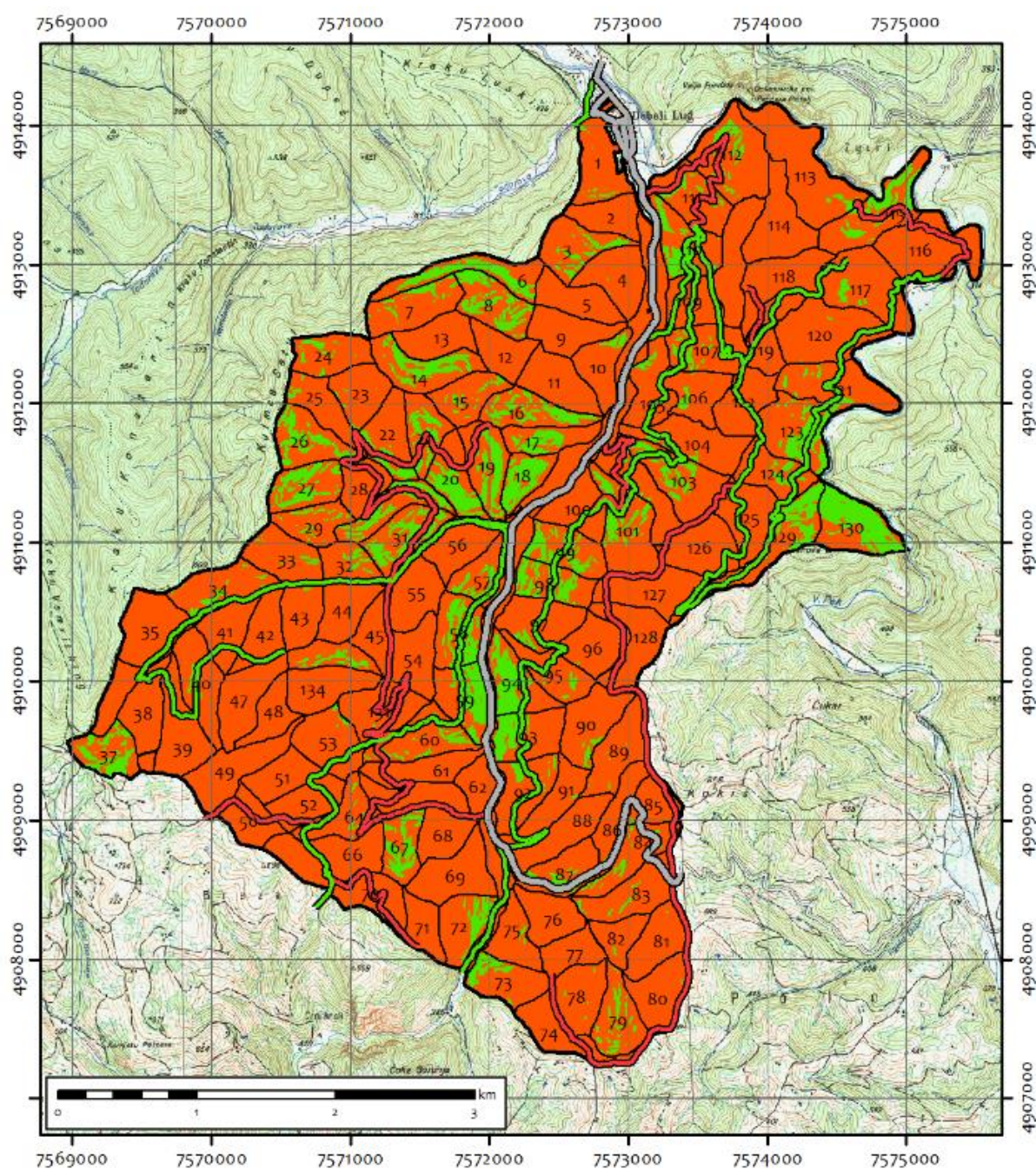
Слика 24: Трактор John Deere и шумска жичара Tajfun (фото: М. Даниловић)



Слика 25: Шумска жичара Tajfun (фото: М. Даниловић)

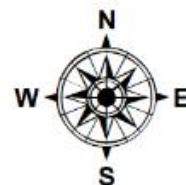
На карти која следи дат је приказ потенцијалних подручја погодних за примену шумских жичара. Зеленом бојом обележене су површине са сечивим етатом од преко $20 \text{ m}^3/\text{ha}$ и нагибом терена преко 60%. На подручју ГЈ „Црна река“ издвојено је 456 ha које се могу сматрати потенцијалним подручјима за примену шумских жичара.

Карта 24: Примењивост шумских жичара у односу на нагиб терена и сечиви етат



Легенда

- Државни пут IIА реда
- Шумски пут са туцаничким коловозом
- Шумски пут са природним коловозом
- Одељења
- Подручја погодна за шумске жичаре



5.5. Израда и примена норми и норматива рада на пословима коришћења шума

Врста послова и услови средине у којима се одвијају радови у шумарству су веома хетерогени, односно јавља се велики број фактора који утичу на ефекте рада. За оцену производних ефеката потребно је поседовати валидне норме и нормативе рада. Норме рада омогућују боље планирање производње, ефикасније организовање процеса рада и објективну расподелу зарада радницима.

При сечи стабала и изради дрвних сортимената разликују се посебне и опште норме.

Посебне норме се односе на само један сортимент или сродну групу сортимената. Опште норме се односе на обе групе сортимената. Норма израде се изражава у m^3 или rgm на дан, при чему треба нагласити да ли се ради о седмочасовном или осмочасовном радном дану.

Норме сече и израде дрвних сортимената изражене су табеларно у зависности од важнијих фактора. Основни улаз у табеле норми су пречник стабла у прсној висини и учешће техничког облог дрвета. Остали фактори који утичу на норме изражени су коефицијентима. Без обзира на организациону форму рада норме су изражене по једном раднику, сем у случајевима када је то код одговарајуће табеле учињено на други начин.

У табели 43 приказане су регресиони модели изведени из постојећих норми рада на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената букве семеног порекла моторном тестером у организационој форми рада 2 МР.

Табела 43: Функције зависности учинка од учешћа техничког облог дрвета на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената букве моторном тестером у организационој форми рада 2 МР

Пречник стабла на прсној висини у cm	летња сеча, редак подраст		
	гранатост <0,4	гранатост од 0,4 до 0,7	гранатост > 0,7
	m^3/dan		
25	$U = \frac{1}{0,182 - 0,000696 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,192 - 0,000676 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,207 - 0,000707 \cdot TO}$
30	$U = \frac{1}{0,179 - 0,000750 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,189 - 0,000772 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,203 - 0,000786 \cdot TO}$
35	$U = \frac{1}{0,179 - 0,000836 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,187 - 0,000830 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,197 - 0,000799 \cdot TO}$

40	$U = \frac{1}{0,178 - 0,000877 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,186 - 0,000860 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,194 - 0,000842 \cdot TO}$
45	$U = \frac{1}{0,176 - 0,000889 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,183 - 0,000872 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,191 - 0,00042 \cdot TO}$
50	$U = \frac{1}{0,174 - 0,000893 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,181 - 0,000874 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,188 - 0,000851 \cdot TO}$
55	$U = \frac{1}{0,172 - 0,000894 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,179 - 0,000884 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,185 - 0,000856 \cdot TO}$
60	$U = \frac{1}{0,169 - 0,000898 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,177 - 0,000892 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,183 - 0,000861 \cdot TO}$
65	$U = \frac{1}{0,168 - 0,000894 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,175 - 0,000896 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,181 - 0,000859 \cdot TO}$

У табели 44 приказане су регресиони модели на изведени из постојећих норми рада на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената јеле и смрче моторном тестером у организационој форми рада 2 МР.

Табела 44: Функције зависности учинка од учешћа техничког облог на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената јеле и смрче моторном тестером у организационој форми рада 2 МР

Пречник стабла на прсној висини у см	летња сеча, неокорано, нагиб 25%		
	гранатост од 0,5	гранатост од 0,5 до 0,66	гранатост преко 0,66
	m³/dan		
10	$U = \frac{1}{0,272 + 0,000352 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,297 + 0,000406 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,330 + 0,000461 \cdot TO}$
15	$U = \frac{1}{0,224 + 0,000391 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,246 + 0,000470 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,272 + 0,000577 \cdot TO}$
20	$U = \frac{1}{0,180 + 0,000706 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,196 + 0,000957 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,215 + 0,000110 \cdot TO}$
25	$U = \frac{1}{0,162 - 0,000102 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,175 - 0,000115 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,191 - 0,000128 \cdot TO}$
30	$U = \frac{1}{0,148 - 0,000189 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,157 - 0,000125 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,173 - 0,000207 \cdot TO}$
35	$U = \frac{1}{0,138 - 0,000300 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,148 - 0,000312 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,160 - 0,000329 \cdot TO}$
40	$U = \frac{1}{0,131 - 0,000374 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,138 - 0,000376 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,149 - 0,000403 \cdot TO}$
50	$U = \frac{1}{0,124 - 0,000430 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,131 - 0,000446 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,140 - 0,000477 \cdot TO}$
60	$U = \frac{1}{0,121 - 0,000454 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,126 - 0,000469 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,136 - 0,000502 \cdot TO}$

У табели 45 приказане су регресиони модели на изведени из постојећих норми рада на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената бора моторном тестером у организационој форми рада 2 МР.

Табела 45: Функције зависности учинка од учешћа техничког облог на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената црног бора моторном тестером у организационој форми рада 2 МР

Пречник стабла на прсној висини у см	летња сеча, неокорано, нагиб 25%		
	гранатост од 0,5	гранатост од 0,5 до 0,66	гранатост преко 0,66
	m^3/dan		
10	$U = \frac{1}{0,240 + 0,000748 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,264 + 0,000831 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,265 + 0,001167 \cdot TO}$
15	$U = \frac{1}{0,174 + 0,000510 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,192 + 0,000641 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,265 + 0,000085 \cdot TO}$
20	$U = \frac{1}{0,169 + 0,000189 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,184 + 0,000197 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,185 + 0,000378 \cdot TO}$
25	$U = \frac{1}{0,168 - 0,000188 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,182 - 0,000205 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,181 - 0,0000646 \cdot TO}$
30	$U = \frac{1}{0,161 - 0,000370 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,170 - 0,000381 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,176 - 0,000312 \cdot TO}$
35	$U = \frac{1}{0,149 - 0,000461 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,159 - 0,000496 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,160 - 0,000427 \cdot TO}$
40	$U = \frac{1}{0,136 - 0,000384 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,144 - 0,000367 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,145 - 0,000345 \cdot TO}$
45	$U = \frac{1}{0,130 - 0,000436 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,137 - 0,000469 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,139 - 0,000417 \cdot TO}$
50	$U = \frac{1}{0,123 - 0,000480 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,130 - 0,000469 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,132 - 0,000463 \cdot TO}$
60	$U = \frac{1}{0,120 - 0,000508 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,126 - 0,000534 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,126 - 0,000609 \cdot TO}$

У табели 46 приказане су регресиони модели на изведени из постојећих норми рада на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената храста китњака моторном тестером у организационој форми рада 2 МР.

Табела 46: Функције зависности учинка од учешћа техничког облог на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената храста китњака

Пречник стабла на прсној висини у см	летња сеча, редак		
	гранатост од 0,5;	0,5-0,66	>0,66
	m^3/dan		
16	$U = (2,23 - 0,000718 \cdot TO)^2$	$U = (2,19 - 0,000707 \cdot TO)^2$	$U = (2,19 - 0,000676 \cdot TO)^2$
18	$U = (2,05 - 0,000165 \cdot TO)^2$	$U = (2,12 - 0,000146 \cdot TO)^2$	$U = (2,10 - 0,000155 \cdot TO)^2$
20	$U = (2,09 - 0,000336 \cdot TO)^2$	$U = (2,12 - 0,000315 \cdot TO)^2$	$U = (2,11 - 0,000318 \cdot TO)^2$
20	$U = (2,17 - 0,000480 \cdot TO)^2$	$U = (2,04 - 0,000440 \cdot TO)^2$	$U = (2,07 - 0,000455 \cdot TO)^2$
24	$U = (2,17 - 0,000588 \cdot TO)^2$	$U = (2,09 - 0,000667 \cdot TO)^2$	$U = (2,07 - 0,000566 \cdot TO)^2$
26	$U = (2,15 - 0,0007662 \cdot TO)^2$	$U = (2,07 - 0,000638 \cdot TO)^2$	$U = (2,06 - 0,000624 \cdot TO)^2$
28	$U = (2,13 - 0,000702 \cdot TO)^2$	$U = (2,06 - 0,000676 \cdot TO)^2$	$U = (2,05 - 0,000676 \cdot TO)^2$
30	$U = (2,13 - 0,000744 \cdot TO)^2$	$U = (2,05 - 0,000720 \cdot TO)^2$	$U = (2,03 - 0,000714 \cdot TO)^2$

У табели 47 приказане су регресиони модели на бази којих се могу израчунати норме сече стабала и израде дрвних сортимената пољског јасена моторном тестером у организационој форми рада 2 МР.

Табела 47: Функције зависности учинка од учешћа техничког облог на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената пољског јасена

Пречник стабла на прсној висини у см	летња сеча, редак подраст	
	гранатост до 0,5	гранатост преко 0,5
	m³/dan	
15	$U = \frac{1}{0,117 - 0,000119 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,235 - 0,0001196 \cdot TO}$
20	$U = \frac{1}{0,122 - 0,000377 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,125 - 0,000356 \cdot TO}$
25	$U = \frac{1}{0,127 - 0,000564 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,129 - 0,000551 \cdot TO}$
30	$U = \frac{1}{0,132 - 0,000672 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,134 - 0,000663 \cdot TO}$
35	$U = \frac{1}{0,133 - 0,000691 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,135 - 0,000682 \cdot TO}$
40	$U = \frac{1}{0,136 - 0,000769 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,135 - 0,000760 \cdot TO}$
45	$U = \frac{1}{0,133 - 0,000783 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,134 - 0,000776 \cdot TO}$
50	$U = \frac{1}{0,132 - 0,000787 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,134 - 0,000793 \cdot TO}$
55	$U = \frac{1}{0,131 - 0,000789 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,132 - 0,000792 \cdot TO}$
60	$U = \frac{1}{0,131 - 0,000800 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,131 - 0,000794 \cdot TO}$
65	$U = \frac{1}{0,130 - 0,000802 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,131 - 0,000801 \cdot TO}$
70	$U = \frac{1}{0,130 - 0,000860 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,131 - 0,000814 \cdot TO}$

У табели 48 приказане су регресиони модели на бази којих се могу израчунати норме сече стабала и израде дрвних сортимената граба моторном тестером у организационој форми рада 2 МР.

Табела 48: Функције зависности учинка од учешћа техничког облог на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената граба

Пречник стабла на прсној висини у см	летња сеча, редак подраст	
	гранатост до 0,5	гранатост преко 0,5
	m³/dan	
15	$U = \frac{1}{0,251 - 0,000164 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,263 - 0,000153 \cdot TO}$
20	$U = \frac{1}{0,203 - 0,000108 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,215 - 0,001000 \cdot TO}$
25	$U = \frac{1}{0,169 - 0,000686 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,180 - 0,000627 \cdot TO}$
30	$U = \frac{1}{0,168 - 0,000932 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,177 - 0,000846 \cdot TO}$
35	$U = \frac{1}{0,166 - 0,000984 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,175 - 0,0006926 \cdot TO}$
40	$U = \frac{1}{0,165 - 0,0007998 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,174 - 0,000953 \cdot TO}$
45	$U = \frac{1}{0,166 - 0,001028 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,173 - 0,000985 \cdot TO}$

50	$U = \frac{1}{0,166 - 0,001030 \cdot TO}$	$U = \frac{1}{0,172 - 0,001013 \cdot TO}$
----	---	---

У табели 49 приказане су регресиони модели на бази којих се могу израчунати норме сече стабала и израде дрвних сортимената у културама бора харвестером мале снаге.

Табела 49: Функције зависности учинка од пречника на прсној висини стабла на пословима сече стабала и израде дрвних сортимената бора харвестером мале снаге

летња сеча, редак подраст	
прореда	Чиста сеча
m^3/dan	
$U = 0,014 \cdot D_{1,3}^2$	$U = 0,23 \cdot D_{1,3}^2$

Норма или учинак у транспорту је производ броја транспортних циклуса на дан и просечне запремине товара.

Трајање једне туре се састоји од времена дистанце (t_s), времена комада (t_k) времена комада (t_q), времена транспортног средства (t_t) и осталих времена (t_r). Време дистанце је време кретања транспортног средства. Време комада обухвата време утовара и истовара, закачињања и откачињања и сл. Време транспортног средства обухвата време везивања товара на камиону, приколицу, издавање отпремнице и сл.

На бази основних норми, а за различите вредности обрачунске транспортне дистанце и просечне запремине комада врши се израчунавање норми. Основни улази у норме су средња транспортна дистанца и просечна запремина комада.

Норме транспорта дрвета камионом се разликују у зависности од категорија путева на истој дистанци. Такође се разликују транспорт са приколицом и без приколице, затим утовар сопственом дизалицом или са другог камиона или другог средства за утовар.

Поменуте специфичности транспорта дрвета камионом понекад отежавају приказивање норми у виду табела јер је број могућих комбинација дистанци, када се ради о две или више категорија путева, врло велики. Чест је случај да се пут одласка у целини не поклапа са путем повратка. Из тих разлога норме транспорта дрвета камионима практичније је изразити као основне норме.

Ту спадају:

- брзина кретања за сваку категорију
- време утовара и истовара у зависности од запремине комада
- време транспортног средства
- време товара и манипулације.

Норме које се тренутно користе су из 2003. године, застареле су и нису у потпуности применљиве, с тога је поребно израдити нове норме које ће одговарати садашњим условима и средствима рада. У табелама су приказане функције на бази којих је могуће израчунати норме рада варирајући средњу транспортну дистанцу и просечну запремину комада при транспорту дрвета у брдско-планинским пределима.

У табели приказане су функције за рачунање учинака за адаптиране тракторе снаге од 50 до 60 kW.

Табела 50: Функције зависности учинка од средње транспортне дистанце трактора са витлом снаге од 50 до 60 kW

ПРОСЕЧНА ЗАПРЕМИНА КОМАДА, m ³	ПРИВЛАЧЕЊЕ ПО ВЛАКАМА НИЗБРДО	ПРИВЛАЧЕЊЕ ПО ВЛАКАМА УЗБРДО
	m ³ /dan	
0,2	$U = \frac{1}{0,0140 + 0,0000193 \cdot S}$	$U = \frac{1}{0,0150 + 0,0000434 \cdot S}$
0,3	$U = \frac{1}{0,0123 + 0,0000183 \cdot S}$	$U = \frac{1}{0,0136 + 0,0000433 \cdot S}$
0,4	$U = \frac{1}{0,0115 + 0,0000176 \cdot S}$	$U = \frac{1}{0,0127 + 0,0000402 \cdot S}$

У табели приказане су функције за рачунање учинака за адаптиране тракторе снаге од око 80 kW.

Табела 51: Функције зависности учинка од средње транспортне дистанце трактора са витлом снаге око 80 kW

ПРОСЕЧНА ЗАПРЕМИНА КОМАДА, m ³	ПРИВЛАЧЕЊЕ ПО ВЛАКАМА НИЗБРДО	ПРИВЛАЧЕЊЕ ПО ВЛАКАМА УЗБРДО
	m ³ /dan	
0,2	$U = \frac{1}{0,0140 + 0,0000193 \cdot S}$	$U = \frac{1}{0,0150 + 0,0000434 \cdot S}$

0,3	$U = \frac{1}{0,0123 + 0,0000183 \cdot S}$	$U = \frac{1}{0,0136 + 0,0000433 \cdot S}$
0,4	$U = \frac{1}{0,0115 + 0,0000176 \cdot S}$	$U = \frac{1}{0,0127 + 0,0000402 \cdot S}$
0,5	$U = \frac{1}{0,0110 + 0,0000170 \cdot S}$	$U = \frac{1}{0,0122 + 0,0000388 \cdot S}$
0,6	$U = \frac{1}{0,0106 + 0,0000164 \cdot S}$	$U = \frac{1}{0,0118 + 0,0000375 \cdot S}$
0,7	$U = \frac{1}{0,0104 + 0,0000159 \cdot S}$	$U = \frac{1}{0,0115 + 0,0000362 \cdot S}$
0,8	$U = \frac{1}{0,0102 + 0,0000153 \cdot S}$	$U = \frac{1}{0,0113 + 0,0000351 \cdot S}$
0,9	$U = \frac{1}{0,0099 + 0,0000155 \cdot S}$	$U = \frac{1}{0,0111 + 0,0000340 \cdot S}$
1,0	$U = \frac{1}{0,0099 + 0,0000144 \cdot S}$	$U = \frac{1}{0,0089 + 0,0000330 \cdot S}$

Истраживања на овом пројекту није се односило на установљивање норми и норматива рада, међутим постојеће норме су неодговарајуће, па и дати модели могу да послуже као оријентациони до израде нових норми и норматива рада.

Табела 52: Учинци анимала и различитих механизованих средстава при транспорту дрвних сортимената

Врста машине	Klasifikacija prema snazi	Distanca privlačenja (m)	Nagib terena (%)	Vrsta drveća	Учинак (m³·h⁻¹)
Анимал	-	100	30	Bukva i hrast	3,8
Форвардер	Мали	600	<30	Лишћари и четинари	7-9
	Средњи				10-12
	Велики				12-14
Тракторска екипажа	Мала	600	<30	Лишћари и четинари	6-8
	Средња				8-10
	Велика				10-12
Жичара	Мала мобилна	100	60	jela	6,6
Жичара	Мала мобилна	250	60	jela	4,9

Табела 53: Просечна процењена потрошња енергената према снази машине

Vrsta mašine	Врста машине према снази	Снага мотора (kw)	Потрошња горива (l·h⁻¹)	Потрошња горива (l·m⁻³)	Потрошња мазива (l·m⁻³)
Форвардер	Мале снаге	80-120	9,5 - 10,5	-	-

	Средње снаге	120- 160	11,5- 12,5	-	-
	Велике снаге	160>	12,5-14,5	-	-
Харвестер	Мале снаге	120- 160	14,5 - 15,5	-	-
	Средње снаге	160-200	15,5 - 16,5	-	-
	Велике снаге	200>	16,5 – 18,0	-	-
Адаптирани пољопривре дни трактор	Мале снаге	<60	4,5-5,5	-	-
	Средње снаге	60-80	5,5 – 6,5	-	-
	Велике снаге	80>	6,5- 7,5	-	-
Скидер	Мини скидер	Око 40	1,8	-	-
	Мале снаге	70-100	6,5	-	-
	Средње снаге	100- 140	6,5 - 8,0	-	-
	Велике снаге	140>	8,0 - 10,1	-	-
Мобилна жичара	Мале снаге	160 – 220	13,0 - 14,5	-	-
	Средње снаге	220 - 280	14,5 – 16,5	-	-
	Велике снаге	280>	16,5 – 18,5	-	-
Моторна тестера	Мале снаге	< 2	-	0,10-0,14	0, 005 – 0,007
	Средње снаге	2-4	-	0,14-020	0, 007 – 0,010
	Велике снаге	4>	-	0,20-026	0, 010– 0,013

5.6. Калкулације трошкова механизованих и осталих средстава рада на коришћењу шума

Калкулације трошкова машинског рада потребне су ради утврђивања:

- исплативости машинског у односу на мануални,
- ефикасности рада једног средства у односу на друго,
- ефикасности примене једне технологије или начина рада у односу на другу.

У шумарству се користи калкулација трошкова машинског рада, која обухвата:

- фиксне трошкове средства рада,
- варијабилне трошкове средства,
- трошкови руковаоца.

Трошкови машинског рада прерачунавају се на погонски сат рада машине и односе се на директни трошак машинског рада, те у себи не садрже опште трошкове пословања (режије).

Време употребе машине може бити изражено као:

- нормално време употребе – одговара броју погонских сати током којих се трошак по погонском сату не повећава због повећања трошкова одржавања,
- време употребе машине годишње (изражено у погонским сатима рада) које је производ броја радних дана годишње и дневног радног времена, али и искоришћења машине.
- проширено нормално време употребе – одговара броју погонских сати током којих се трошак по погонском сату не повећава због повећања трошкова одржавања - харвестер (12000 h), форвардер (12000 h), трактор са витлом (10000 h), жичаре (9000 h), моторна тестера (1800 h), гуме и ланци за гуме (3000 h), вучно уже и уже за везање (500 – 800 h)

Највећи утицај на трошкове транспорта има транспортна дистанца. Међутим, трошкови транспорта зависе и од квалитета пута којим се врши транспорт, конфигурације терена, врсте транспортног средства, транспортне шеме итд.

У директне трошкове, који утичу на цену транспорта шумских сортимената, спадају следећи трошкови:

- трошкови амортизације транспортног средства A_t ,
- трошкови хабања гума и гусеница транспортног средства,
- потрошња горива и мазива T_g ,
- трошкови осигурања T_{os} ,
- трошкови регистрације транспортног средства,
- трошкови одржавања транспортног средства,
- камата на кредит C_k ,
- лични доходак L_d .

У наредним табелама дати су дневни трошкови средстава рада чија је примена могућа у истраживаним условима.

У табели 54 приказани су дневни трошкови за моторну тестеру снаге до 3,0 kW, која се може применити на истраживаном подручју.

Табела 54: Дневни трошкови за моторну тестеру снаге до 3 kW

	Елемент калкулације	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена моторне тестере	C_{mt}	din	68.499,00
2	Век трајања моторне тестере	V_h	h	1.500
3	коефицијент искоришћења радног времена	k_m		0,20
4	Број ефективних дана у години	d_e	dan	200
5	Норма времена при раду моторном тестером	t_m	min/m ³	25,00
6	Цена горива	C_g	din/l	150,00
7	Каматна стопа	p_k	%	5,00
8	Рок отплате кредита		god	1
9	Норматив потрошње уља за мешавину	U_m	l/m ³	0,01
10	Норматив потрошње уља за подмазивање ланца	U_{ml}	l/m ³	0,12
11	Норматив потрошње горива	g	l/m ³	0,29
12	Цена мазива	C_m	din/l	450,00
13	Цена ланчаника	C_{lc}	din/kom	900,00
14	Цена водилице	C_v	din/kom	3.700,00
15	Цена ланца	C_l	din/kom	1.700,00
16	Цена турпије за оштрење ланца (округла)	C_t	din/kom	60,00
17	Цена турпије (угаона)	C_{ut}	din/kom	200,00

18	Цена моторног уља за мешавину	C _{mm}	din/l	1.300,00
19	Цена моторног уља за подмазивање ланца	C _{ml}	din/l	280,00
20	Утрошак турпије за оштрење	U _t		3,00
21	Утрошак угаоне турпије	U _{ut}		1,00
22	Норматив утрошка ланца	n _j	jed/lanac	319,00
23	Норматив утрошка ланчаника	n _{lč}	jed/lančanic	638,00
24	Норматив утрошка водилице	n _v	jed/vodilica	452,00
25	Нето месечна зарада мотористе	S _o	din	60.000,00
26	Коефицијент доприноса	k _d		1,60
27	Стопа осигурања	p _o	%	4,00
28	Годишња средства за набавку ХТЗ опреме	C _{HTZ}	din/god	15.000,00
29	Дневна норма рада моторном тестером	N	m ³ /dan	6,00
30	Рок отплате кредита за набавку моторне тестере	x _k	god	1

Укупни дневни трошкови за моторну тестеру снаге до 3,0 kW износе 6.581,26 дина/дан.

У табели 55 приказани су дневни трошкови за моторну тестеру снаге од 3,0 – 5,0 kW, која се може применити на истраживаном подручју.

Табела 55: Дневни трошкови за моторну тестеру снаге 3-5 kW

	Елемент калкулације	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена моторне тестере	C _{mt}	din	111.499,00
2	Век трајања моторне тестере	V _h	h	1.500
3	коефицијент искоришћења радног времена	k _m		0,20
4	Број ефективних дана у години	d _e	dan	200
5	Норма времена при раду моторном тестером	t _m	min/m ³	25,00
6	Цена горива	C _g	din/l	150,00
7	Каматна стопа	p _k	%	5,00
8	Рок отплате кредита		god	1
9	Норматив потрошње уља за мешавину	U _m	l/m ³	0,01
10	Норматив потрошње уља за подмазивање ланца	U _{ml}	l/m ³	0,12
11	Норматив потрошње горива	g	l/m ³	0,30
12	Цена мазива	C _m	din/l	450,00
13	Цена ланчаника	C _{lč}	din/kom	900,00
14	Цена водилице	C _v	din/kom	3.700,00
15	Цена ланца	C _l	din/kom	1.700,00
16	Цена турпије за оштрење ланца (округла)	C _t	din/kom	60,00
17	Цена турпије (угаона)	C _{ut}	din/kom	200,00
18	Цена моторног уља за мешавину	C _{mm}	din/l	1.300,00
19	Цена моторног уља за подмазивање ланца	C _{ml}	din/l	280,00
20	Утрошак турпије за оштрење	U _t		3,00
21	Утрошак угаоне турпије	U _{ut}		1,00
22	Норматив утрошка ланца	n _j	jed/lanac	319,00
23	Норматив утрошка ланчаника	n _{lč}	jed/lančanic	638,00
24	Норматив утрошка водилице	n _v	jed/vodilica	452,00
25	Нето месечна зарада мотористе	S _o	din	60.000,00
26	Коефицијент доприноса	k _d		1,60
27	Стопа осигурања	p _o	%	4,00
28	Годишња средства за набавку ХТЗ опреме	C _{HTZ}	din/god	15.000,00

29	Дневна норма рада моторном тестером	N	m ³ /dan	7,50
30	Рок отплате кредита за набавку моторне тестере	x _k	god	1

Укупни дневни трошкови за тестеру снаге 3,0-5,0 kW износе 6.815,42 дин/дан.

У табели 56 приказани су дневни трошкови за моторну тестеру снаге преко 5,0 kW, која се може применити на истраживаном подручју.

Табела 56: Дневни трошкови за моторну тестеру снаге преко 5 kW

	Елемент калкулације	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена моторне тестере	C _{mt}	din	119.999,00
2	Век трајања моторне тестере	V _h	h	1.500
3	коефицијент искоришћења радног времена	k _m		0,20
4	Број ефективних дана у години	d _e	dan	200
5	Норма времена при раду моторном тестером	t _m	min/m ³	25,00
6	Цена горива	C _g	din/l	150,00
7	Каматна стопа	p _k	%	5,00
8	Рок отплате кредита		god	1
9	Норматив потрошње уља за мешавину	U _m	l/m ³	0,01
10	Норматив потрошње уља за подмазивање ланца	U _{ml}	l/m ³	0,12
11	Норматив потрошње горива	g	l/m ³	0,35
12	Цена мазива	C _m	din/l	450,00
13	Цена ланчаника	C _{lč}	din/kom	900,00
14	Цена водилице	C _v	din/kom	3.700,00
15	Цена ланца	C _i	din/kom	1.700,00
16	Цена турпије за оштрење ланца (округла)	C _t	din/kom	60,00
17	Цена турпије (угаона)	C _{ut}	din/kom	200,00
18	Цена моторног уља за мешавину	C _{mm}	din/l	1.300,00
19	Цена моторног уља за подмазивање ланца	C _{ml}	din/l	280,00
20	Утрошак турпије за оштрење	U _t		3,00
21	Утрошак угаоне турпије	U _{ut}		1,00
22	Норматив утрошка ланца	n _j	jed/lanac	319,00
23	Норматив утрошка ланчаника	n _{lč}	jed/lančanic	638,00
24	Норматив утрошка водилице	n _v	jed/vodilica	452,00
25	Нето месечна зарада мотористе	S _o	din	60.000,00
26	Коефицијент доприноса	k _d		1,60
27	Стопа осигурања	p _o	%	4,00
28	Годишња средства за набавку ХТЗ опреме	C _{HTZ}	din/god	15.000,00
29	Дневна норма рада моторном тестером	N	m ³ /dan	9,00
30	Рок отплате кредита за набавку моторне тестере	x _k	god	1

Укупни дневни трошкови за тестеру снаге преко 5,0 kW износе 7.079,63 дин/дан.

У табели 57 приказани су дневни трошкови за харвестер снаге до 150 kW, као потенцијалног средства на пословима сече и израде дрвних сортимената на испитиваном подручју, нарочито у културама четинара.

Табела 57: Дневни трошкови за харвестер снаге до 150 kW

	Елемент калкулације:	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена средства	C _n	din	47.005.000,00
2	Век трајања средства	V _s	h	12.000
3	Преостала вредност средства	C _p	din	9.401.000,00
4	Камата на кредит	k	%	10,00
5	Рок отплате кредита	x _k	god	5
6	Цена гума и ланаца	C _{gl}	din	1.200.000,00
7	Век трајања гума и ланаца	V _{gl}	h	3.000
8	Утрошак горива	U _g	l/h	10,00
9	Утрошак мазива	U _m	l/h	2,00
10	Цена горива	C _g	din/l	161,00
11	Број радних рада у току године	D _e	dan	200
12	Трошкови регистрације	T _r	din	11.270,00
13	Трошкови осигурања и техничког прегледа	T _{ot}	din/god	11.598,00
14	Број погонских сати у току дана	h _p	h	8
15	Бруто зарада руковаоца	L _d	din	90.000,00
16	Остало (путни трошкови, ХТЗ опрема и сл.)	O _t	din	35.000,00
Обрачун калкулације:				
1	Амортизација средства рада			25.069,33
2	Амортизација гума и ланаца			3.200,00
3	Трошкови одржавања			10.027,73
4	Трошкови горива и мазива			15.456,00
5	Трошкови регистрације, осигурања и техничког прегледа			65,50
6	Бруто зарада руковаоца			5.400,00
7	Камата на кредит			9.401,00
8	Остали трошкови			175,00
Дневни трошкови				68.794,57

Укупни дневни трошкови за харвестер снаге до 150 kW износе 68.794,57 дин/дан.

У табели 58 приказани су дневни трошкови за харвестер снаге 150-200 kW.

Табела 58: Дневни трошкови за харвестер снаге 150-200 kW

	Елемент калкулације:	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена средства	C _n	din	52.122.000,00
2	Век трајања средства	V _s	h	12.000
3	Преостала вредност средства	C _p	din	10.424.400,00
4	Камата на кредит	k	%	10,00
5	Рок отплате кредита	x _k	god	5
6	Цена гума и ланаца	C _{gl}	din	1.350.000,00
7	Век трајања гума и ланаца	V _{gl}	h	3.000
8	Утрошак горива	U _g	l/h	12,00
9	Утрошак мазива	U _m	l/h	2,40
10	Цена горива	C _g	din/l	161,00
11	Број радних рада у току године	D _e	dan	200
12	Трошкови регистрације	T _r	din	11.270,00

13	Трошкови осигурања и техничког прегледа	T _{ot}	din/god	14.047,00
14	Број погонских сати у току дана	h _p	h	8
15	Бруто зарада руковаоца	L _d	din	90.000,00
16	Остало (путни трошкови, ХТЗ опрема и сл.)	O _t	din	35.000,00
Обрачун калкулације:				
1	Амортизација средства рада			27.798,40
2	Амортизација гума и ланаца			3.600,00
3	Трошкови одржавања			11.119,36
4	Трошкови горива и мазива			18.547,20
5	Трошкови регистрације, осигурања и техничког прегледа			77,75
6	Бруто зарада руковаоца			5.400,00
7	Камата на кредит			10.424,40
8	Остали трошкови			175,00
Дневни трошкови				77.142,11

Укупни дневни трошкови за харвестер снаге 150-200 kW износе 77.142,11 дин/дан.

У табели 59 приказани су дневни трошкови за харвестер снаге преко 200 kW.

Табела 59: Дневни трошкови за харвестер снаге преко 200 kW

	Елемент калкулације:	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена средства	C _n	din	57.715.000,00
2	Век трајања средства	V _s	h	12.000
3	Преостала вредност средства	C _p	din	11.543.000,00
4	Камата на кредит	k	%	10,00
5	Рок отплате кредита	x _k	god	5
6	Цена гума и ланаца	C _{gl}	din	1.700.000,00
7	Век трајања гума и ланаца	V _{gl}	h	3.000
8	Утрошак горива	U _g	l/h	15,00
9	Утрошак мазива	U _m	l/h	3,00
10	Цена горива	C _g	din/l	161,00
11	Број радних рада у току године	D _e	dan	200
12	Трошкови регистрације	T _r	din	11.270,00
13	Трошкови осигурања и техничког прегледа	T _{ot}	din/god	14.047,00
14	Број погонских сати у току дана	h _p	h	8
15	Бруто зарада руковаоца	L _d	din	90.000,00
16	Остало (путни трошкови, ХТЗ опрема и сл.)	O _t	din	35.000,00
Обрачун калкулације:				
1	Амортизација средства рада			30.781,33
2	Амортизација гума и ланаца			4.533,33
3	Трошкови одржавања			12.312,53
4	Трошкови горива и мазива			23.184,00
5	Трошкови регистрације, осигурања и техничког прегледа			77,75
6	Бруто зарада руковаоца			5.400,00
7	Камата на кредит			11.543,00
8	Остали трошкови			175,00
Дневни трошкови				88.006,95

Укупни дневни трошкови за харвестер снаге преко 200 kW износе 88.006,95 дин/дан.

У табели 60 приказани су дневни трошкови за анимал (пар волова) као потенцијално средство рада приликом привлачења дрвних сортимената.

Табела 60: Дневни трошкови привлачења анималима

	Елемент калкулације	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна вредност пара анимала	C _a	din	357.000,00
2	Век трајања	V _a	god	5
3	Број ефективних радних дана у години	D _e	dan	200
4	Вредност штале за пар анимала	C _s	din	300.000,00
5	Камата на кредит за набавку анимала	K	%	10,00
6	Рок отплате кредита за набавку анимала	X _k	god	3,00
7	Цена сена	C _s	din/kg	10,00
8	Цена кукуруза	C _k	din/kg	15,00
9	Цена опреме	C _o	din	20.000,00
10	Утрошак кукуруза за исхрану током радних дана	m _k	kg/dan	15,00
11	Утрошак кукуруза за исхрану током нерадних дана	m _{nk}	kg/dan	12,00
12	Утрошак сена за исхрану пара анимала	m _s	kg/dan	22,00
13	Поткивачке услуге	T _p	din/mesec	1.500,00
14	Ветеринарске услуге	T _m	din/mesec	2.000,00
15	Нето месечна зарада радника	S _o	din/mesec	40.000,00
16	Коефицијент доприноса	K _d		1,60
17	Стопа осигурања	P _o	%	5,00
	Обрачун калкулације			
	Амортизација пара коња			357,00
	Амортизација опреме			33,33
	Одржавање опреме			16,67
	Амортизација објеката			50,00
	Исхрана пара анимала			775,00
	Осигурање пара анимала			53,55
	Поткивачке услуге			90,00
	Ветеринарске услуге			120,00
	Камата на кредит за набавку анимала			71,40
	Бруто зарада радника			3.840,00
	Укупно			5.406,95

Укупни дневни трошкови за пар анимала износе 5.406,95 дин/дан.

У табели 61 приказани су дневни трошкови за адаптирани пољопривредни трактор са витлом, снаге до 70 kW, као средство рада које се и тренутно користи приликом привлачења дрвних сортимената на испитиваном подручју.

Табела 61: Дневни трошкови за адаптирани пољопривредни трактор са витлом, снаге до 70 kW

	Елемент калкулације:	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена трактора	C _n	din	2.261.000,00
2	Набавна цена витла	C _v	din	892.500,00
3	Век трајања средства	V _s	h	10.000
4	Преостала вредност средства	C _p	din	452.200,00
5	Камата на кредит	k	%	10,00
6	Рок отплате кредита	x _k	god	5
7	Цена гума и ланаца	C _{gl}	din	200.000,00
8	Век трајања гума и ланаца	V _{gl}	h	3.000
9	Цена ужета	C _u	din	35.000,00
10	Век трајања ужета	V _u	h	1.000
11	Утрошак горива	U _g	l/h	7,00
12	Утрошак мазива	U _m	l/h	1,40
13	Цена горива	C _g	din/l	161,00
14	Број радних рада у току године	D _e	dan	200
15	Трошкови регистрације	T _r	din	6.260,00
16	Трошкови осигурања и техничког прегледа	T _{ot}	din/god	6.925,00
17	Број погонских сати у току дана	h _p	h	8
18	Бруто зарада руковаоца	L _d	din	70.000,00
19	Остало (путни трошкови, ХТЗ опрема и сл.)	O _t	din	35.000,00
	Обрачун калкулације:			
1	Амортизација средства рада			2.161,04
2	Амортизација гума и ланаца			533,33
	Амортизација ужета			280,00
3	Трошкови одржавања			1.728,83
4	Трошкови горива и мазива			10.819,20
5	Трошкови регистрације, осигурања и техничког прегледа			39,63
6	Бруто зарада руковаоца			4.200,00
7	Камата на кредит			542,64
8	Остали трошкови			175,00
Дневни трошкови				20.479,68

Укупни дневни трошкови за адаптирани пољопривредни трактор са витлом снаге до 70 kW износе 20.479,68 дин/дан.

У табели 62 приказани су дневни трошкови за адаптирани пољопривредни трактор са витлом снаге 70-90 kW.

Табела 62: Дневни трошкови за адаптирани пољопривредни трактор са витлом, снаге 70-90 kW

	Елемент калкулације:	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена трактора	C _n	din	4.284.000,00
2	Набавна цена витла	C _v	din	892.500,00
3	Век трајања средства	V _s	h	10.000
4	Преостала вредност средства	C _p	din	856.800,00

5	Камата на кредит	k	%	10,00
6	Рок отплате кредита	x_k	god	5
7	Цена гума и ланаца	C_{gl}	din	350.000,00
8	Век трајања гума и ланаца	V_{gl}	h	3.000
9	Цена ужета	C_u	din	35.000,00
10	Век трајања ужета	V_u	h	1.000
11	Утрошак горива	U_g	l/h	13,00
12	Утрошак мазива	U_m	l/h	2,60
13	Цена горива	C_g	din/l	161,00
14	Број радних рада у току године	D_e	dan	200
15	Трошкови регистрације	T_r	din	8.781,00
16	Трошкови осигурања и техничког прегледа	T_{ot}	din/god	9.138,00
17	Број погонских сати у току дана	h_p	h	8
18	Бруто зарада руковаоца	L_d	din	70.000,00
19	Остало (путни трошкови, ХТЗ опрема и сл.)	O_t	din	35.000,00
Обрачун калкулације:				
1	Амортизација средства рада			3.455,76
2	Амортизација гума и ланаца			933,33
	Амортизација ужета			280,00
3	Трошкови одржавања			2.764,61
4	Трошкови горива и мазива			20.092,80
5	Трошкови регистрације, осигурања и техничког прегледа			52,71
6	Бруто зарада руковаоца			4.200,00
7	Камата на кредит			1.028,16
8	Остали трошкови			175,00
Дневни трошкови				32.982,38

Укупни дневни трошкови за адаптирани пољопривредни трактор са витлом, снаге 70-90 kW, износе 32.982,38 дин/дан.

У табели 63 приказани су дневни трошкови за адаптирани пољопривредни трактор са витлом снаге преко 90 kW.

Табела 63: Дневни трошкови за адаптирани пољопривредни трактор са витлом снаге преко 90 kW

	Елемент калкулације:	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена трактора	C_n	din	9.520.000,00
2	Набавна цена витла	C_v	din	1.071.000,00
3	Век трајања средства	V_s	h	10.000
4	Преостала вредност средства	C_p	din	1.904.000,00
5	Камата на кредит	k	%	10,00
6	Рок отплате кредита	x_k	god	5
7	Цена гума и ланаца	C_{gl}	din	500.000,00
8	Век трајања гума и ланаца	V_{gl}	h	3.000
9	Цена ужета	C_u	din	35.000,00
10	Век трајања ужета	V_u	h	1.000
11	Утрошак горива	U_g	l/h	15,50

12	Утрошак мазива	U_m	l/h	3,10
13	Цена горива	C_g	din/l	161,00
14	Број радних рада у току године	D_e	dan	200
15	Трошкови регистрације	T_r	din	8.781,00
16	Трошкови осигурања и техничког прегледа	T_{ot}	din/god	9.138,00
17	Број погонских сати у току дана	h_p	h	8
18	Бруто зарада руковаоца	L_d	din	70.000,00
19	Остало (путни трошкови, ХТЗ опрема и сл.)	O_t	din	35.000,00
Обрачун калкулације:				
1	Амортизација средства рада			6.949,60
2	Амортизација гума и ланаца			1.333,33
	Амортизација ужета			280,00
3	Трошкови одржавања			5.559,68
4	Трошкови горива и мазива			23.956,80
5	Трошкови регистрације, осигурања и техничког прегледа			52,71
6	Бруто зарада руковаоца			4.200,00
7	Камата на кредит			2.284,80
8	Остали трошкови			175,00
Дневни трошкови				44.791,93

Укупни дневни трошкови за адаптирани пољопривредни трактор са витлом, снаге преко 90 kW, износе 44.791,93 дин/дан.

Као потенцијално средство рада на пословима привлачења дрвних сортимената може се, на испитиваном подручју, применити и зглобни трактор. У табели 64 приказани су дневни трошкови за зглобни трактор са витлом снаге до 80 kW.

Табела 64: Дневни трошкови за зглобни трактор са витлом снаге до 80 kW

	Елемент калкулације:	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена средства	C_n	din	13.090.000,00
2	Век трајања средства	V_s	h	12.000
3	Преостала вредност средства	C_p	din	2.618.000,00
4	Камата на кредит	k	%	10,00
5	Рок отплате кредита	x_k	god	5
6	Цена гума и ланаца	C_{gl}	din	800.000,00
7	Век трајања гума и ланаца	V_{gl}	h	3.000
8	Утрошак горива	U_g	l/h	10,00
9	Утрошак мазива	U_m	l/h	2,00
10	Цена горива	C_g	din/l	161,00
11	Број радних рада у току године	D_e	dan	200
12	Трошкови регистрације	T_r	din	6.260,00
13	Трошкови осигурања и техничког прегледа	T_{ot}	din/god	6.925,00
14	Број погонских сати у току дана	h_p	h	8
15	Бруто зарада руковаоца	L_d	din	90.000,00
16	Остало (путни трошкови, ХТЗ опрема и сл.)	O_t	din	35.000,00

Обрачун калкулације:		
1	Амортизација средства рада	6.981,33
2	Амортизација гума и ланаца	2.133,33
3	Трошкови одржавања	4.188,80
4	Трошкови горива и мазива	15.456,00
5	Трошкови регистрације, осигурања и техничког прегледа	38,80
6	Бруто зарада руковаоца	5.400,00
7	Камата на кредит	2.618,00
8	Остали трошкови	175,00
Дневни трошкови		36.991,27

Укупни дневни трошкови за зглобни трактор са витлом снаге преко 90 kW износе 36.991,27 дин/дан.

У табели 65 приказани су дневни трошкови за зглобни трактор са витлом снаге преко 80-100 kW.

Табела 65: Дневни трошкови за зглобни трактор са витлом снаге 80-100 kW

	Елемент калкулације:	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена средства	C _n	din	14.280.000,00
2	Век трајања средства	V _s	h	12.000
3	Преостала вредност средства	C _p	din	2.856.000,00
4	Камата на кредит	k	%	10,00
5	Рок отплате кредита	x _k	god	5
6	Цена гума и ланаца	C _{gl}	din	1.000.000,00
7	Век трајања гума и ланаца	V _{gl}	h	3.000
8	Утрошак горива	U _g	l/h	11,00
9	Утрошак мазива	U _m	l/h	2,20
10	Цена горива	C _g	din/l	161,00
11	Број радних рада у току године	D _e	dan	200
12	Трошкови регистрације	T _r	din	8.781,00
13	Трошкови осигурања и техничког прегледа	T _{ot}	din/god	9.138,00
14	Број погонских сати у току дана	h _p	h	8
15	Бруто зарада руковаоца	L _d	din	90.000,00
16	Остало (путни трошкови, ХТЗ опрема и сл.)	O _t	din	35.000,00
Обрачун калкулације:				
1	Амортизација средства рада			7.616,00
2	Амортизација гума и ланаца			2.666,67
3	Трошкови одржавања			4.569,60
4	Трошкови горива и мазива			17.001,60
5	Трошкови регистрације, осигурања и техничког прегледа			51,54
6	Бруто зарада руковаоца			5.400,00
7	Камата на кредит			2.856,00
8	Остали трошкови			175,00
Дневни трошкови				40.336,41

Укупни дневни трошкови за зглобни трактор са витлом снаге 80-100 kW износе 40.336,41 дин/дан.

У табели 66 приказани су дневни трошкови за зглобни трактор са витлом снаге преко 100 kW.

Табела 66: Дневни трошкови за зглобни трактор са витлом снаге преко 100 kW

	Елемент калкулације:	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена средства	C _n	din	16.065.000,00
2	Век трајања средства	V _s	h	12.000
3	Преостала вредност средства	C _p	din	3.213.000,00
4	Камата на кредит	k	%	10,00
5	Рок отплате кредита	x _k	god	5
6	Цена гума и ланаца	C _{gl}	din	1.100.000,00
7	Век трајања гума и ланаца	V _{gl}	h	3.000
8	Утрошак горива	U _g	l/h	12,00
9	Утрошак мазива	U _m	l/h	2,40
10	Цена горива	C _g	din/l	161,00
11	Број радних рада у току године	D _e	dan	200
12	Трошкови регистрације	T _r	din	8.781,00
13	Трошкови осигурања и техничког прегледа	T _{ot}	din/god	9.138,00
14	Број погонских сати у току дана	h _p	h	8
15	Бруто зарада руковаоца	L _d	din	90.000,00
16	Остало (путни трошкови, ХТЗ опрема и сл.)	O _t	din	35.000,00
	Обрачун калкулације:			
1	Амортизација средства рада			8.568,00
2	Амортизација гума и ланаца			2.933,33
3	Трошкови одржавања			5.140,80
4	Трошкови горива и мазива			18.547,20
5	Трошкови регистрације, осигурања и техничког прегледа			51,54
6	Бруто зарада руковаоца			5.400,00
7	Камата на кредит			3.213,00
8	Остали трошкови			175,00
Дневни трошкови				44.028,88

Укупни дневни трошкови за зглобни трактор са витлом снаге преко 100 kW износе 44.028,88 дин/дан.

У табели 67 приказани су дневни трошкови за тракторску екипажу, са трактором снаге до 90 kW, као потенцијалног средства које се може применити на испитиваном подручју за прву фазу транспорта дрвних сортимената.

Табела 67: Дневни трошкови за тракторску екипажу, са трактором снаге до 90 kW

	Елемент калкулације:	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена трактора	C _n	din	4.284.000,00
2	Набавна цена приколице	C _p	din	1.309.000,00
3	Набавна цена дизалице	C _d	din	3.510.500,00
4	Век трајања средства	V _s	h	10.000
5	Преостала вредност средства	C _p	din	856.800,00
6	Камата на кредит	k	%	10,00
7	Рок отплате кредита	x _k	god	5
8	Цена гума и ланаца	C _{gl}	din	480.000,00
9	Век трајања гума и ланаца	V _{gl}	h	3.000
10	Утрошак горива	U _g	l/h	11,50
11	Утрошак мазива	U _m	l/h	2,30
12	Цена горива	C _g	din/l	161,00
13	Број радних рада у току године	D _e	dan	200
14	Трошкови регистрације	T _r	din	8.781,00
15	Трошкови осигурања и техничког прегледа	T _{ot}	din/god	9.138,00
16	Број погонских сати у току дана	h _p	h	8
17	Бруто зарада руковаоца	L _d	din	70.000,00
18	Остало (путни трошкови, ХТЗ опрема и сл.)	O _t	din	35.000,00
	Обрачун калкулације:			
1	Амортизација средства рада			6.597,36
2	Амортизација гума и ланаца			1.280,00
3	Трошкови одржавања			5.277,89
4	Трошкови горива и мазива			17.774,40
5	Трошкови регистрације, осигурања и техничког прегледа			52,71
6	Бруто зарада руковаоца			4.200,00
7	Камата на кредит			1.028,16
8	Остали трошкови			175,00
	Дневни трошкови			36.385,52

Укупни дневни трошкови за тракторску екипажу, са трактором снаге до 90 kW, износе 36.385,52 дин/дан.

У табели 68 приказани су дневни трошкови за тракторску екипажу, са трактором снаге преко 90 kW.

Табела 68: Дневни трошкови за тракторску екипажу, са трактором снаге преко 90 kW

	Елемент калкулације:	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена трактора	C _n	din	9.520.000,00
2	Набавна цена приколице	C _p	din	1.309.000,00
3	Набавна цена дизалице	C _d	din	5.414.500,00
4	Век трајања средства	V _s	h	10.000
5	Преостала вредност средства	C _p	din	1.904.000,00
6	Камата на кредит	k	%	10,00
7	Рок отплате кредита	x _k	god	5

8	Цена гума и ланаца	C_{gl}	din	580.000,00
9	Век трајања гума и ланаца	V_{gl}	h	3.000
10	Утрошак горива	U_g	l/h	14,00
11	Утрошак мазива	U_m	l/h	2,80
12	Цена горива	C_g	din/l	161,00
13	Број радних рада у току године	D_e	dan	200
14	Трошкови регистрације	T_r	din	8.781,00
15	Трошкови осигурања и техничког прегледа	T_{ot}	din/god	9.138,00
16	Број погонских сати у току дана	h_p	h	8
17	Бруто зарада руковаоца	L_d	din	70.000,00
18	Остало (путни трошкови, ХТЗ опрема и сл.)	O_t	din	35.000,00
Обрачун калкулације:				
1	Амортизација средства рада			11.471,60
2	Амортизација гума и ланаца			1.546,67
3	Трошкови одржавања			9.177,28
4	Трошкови горива и мазива			21.638,40
5	Трошкови регистрације, осигурања и техничког прегледа			52,71
6	Бруто зарада руковаоца			4.200,00
7	Камата на кредит			2.284,80
8	Остали трошкови			175,00
Дневни трошкови				50.546,46

Укупни дневни трошкови за тракторску екипажу, са трактором снаге преко 90 kW, износе 50.546,46 дин/дан.

На испитиваном подручју, као средство рада у оквиру прве фазе транспорта дрвних сортимената може се применити и форвардер. У табели 69 приказани су дневни трошкови за форвардер снаге до 120 kW.

Табела 69: Дневни трошкови форвардера снаге до 120 kW

	Елемент калкулације:	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена средства	C_n	din	37.009.000,00
2	Век трајања средства	V_s	h	12.000
3	Преостала вредност средства	C_p	din	7.401.800,00
4	Камата на кредит	k	%	10,00
5	Рок отплате кредита	x_k	god	5
6	Цена гума и ланаца	C_{gl}	din	1.200.000,00
7	Век трајања гума и ланаца	V_{gl}	h	3.000
8	Утрошак горива	U_g	l/h	9,00
9	Утрошак мазива	U_m	l/h	1,80
10	Цена горива	C_g	din/l	161,00
11	Број радних рада у току године	D_e	dan	200
12	Трошкови регистрације	T_r	din	8.781,00
13	Трошкови осигурања и техничког прегледа	T_{ot}	din/god	11.589,00
14	Број погонских сати у току дана	h_p	h	8
15	Бруто зарада руковаоца	L_d	din	90.000,00

16	Остало (путни трошкови, ХТЗ опрема и сл.)	О _t	din	35.000,00
Обрачун калкулације:				
1	Амортизација средства рада			19.738,13
2	Амортизација гума и ланаца			3.200,00
3	Трошкови одржавања			7.895,25
4	Трошкови горива и мазива			13.910,40
5	Трошкови регистрације, осигурања и техничког прегледа			63,80
6	Бруто зарада руковаоца			5.400,00
7	Камата на кредит			7.401,80
8	Остали трошкови			175,00
Дневни трошкови				57.784,39

Укупни дневни трошкови за форвардер снаге до 120 kW износе 57.784,39 дин/дан.

У табели 70 приказани су дневни трошкови за форвардер снаге 120-160 kW.

Табела 70: Дневни трошкови форвардера снаге 120-160 kW

	Елемент калкулације:	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена средства	C _n	din	42.126.000,00
2	Век трајања средства	V _s	h	12.000
3	Преостала вредност средства	C _p	din	8.425.200,00
4	Камата на кредит	k	%	10,00
5	Рок отплате кредита	x _k	god	5
6	Цена гума и ланаца	C _{gl}	din	1.400.000,00
7	Век трајања гума и ланаца	V _{gl}	h	3.000
8	Утрошак горива	U _g	l/h	12,00
9	Утрошак мазива	U _m	l/h	2,40
10	Цена горива	C _g	din/l	161,00
11	Број радних рада у току године	D _e	dan	200
12	Трошкови регистрације	T _r	din	11.270,00
13	Трошкови осигурања и техничког прегледа	T _{ot}	din/god	11.598,00
14	Број погонских сати у току дана	h _p	h	8
15	Бруто зарада руковаоца	L _d	din	90.000,00
16	Остало (путни трошкови, ХТЗ опрема и сл.)	О _t	din	35.000,00
Обрачун калкулације:				
1	Амортизација средства рада			22.467,20
2	Амортизација гума и ланаца			3.733,33
3	Трошкови одржавања			8.986,88
4	Трошкови горива и мазива			18.547,20
5	Трошкови регистрације, осигурања и техничког прегледа			65,50
6	Бруто зарада руковаоца			5.400,00
7	Камата на кредит			8.425,20
8	Остали трошкови			175,00
Дневни трошкови				67.800,32

Укупни дневни трошкови за форвардер снаге 120-160 kW износе 67.800,32 дин/дан.

У табели 71 приказани су дневни трошкови за форвардер снаге преко 160 kW.

Табела 71: Дневни трошкови форвардера снаге преко 160 kW

	Елемент калкулације:	Ознака	Јединица мере	Вредност
1	Набавна цена средства	C _n	din	53.669.000,00
2	Век трајања средства	V _s	h	12.000
3	Преостала вредност средства	C _p	din	10.733.800,00
4	Камата на кредит	k	%	10,00
5	Рок отплате кредита	x _k	god	5
6	Цена гума и ланаца	C _{gl}	din	1.800.000,00
7	Век трајања гума и ланаца	V _{gl}	h	3.000
8	Утрошак горива	U _g	l/h	14,00
9	Утрошак мазива	U _m	l/h	2,80
10	Цена горива	C _g	din/l	161,00
11	Број радних рада у току године	D _e	dan	200
12	Трошкови регистрације	T _r	din	11.270,00
13	Трошкови осигурања и техничког прегледа	T _{ot}	din/god	14.047,00
14	Број погонских сати у току дана	h _p	h	8
15	Бруто зарада руковаоца	L _d	din	90.000,00
16	Остало (путни трошкови, ХТЗ опрема и сл.)	O _t	din	35.000,00
	Обрачун калкулације:			
1	Амортизација средства рада			28.623,47
2	Амортизација гума и ланаца			4.800,00
3	Трошкови одржавања			11.449,39
4	Трошкови горива и мазива			21.638,40
5	Трошкови регистрације, осигурања и техничког прегледа			77,75
6	Бруто зарада руковаоца			5.400,00
7	Камата на кредит			10.733,80
8	Остали трошкови			175,00
Дневни трошкови				82.897,80

Укупни дневни трошкови за форвардер снаге преко 160 kW износе 82.897,80 дин/дан.

5.7. Јединични трошкови рада средстава

Ако се трошкови транспорта неким транспортним средством изражени у новчаној јединици по дану обележе са K , а учинак тог истог средства обележи са U , тада се јединични трошкови на основу учинка рачунају тако што се трошкови поделе са учинком:

$$t = K/U.$$

Ако су услови под којима се врши транспорт непромењиви без обзира на дужину транспортне дистанце, тада се трошкови транспорта могу представити следећом функцијом:

$$t = a + bS$$

где су:

t - трошкови у новчаној јединици по метру кубном,

a - трошкови транспорта у новчаној јединици по метру кубном,

b - трошкови транспорта по дужном метру пута.

Приликом калкулације дневних трошкова рада моторном тестером у свему се треба придржавати општих принципа за калкулацију трошкова. При томе треба водити рачуна, као уосталом и кад је о другим механизмима реч, да се калкулишу само тзв. директни трошкови, јер су тако установљени трошкови шире упоредиви.

Да би јединични трошкови били израчунати, потред поред дневних трошкова потребне су одговарајуће норме. Међутим, обзиром да су постојеће (важеће норме) из 2003. године, потребно је у наредној фази прикупити одговарајуће податке како би биле установљене норме сече стабала и израде дрвних сортимената као норме транспорта, како би јединични трошкови појединачних средстава били релевантни.

5.8. Избор система рада и метода израде дрвних сортимената у ГЈ „Црна река“

Како би се изабрало оптимално технолошко решење за обављање неког посла на датом подручју потребно је поседовати детаљне информације о условима и средствима рада. Ове информације могу се добити на више начина, а како би биле употребљиве и искоришћене на прави начин потребно је да су систематизоване. Извор информација су **основе газдовања шумама, књига норми и норматива рада, програми отварања шума примарном и секундарном мрежом путева, разни нормативни акти, документација о техничким и ергономским карактеристикама средстава рада која се користе у процесу производње и др.** Све ове информације треба да буду похрањене у бази података, која је у сваком тренутку доступна корисницима.

У основи газдовања шумама налазе се опште информације које су потребне при избору оптималних технолошких решења и то су: **површина одељења и одсека, укупна запремина, запремина по хектару, укупна сечива запремина, сечива запремина по хектару, намена шуме, начин сече и др.** На бази ових података израђују се тематске карте: **састојинска карта, карта нагиба терена, карта експозиције терена, хидролошка карта (карта са уцртаним водотоцима), карта стеновитости, карта површина подложних ерозији и клизишту, карта режима заштите, карта ловно техничких објеката, карта мреже примарне и секундарне путне инфраструктуре.** Преклапањем ових карата долази се до података о степену повољности површина за коришћење.

Следеће информације које су битне за избор средстава рада је листа свих средстава са техничким и ергономским карактеристикама која могу да буду потенцијално примењена за обављање одређеног посла. За свако средство рада треба да постоје установљене норме рада и нормативи утрошка енергената у пољу применљивости. Норме и нормативи рада су саставни део базе података. Без овог податка није могуће изабрати оптималну технолошку варијанту. Поред норми и норматива рада потребно је сачинити и листу дневних трошкова за свако средство које се налази на листи средстава, уз могућност да се варијабилни део може променити. Ова два податка су потребна да би се добили јединични трошкови који су

кључни за избор најповољније технолошке варијанте. Компарацијом разних варијанти добиће се варијанта која ће са свих аспеката посматрања бити најбоље технолошко решење. Који је аспект доминантан зависи од услова рада и намене шуме. Поред тога саставни део базе су сва нормативна акта којима се ограничава полје применљивости и усмерава ток оптимизације.

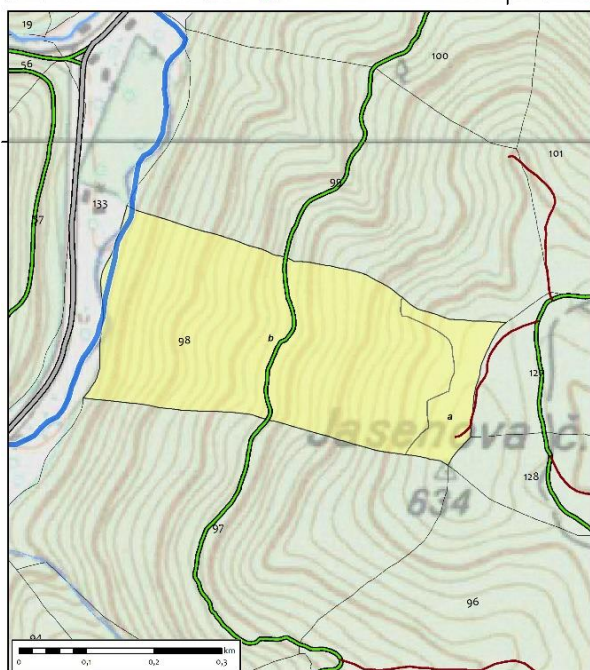
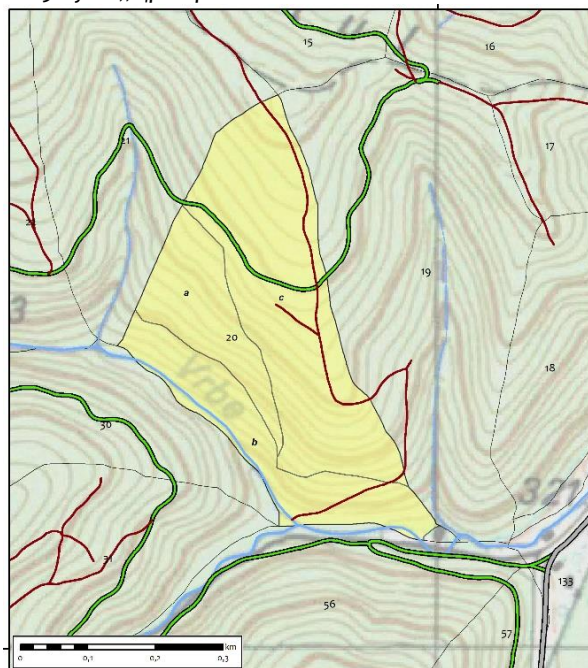
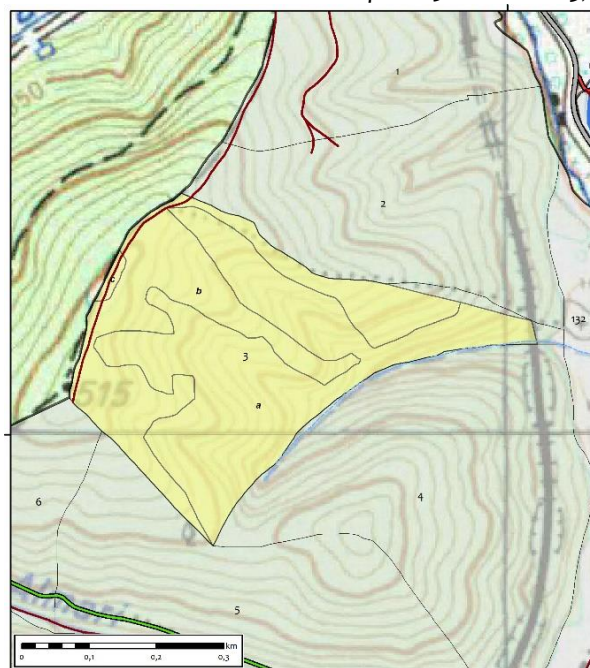
Као што је напред изнето, Газдинска јединица „Црна река“ одликује се великом купираношћу рељефа са дубоко усеченим потоцима и често врло стрмим нагибима терена. Отвореност ГЈ примарном мрежом шумских путева је на задовољавајућем нивоу, док у перспективи треба радити на изградњи додане мреже тракторских влака.

Избор економски одрживих и еколошки прихватљивих система рада и метода израде дрвних сортимената приказан је на примеру три одељења у ГЈ „Црна река“, и то одељењима 3, 20 и 98. У табели која следи, представљене су карактеристике одељења и одсека:

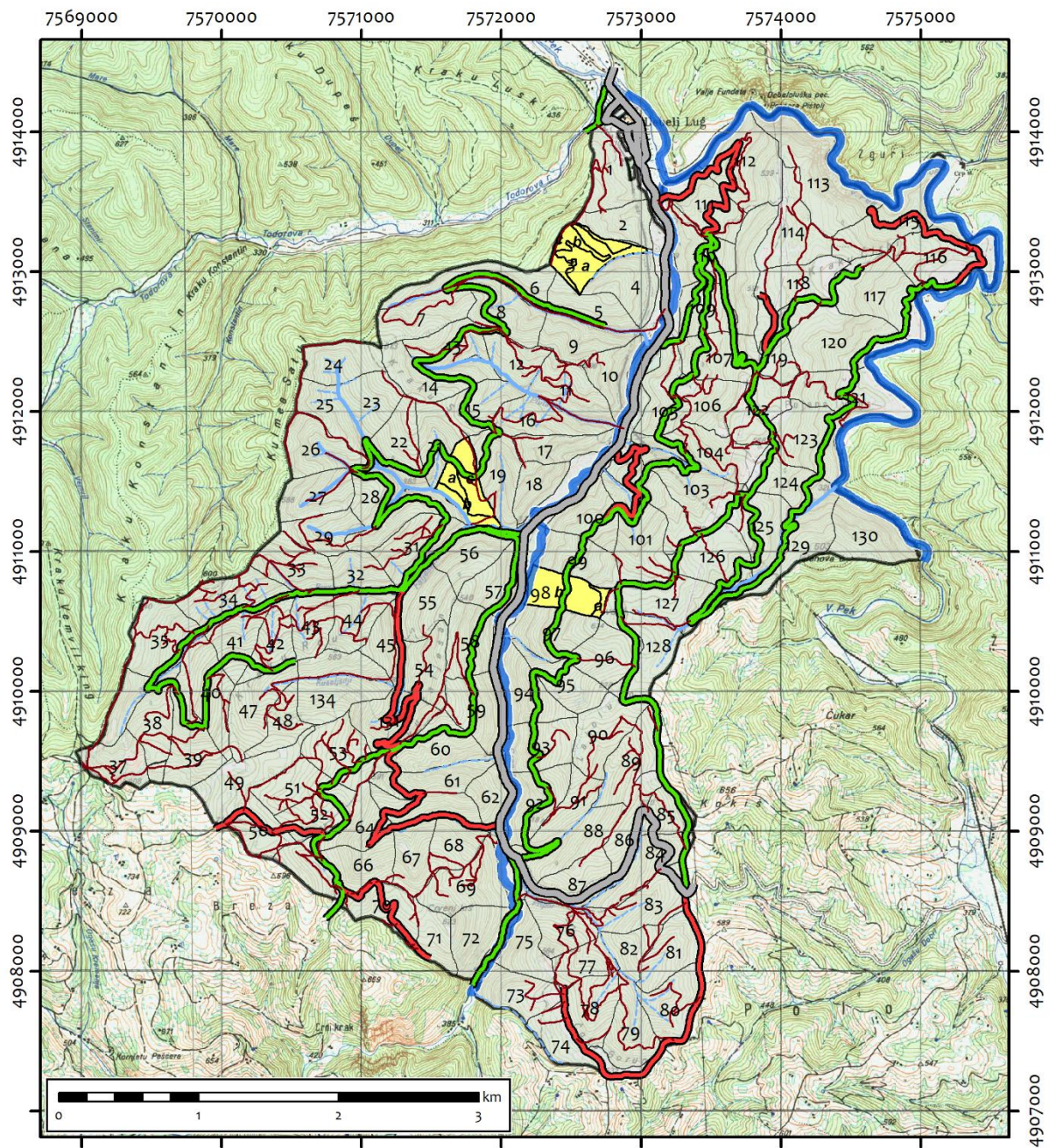
Табела 72: Табела атрибута за одељења 3, 20 и 98 у ГЈ „Црна река“

Odeljenje	3			20			98	
Odsek	a	b	c	a	b	c	a	b
Povrsina	9,13	6,62	0,13	2,64	3,61	8,07	1,39	12,49
V_ukupno	2036	1125	26	723	809	1395	0	3197
V_ha	223	170	197	274	224	173	0	256
Vrsta_sece	25	10	25	37	25	37	0	25
E_ukupno	235	89	4	314	86	679	0	428
E_ha	26	13	28	119	24	84	0	34
Put_L	0	0	0	0	0	272	0	261
Otv_PM	28	16	0	100	100	100	100	100
Vlaka_L	0	296	75	0	170	628	0	0
Otv_SM	0	46	100	36	47	97	93	42
Dist_priv	260	169	0	180	115	30	37	30
Priv_uzb	100	100	50	100	10	30	100	50
Priv_niz	0	0	50	0	90	70	0	50
Transp_d	1170	1170	1150	0	280	150	137	0
Nagib	5	4	1	5	5	5	2	4
Vrsta_1	Bk	Kit	Smr	Kit	Bk	Kit	Bjas	Bk
Vrsta_2	Kit	Gr		Bk	Kit	Bk		
Opis								

Карта 25: Одељења 3, 20 и 98 у ГЈ „Црна река“



Карта 26: Пилот подручја у ГЈ „Црна река“



Легенда

Државни пут IIА реда

Путеви - камионски

Шумски путеви по категоријама

Шумски пут са туцаничким коловозом

Шумски пут са природним коловозом

Пилот површине

Реке

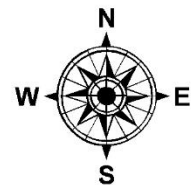
Потоци

Активност водотока током године

Стални потоци

Периодични потоци

7574000 7575000



5.9. Избор система рада и метода израде дрвних сортимената у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“

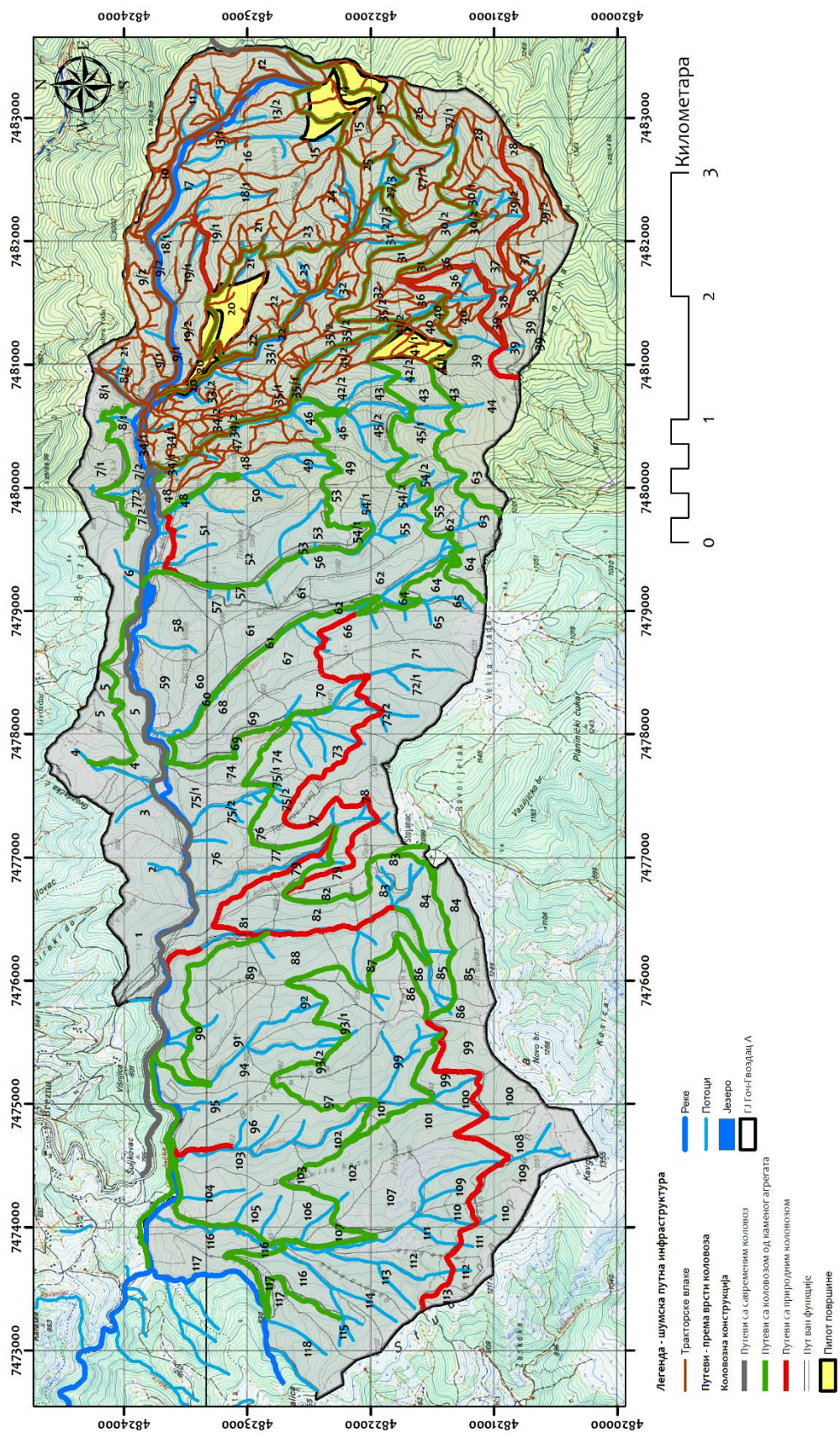
Газдинску јединицу „Гоч-Гвоздац А“ чине веома вредне пребирне састојине у којима доминирају буква и јела. Рељеф је веома изражен, са богатом хидролошком мрежом, али умерено стрмим нагибима терена. Отвореност газдинске јединице, а посебно источног дела примарном и секундарном мрежом шумских путева је на завидном нивоу.

Избор економски одрживих и еколошки прихватљивих система рада и метода израде дрвних сортимената приказан је на примеру три одељења у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“, и то одељењима 14, 20 и 41/1. У табели која следи, представљене су карактеристике одељења и одсека:

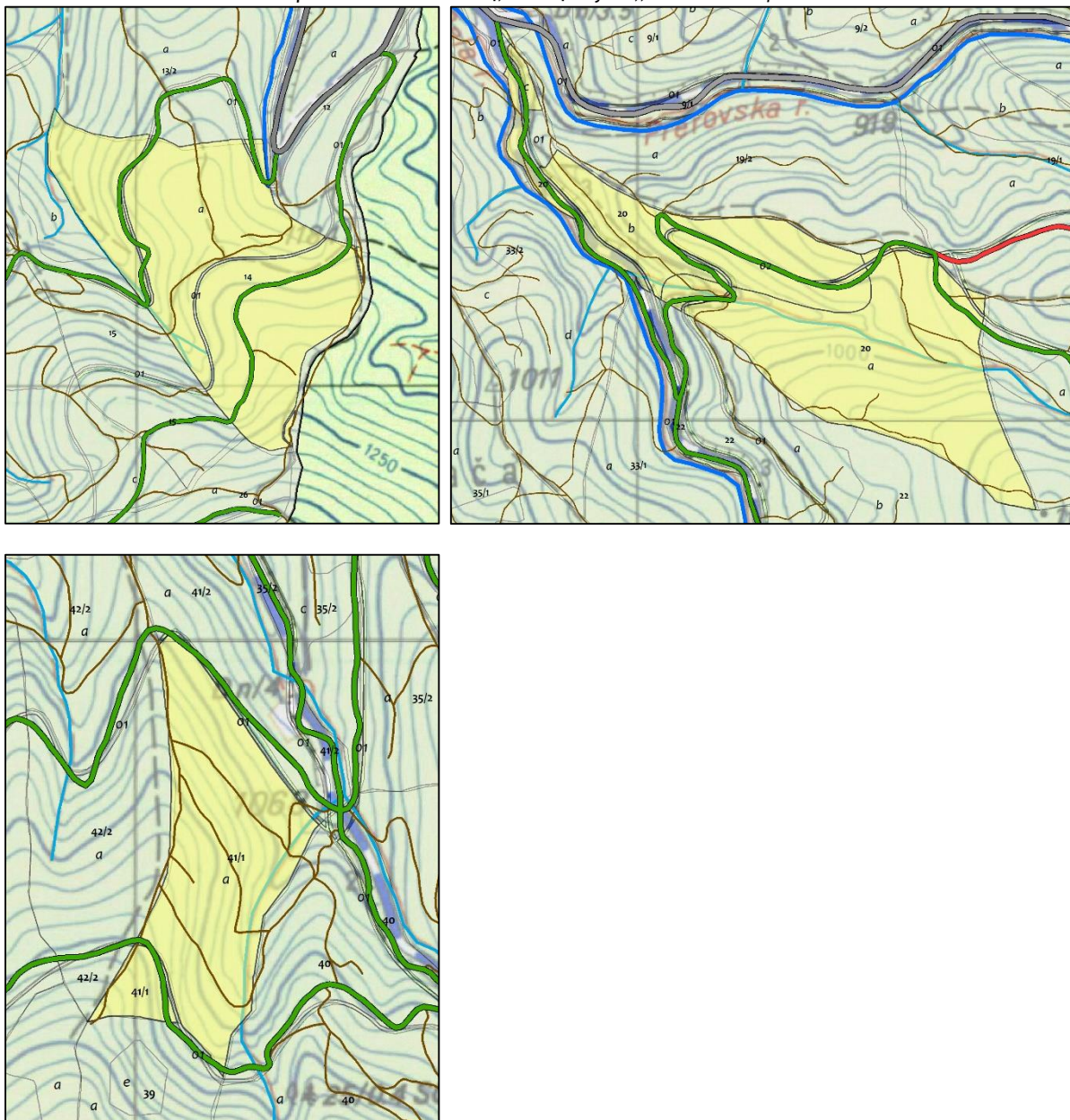
Табела 73: Табела атрибута за одељења 14, 20 и 41/1 у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“

Odeljenje	14	20			41/1
Odsek	a	a	b	c	a
Povrsina	21,7	14,24	7,98	0,27	10,83
V_ukupno	9256	7718	2610	109	4494
V_ha	439	542	327	403	415
Vrsta_sece	63	63	63	10	63
E_ukupno	1350,4	960	329	8	718
E_ha	62	72	36	40	66
Put_L	1039	465	928	130	677
Otv_PM	100	100	100	100	100
Vlaka_L	1273	1490	911	145	1782
Otv_SM	98	91	100	100	100
Dist_priv	30	110	20	15	20
Priv_uzb	50	10	50	50	50
Priv_niz	50	90	50	50	50
Transp_d	200	400	100	0	390
Nagib	3	3	4	2	4
Vrsta_1	Jel	Jel	Jel	Smr	Bk
Vrsta_2	Bk	Bk	Bk		Jel
Opis					

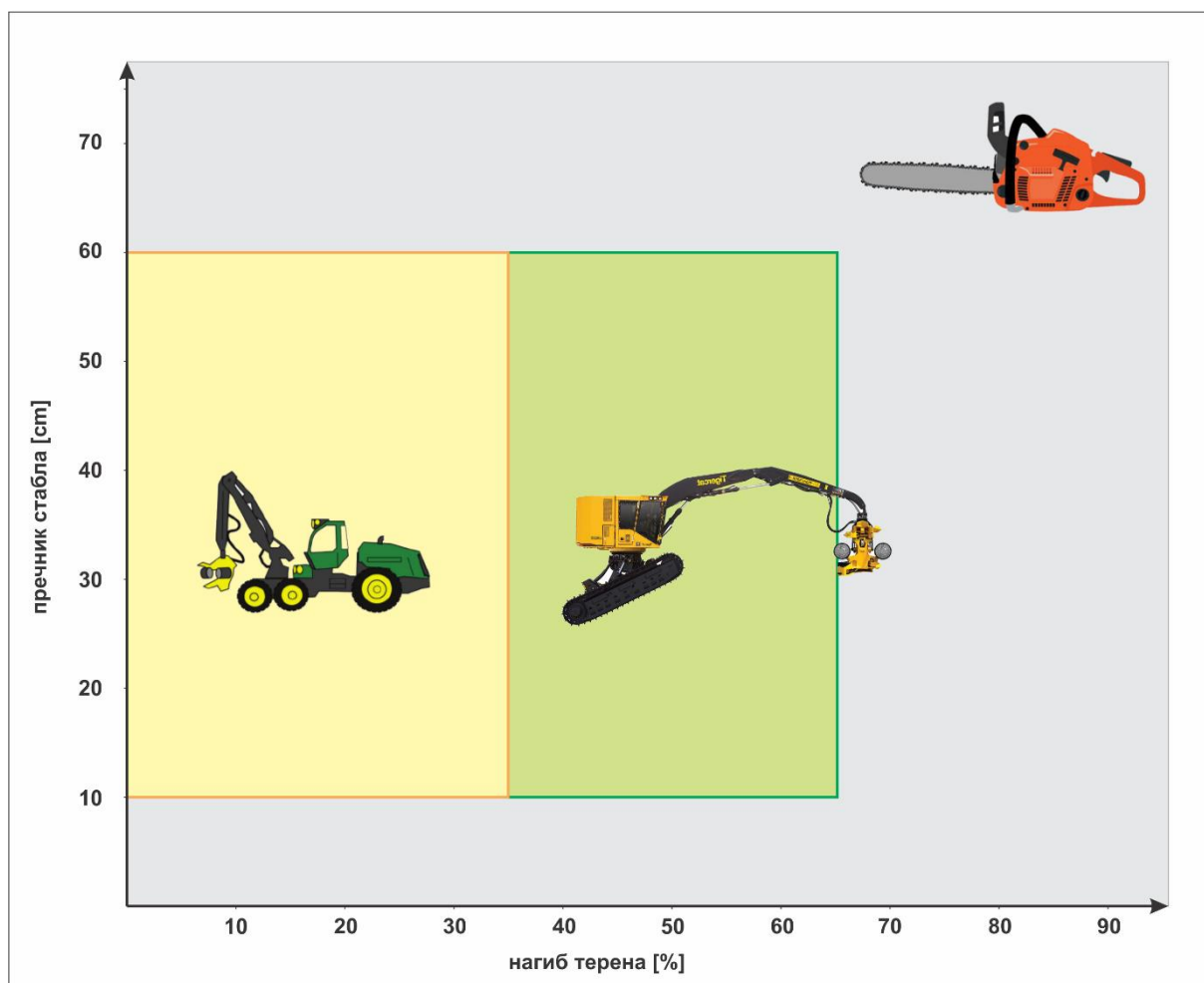
Карта 27: Пилот подручја у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“



Карта 28: Одељења 14, 20 и 41-1 у ГЈ „Гоч-Гвоздац А“

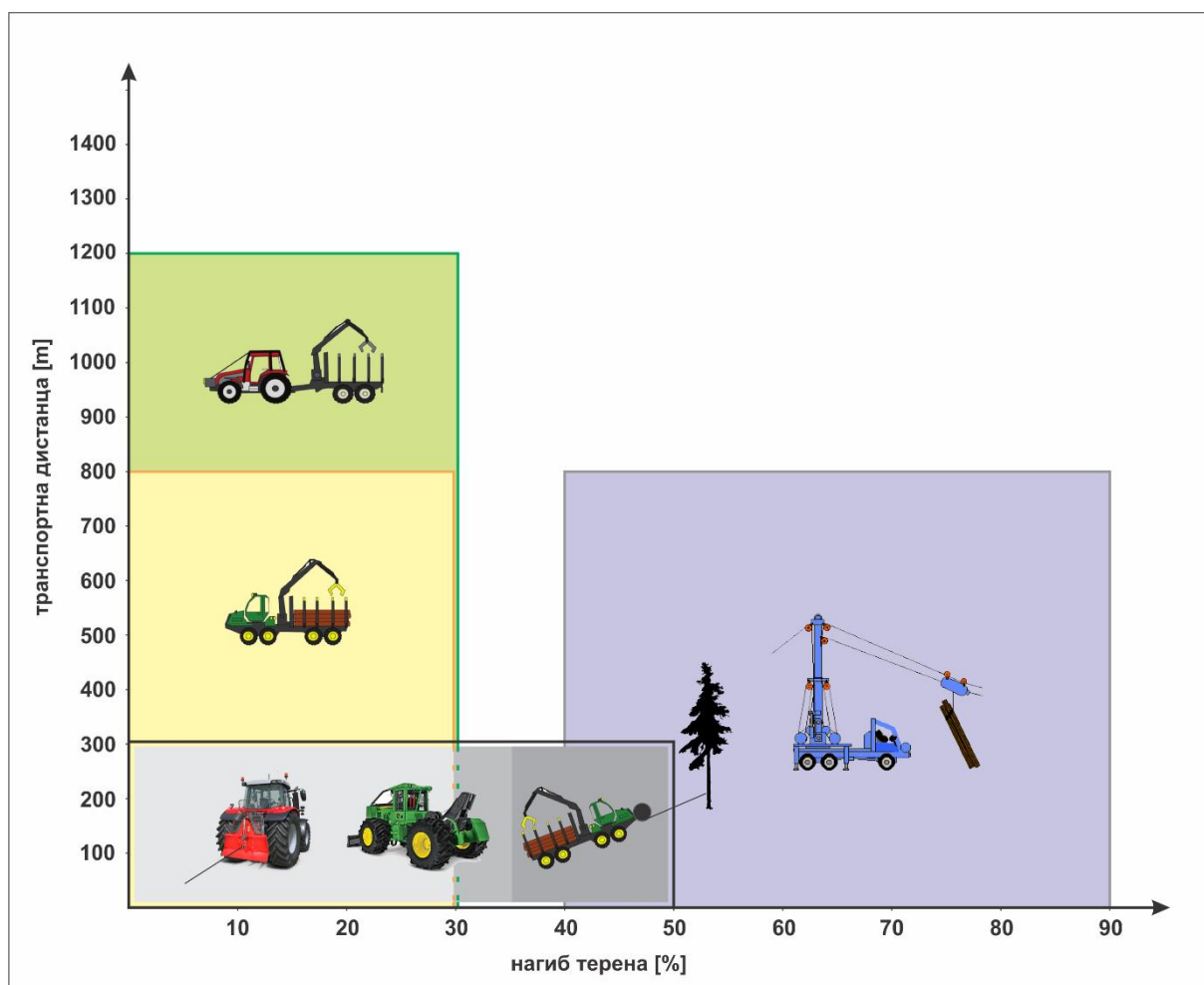


На илустрацији 8 дат је шематски приказ примене средстава рада на сечи и изради дрвних сортимената у зависности од пречника стабла на прсној висини и нагиба терена. На нагибима до 35% и пречника стабала од 10 до 60 см као средство рада на сечи и изради дрвних сортимената користи се харвестер са точковима. На нагибима од 35 до 65% примењује се харвестер са гусеницама. У свим осталим ситуацијама користи се моторна тестера.



Илустрација 8: Примена средстава рада на сечи и изради дрвних сортимената у зависности од пречника стабла на прсној висини и нагиба терена

На илустрацији 9 дат је шематски приказ примене средстава рада на пословима транспорта дрвних сортимената у зависности од транспортне дистанце и нагиба терена.

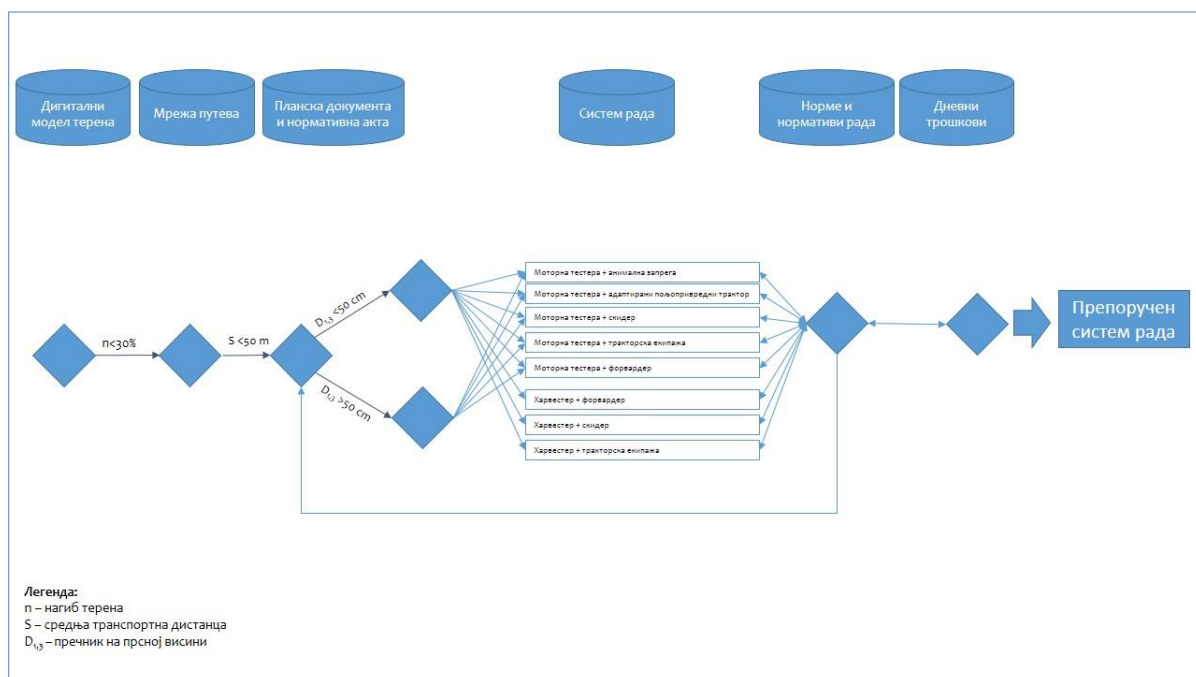


Илустрација 9: Примена средстава рада на пословима транспорта дрвних сортимената у зависности од транспортне дистанце и нагиба терена

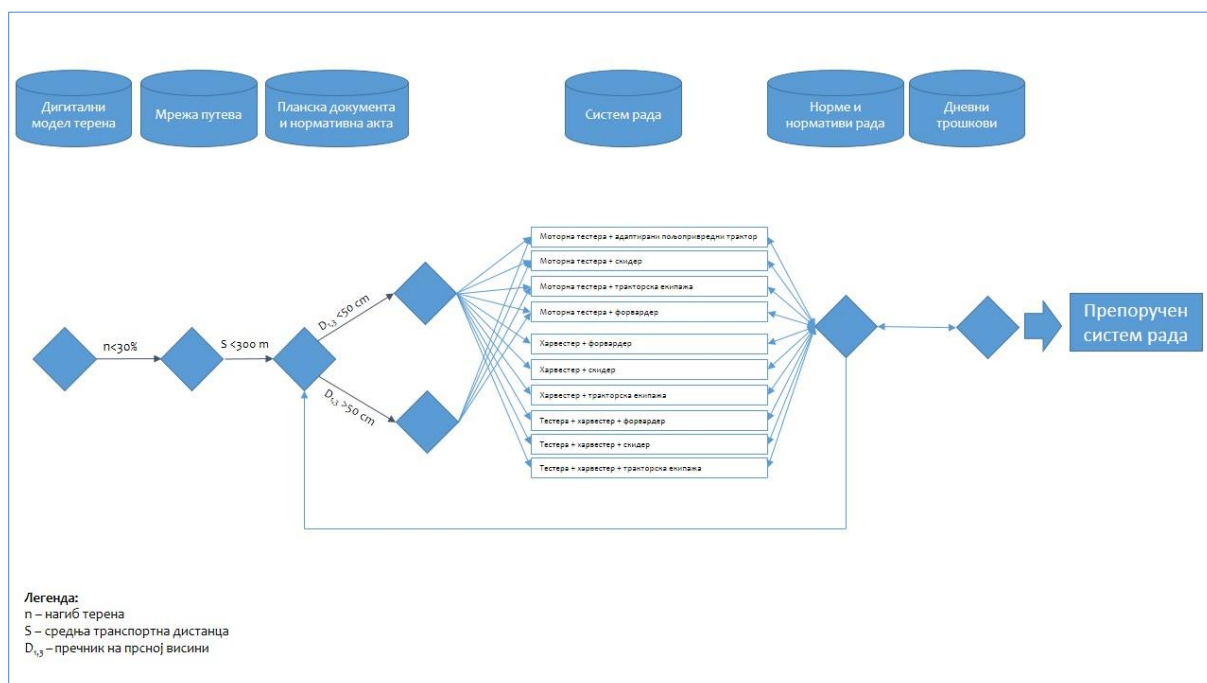
5.10. Избор система рада на истраживаном подручју

На сликама од 26 до 38 приказана је шема избора система за различите нагибе, различите дистанце привлачења, као и различит пречник стабала намењених за сечу. „Дигитални модел терена“ представља базу података у којој су смештени сви они подаци који се односе на терен (нагиб терена, експозиција, водотоци, надморска висина...). „Мрежа путева“ представља базу података која се односи на стање шумске путне инфраструктуре. База података „Планска документа и нормативна акта“ се односи на све оне податке који су повезани са конкретним одељењем, односно газдинском јединицом, као и евентуална ограничења која постоје на том простору (назив газдинске јединице, број одељења, ознака одсека, површина, укупна запремина, запремина по хектару, намена шуме). База података „Систем рада“ састоји се од списка свих потенцијалних средстава рада. Последње две базе података се односе на норме и нормативе рада средстава која се налазе у претходној бази, као и

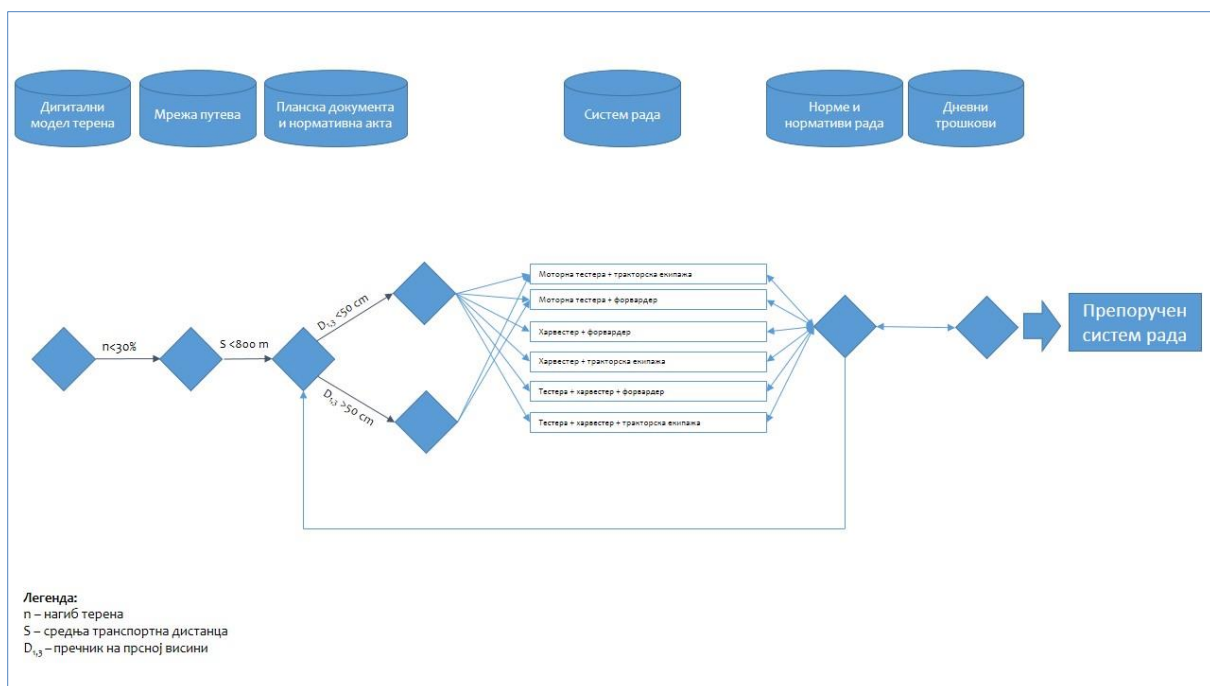
дневни трошкови свих тих средстава. Табеларни приказ база података и садржаја се налази у прилогу 1. Као крајњи резултат добија се препоручен систем рада за конкретну ситуацију (одељење или газдинска јединица).



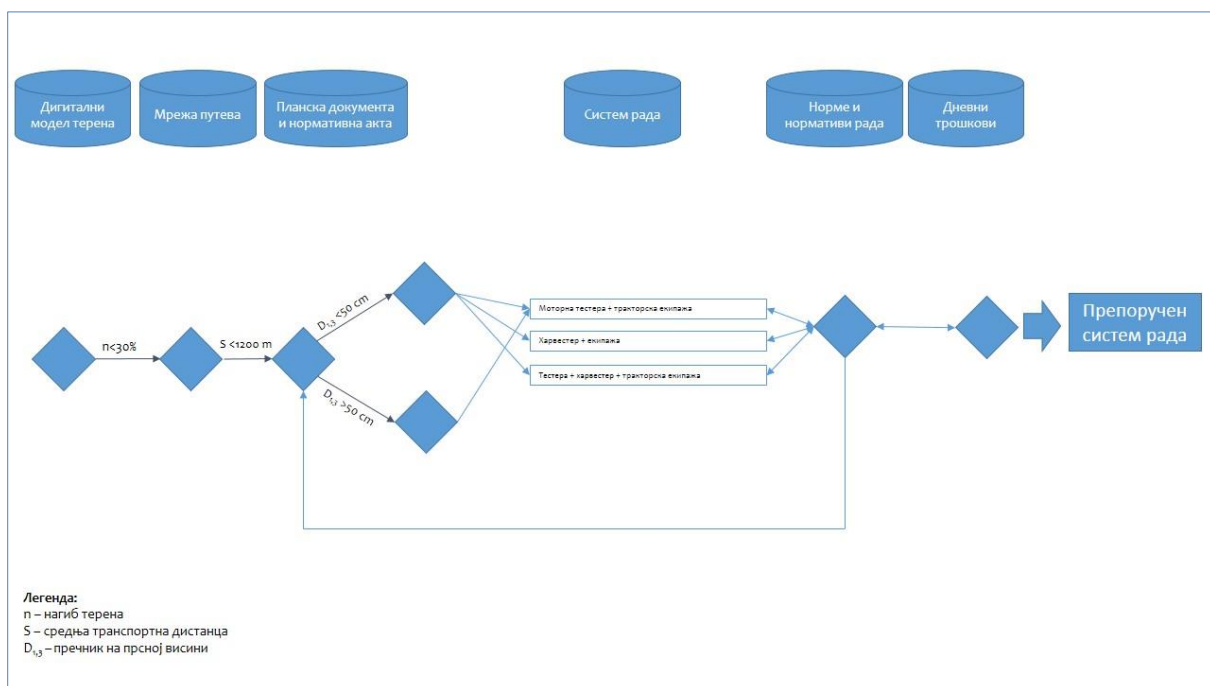
Слика 26. Шематски приказ избора система за нагибе мање од 30% и средње транспортне дистанце мање од 50 m



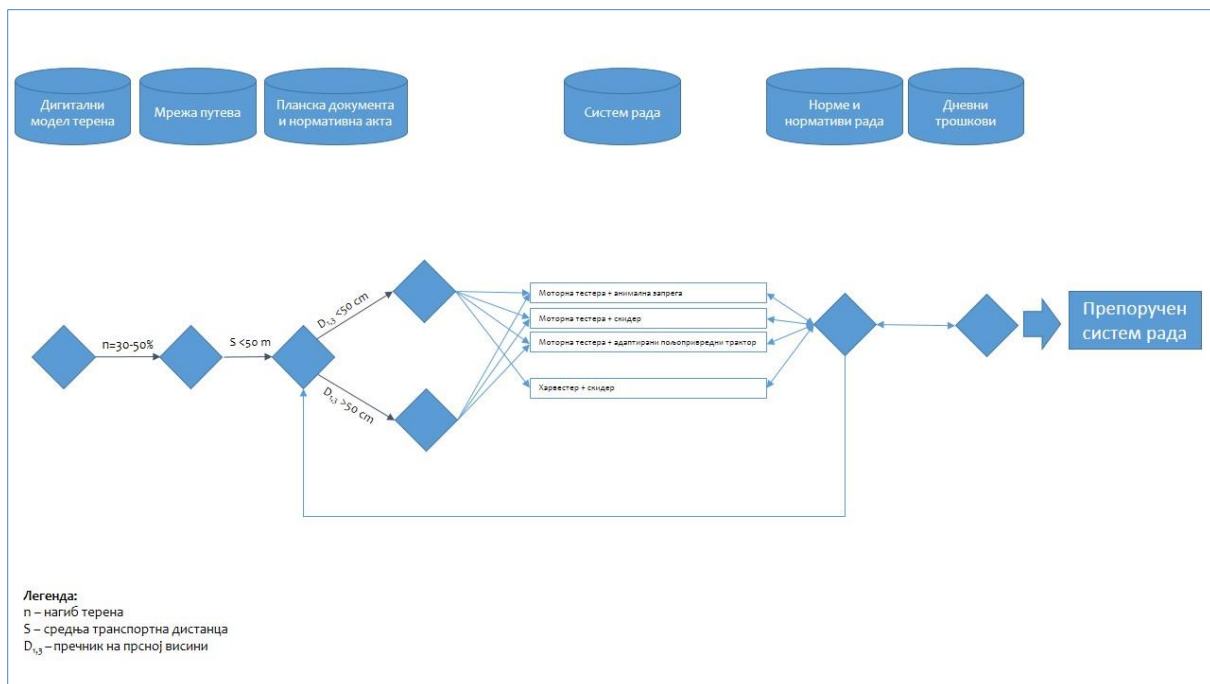
Слика 27. Шематски приказ избора система за нагибе мање од 30% и средње транспортне дистанце мање од 300 m



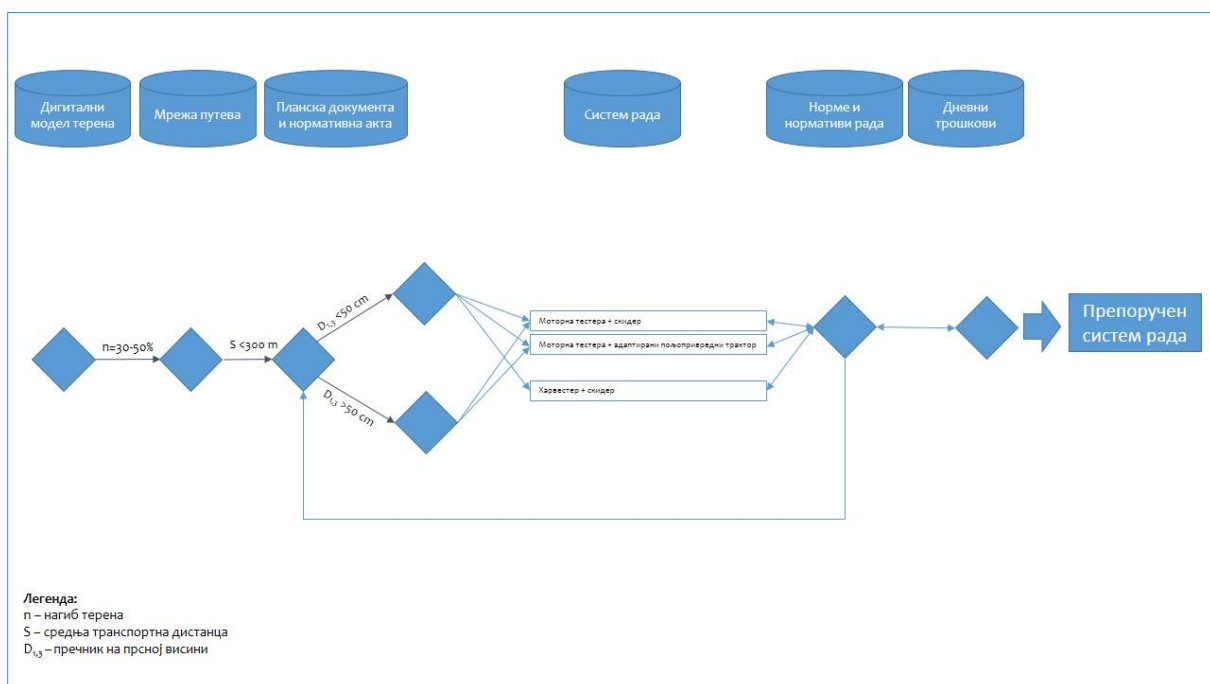
Слика 28. Шематски приказ избора система за нагибе мање од 30% и средње транспортне дистанце мање од 800 m



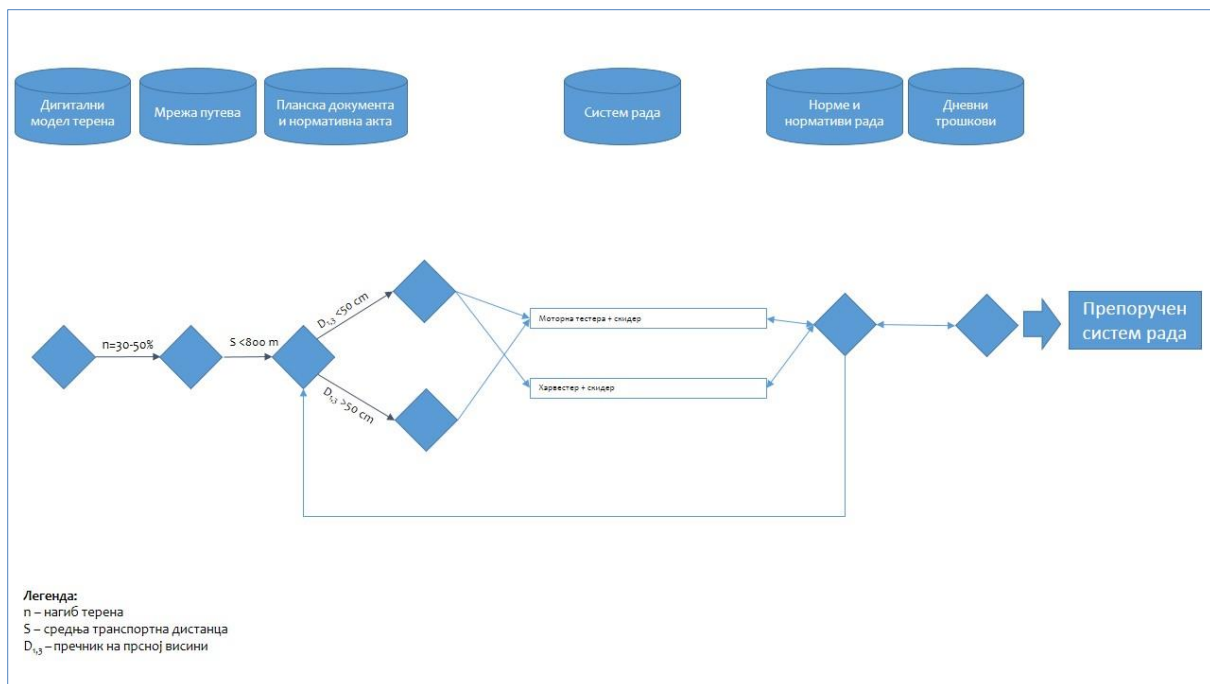
Слика 29. Шематски приказ избора система за нагибе мање од 30% и средње транспортне дистанце мање од 1200 m



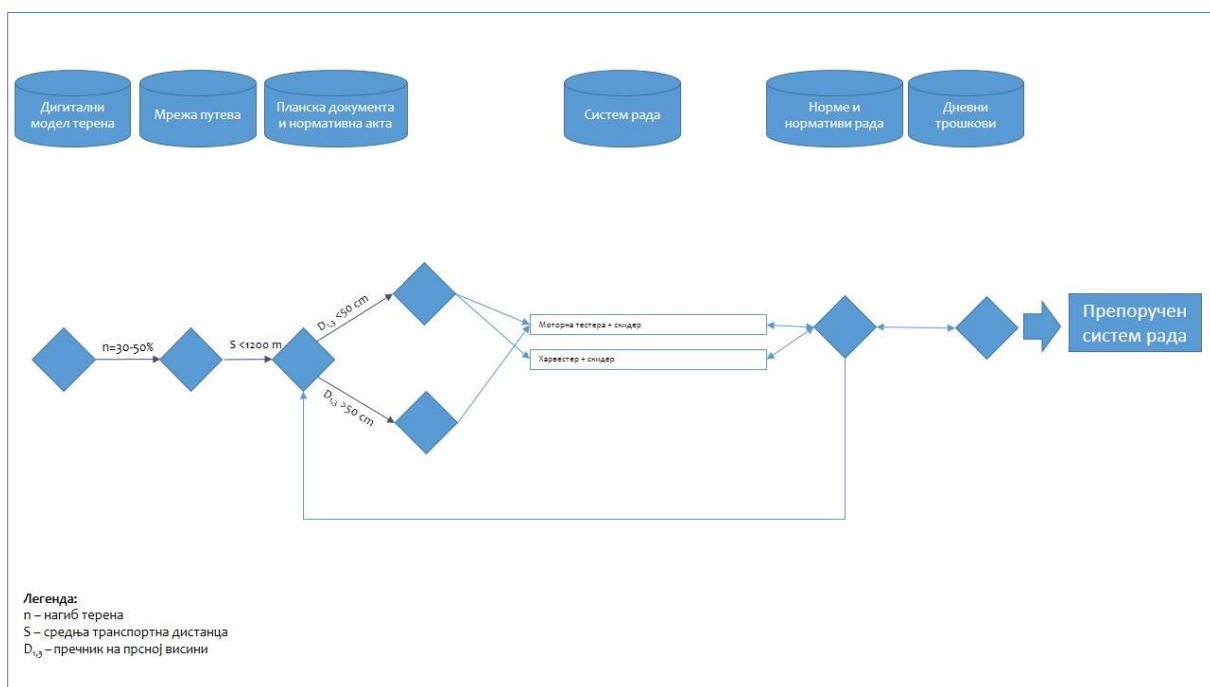
Слика 30. Шематски приказ избора система за нагибе од 30-50% и средње транспортне дистанце мање од 50 m



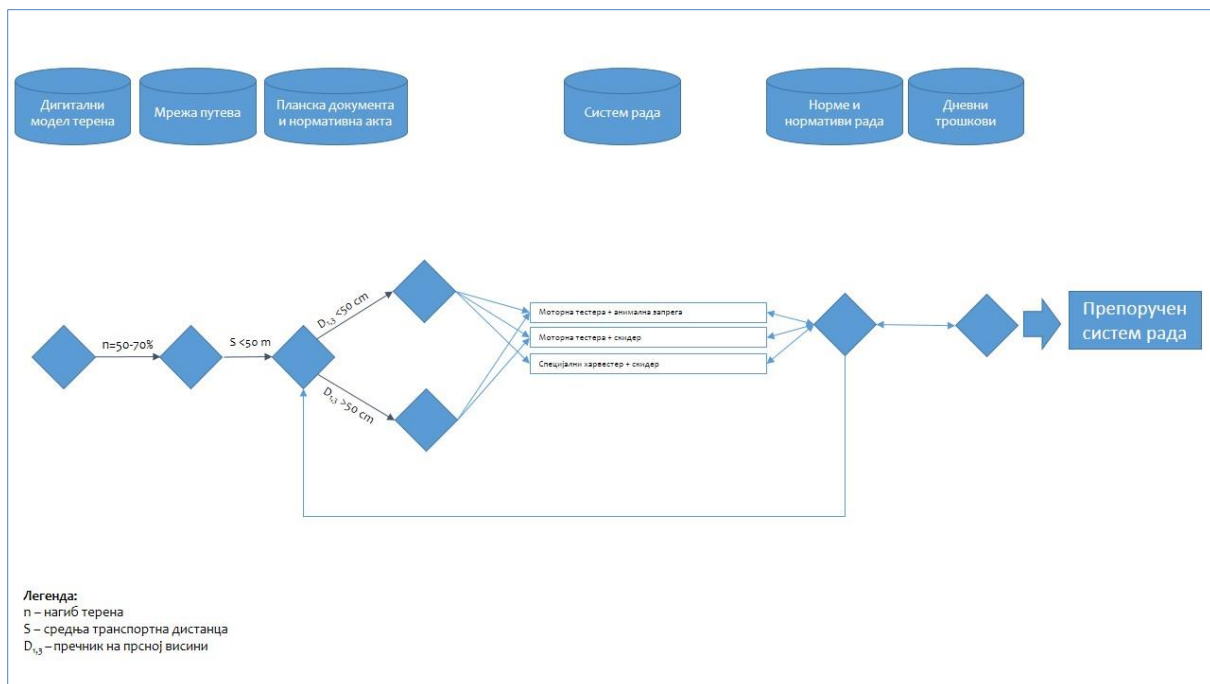
Слика 31. Шематски приказ избора система за нагибе од 30-50% и средње транспортне дистанце мање од 300 m



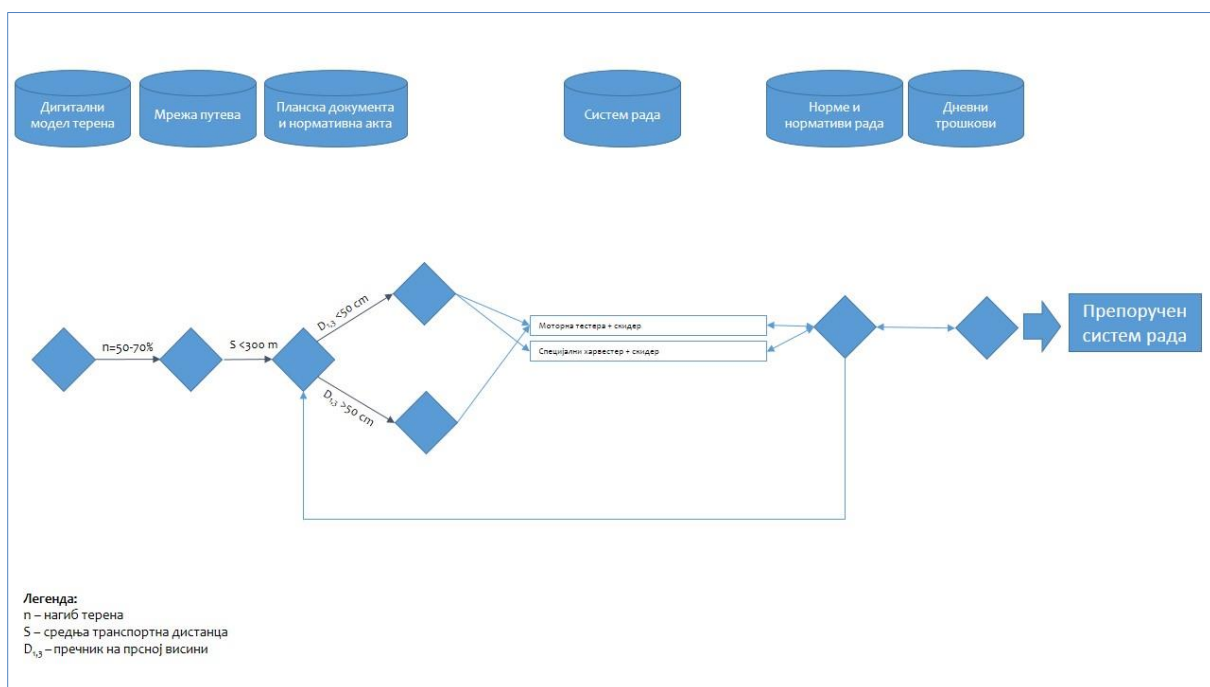
Слика 32. Шематски приказ избора система за нагибе од 30-50% и средње транспортне дистанце мање од 800 m



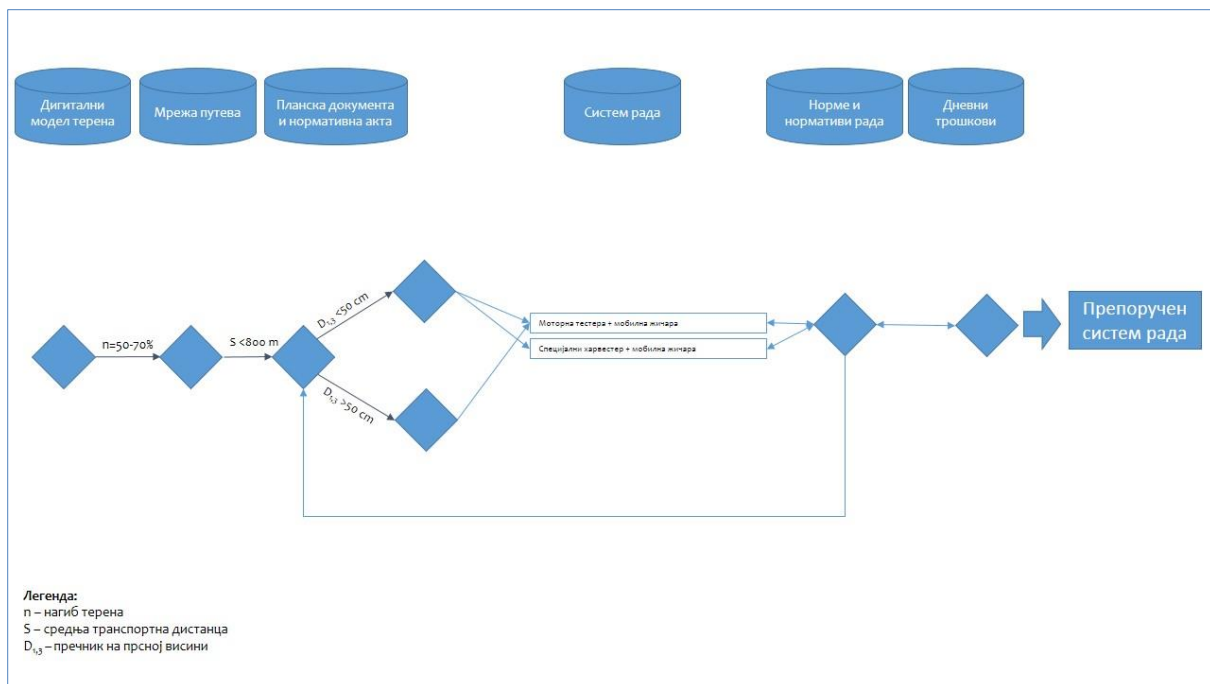
Слика 33. Шематски приказ избора система за нагибе од 30-50% и средње транспортне дистанце мање од 1200 m



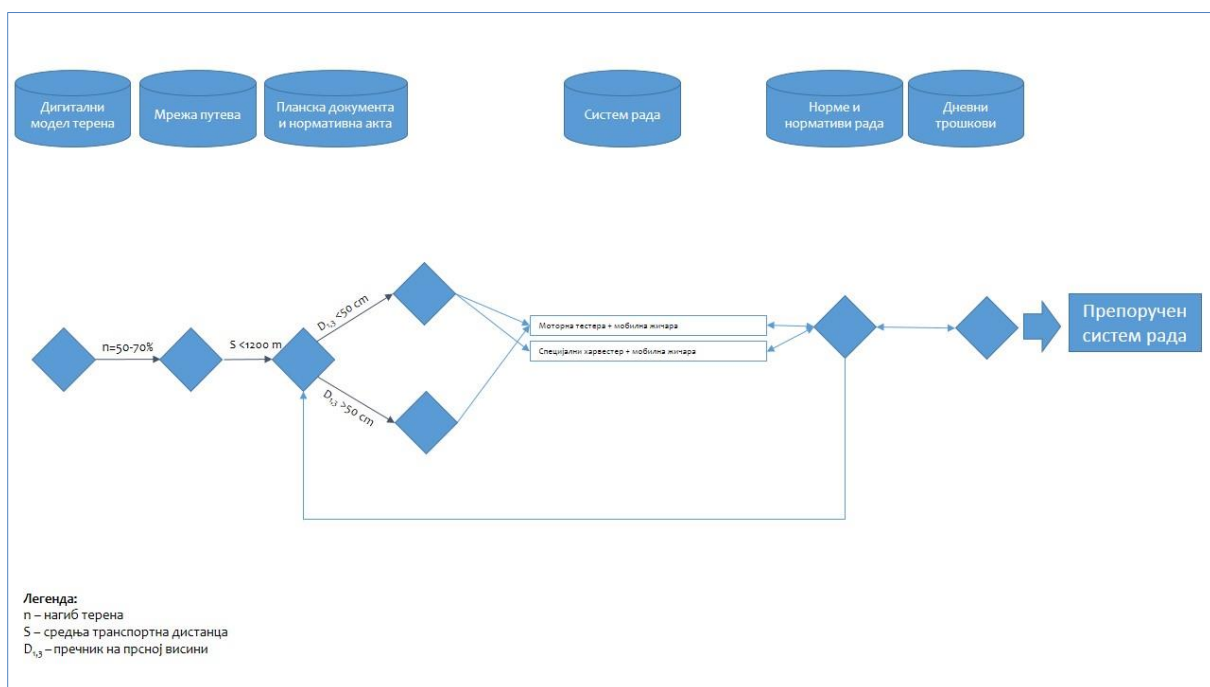
Слика 34. Шематски приказ избора система за нагибе од 50-70% и средње транспортне дистанце мање од 50 m



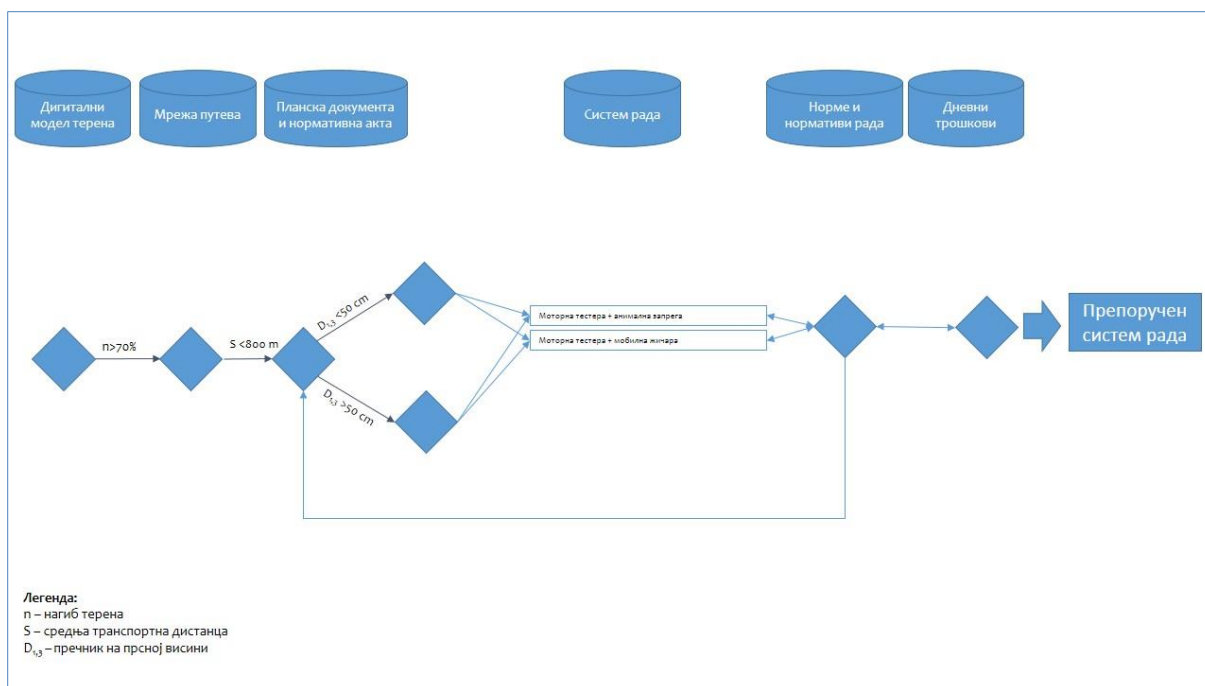
Слика 35. Шематски приказ избора система за нагибе од 50-70% и средње транспортне дистанце мање од 300 m



Слика 36. Шематски приказ избора система за нагибе од 50-70% и средње транспортне дистанце мање од 800 m



Слика 37. Шематски приказ избора система за нагибе од 50-70% и средње транспортне дистанце мање од 1200 m



Слика 38. Шематски приказ избора система за нагибе од $>70\%$ и средње транспортне дистанце мање од 800 m

6. ЗАКЉУЧАК

У досадашњем периоду на пилот подручју у НБ „Мајданпечка домена“ извршено је прикупљање података у циљу дефинисања критеријума за избора метода и система рада на пословима коришћења шума. Подаци су прикупљени на терену (снимањем помоћу ГПС уређаја), и у канцеларији из планских и осталих докумената. Поред тога, коришћени су каталози разних фирми које производе опрему за шумарство. Све време трајања пројекта проучавана је различита научна и стручна литература. У току је систематизовање прикупљених података и њихова обрада. Ради се о великом броју података, које је потребно систематизовати на начин да буду употребљиви за даље анализе. Поред великог броја просторних података, као и података из планских докумената, база ће садржити податке о нормама и нормативима рада на пословима коришћења шума. Обогаћивање базе подацима биће континуиран процес, па тако и подаци о новоустановљеним нормама и нормативима рада, што ће свакако утицати на обим и квалитета излазних информација.

На основу извршене анализе применљивости постојећих норми и норматива рада (Даниловић, 2016) прозилази да норми рада на пословима сече стабала и израде дрвних сортиментата значајно одступају за средства рада која су данас у примени, што у великој мери отежава поређење система рада и њихов избор. Стога је потребно паралелно радити и на проблематици установљавања норми и норматива рада како не

би дошли у ситуацију да оне буду препрека за ефикасно коришћење базе података при избору технологије рада.

Резултати истраживања утицаће на боље планирање производње, као и бољу контролу извршења радова, с обзиром да ће се у сваком моменту имати поуздани подаци о реалним трошковима производње.

Задатак шумарске струке је да ради на повећању ефикасности средстава рада у оквиру постојеће технологије и да уводи нова технолошка решења, ако се утврди да су боља од оних која се примењују. Без релевантних информација и проверених модела не могу се вредновати резултати рада на овим пословима. Примену нових технолошких решења треба сагледавати у контексту задовољавање више аспеката рада (економски, еколошки, ергономски, социјални), јер ако се гледа само један или два аспекта можда се неће добити права слика стања.

Развој нових метода и система рада је комплексан проблем и треба га решавати кроз тесну сарадњу науке и струке.

За потпуну примењивост резултата пројекта, посебно је значајна подршка јавних предузећа за газдовање шумама, која ће формирати базу података препознати као новину у организацији процеса производње, као и планирању прихода и расхода.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Бајић В., Даниловић М. (1999): Истраживање зависности времена сече и израде дрвних сортимената од пречника на прсној висини и старости стабала у храстово грабовим састојинама, Шумарство 3-4, Београд.
2. Greco Z. (1986): Protok energije u gospodarskom gozdu, Materijal za ekskurziju 18th IUFRO WORLD CONGRESS, Ljubljana, str. 1–5.
3. Даниловић М. (2017): Студија о употребљивости важећих "Техничких норми и норматива у шумарству", ЈП "Србијашуме" Београд
4. Danilović M., Stojnić D., Karić S., Sučević M. (2014): Transport Of Technical Roundwood By Forwarder And Tractor Assembly From Poplar Plantations, Nova mehanizacija šumarstva, Volume 35:11-21.
5. Николић С., Јездић Д. (2003): Техничке норме и нормативи у шумарству. Друго проширено издање. ЈП "Србијашуме"-Београд. ЈП "Војводинашуме"- п. 238 Нови Сад.
6. Николић, С. (1970). Прилог израчунавању општих норми сече и израде диференцирању услова рада. Шумарство 7-8: 3-15. Београд.

8. ПРИЛОЗИ

Прилог 1. Елементи који сачињавају базу података

Дигитални модел терена	Плански и нормативни акти	Шумска путна инфраструктура	Методе и системи рада			Норме рада и нормативи утрошка енергената	Дневни трошкови
			Метода израде	Средство за рад	Ергономске карактеристике и еколошка прихватљивост средстава рада		
Нагиб терена	Назив газдинске јединице	Дужина камионских шумских путева	Класична сортиментна метода израде дрвних сортимената	Моторна тестера мале, средње и велике снаге	Ниво буке	Норме рада сече и израде дрвних сортимената моторним тестером	Дневни трошкови рада моторним тестером
Експозиција	Број одељења	Стање камионских шумских путева	Метода израде кратког дрвета	Фелер банчер точкаш мале, средње и велике снаге	Ниво вибрација	Норме рада сече и израде дрвних сортимената фелер банчером	Дневни трошкови рада сече и израде дрвних сортимената фелер банчером
Водотоци	Ознака одсека	Положај шумских путева	Дебловна метода израде	Фелер банчер гусеничар мале, средње и велике снаге	Ниво емисије штетних гасова	Норме рада сече и израде дрвних сортимената харвестером	Дневни трошкови рада харвестером
Надморска висина	Површина (Г), одељење и одсек	Апсолутна отвореност примарном мрежом путева	Полудебловна метода израде	Харвестер точкаш мале, средње и велике снаге	Врста горива коју средство користи	Норме рада сече и израде дрвних сортимената харвестером точкашем	Дневни трошкови рада харвестером точкашем
Морфометријске карактеристике терена	Укупна запремина (Г), одељење и одсек	Релативна отвореност примарном мрежом путева	Полудебловна метода лишћара са деловима крошње лишћара	Харвестер гусеничар мале, средње и велике снаге	Врста уља за подмазивање ланца коју средство користи	Норме рада сече и израде дрвних сортимената харвестером гусеничарем	Дневни трошкови рада сече и израде дрвних сортимената харвестером гусеничарем
Сливна подручја	Запремина по хектару (Г), одељење и одсек	Дужина тракторских путева	Стабловна метода израде	Адаптирани пољопривредни трактор мале, средње и велике снаге	Тип ходног механизма (врста и ширина гума, тип гусеница)	Норме рада транспорта дрвних сортимената адаптираним пољопривредним трактором	Дневни трошкови рада адаптираним пољопривредним трактором
	Намена шуме	Стање тракторских путева	Метода израде комплетног стабла	Адаптирани пољопривредни трактор са уређајем за цепање	Морфометријске карактеристике транспортног средства	Норме рада адаптираног пољопривредног трактора са уређајем за цепање	Дневни трошкови рада адаптираног пољопривредног трактора са уређајем за цепање

	Зоне заштите	Дужина шумских влака		Зглобни шумски трактор мале, средње и велике снаге		Норме радатранспорта дрвних сортимената зглобним шумским трактором	Дневни трошкови рада зглобним шумским трактором
	Врста дрвећа	Стање шумских влака		Зглобни шумски трактор мале, средње и велике снаге са клештима		Норме рада транспорта дрвних сортимената зглобним шумским трактором са клештима	Дневни трошкови рада зглобним шумским трактором са клештима
	Начин сече	Апсолутна отвореност секундарном мрежом путева		Clambunk skidder мале, средње и велике снаге		Норме рада транспорта дрвних сортимената clambunk skidder	Дневни трошкови рада clambunk skidder-a
	Власничка структура	Релативна отвореност секундарном мрежом путева		Анимална коњска запрега		Норме рада транспорта дрвних сортимената анималном коњском запрегом	Дневни трошкови рада анималном коњском запрегом
	Тип шуме	Средња транспортна дистанца привлачења узбрдо		Анимална воловска запрега		Норме рада транспорта дрвних сортимената анималном воловском запрегом	Дневни трошкови рада анималном воловском запрегом
	Средњи пречник стабла	Средња транспортна дистанца привлачења низбрдо		Товарни коњи (самрица)		Норме рада транспорта дрвних сортимената товарним коњем	Дневни трошкови рада товарним коњем
	Укупна планирана сечива запремина (етат)	Пондерисана средња транспортна дистанца		Мобилна жичара до 300 m		Норме рада транспорта дрвних сортимената мобилном жичаром од 300 до 500 m	Дневни трошкови рада мобилном жичаром од 300 до 500 m
	Планирана сечива запремина по ha	Врста, положај и величина стоваришта		Мобилна жичара од 300 до 500 m		Норме рада транспорта дрвних сортимената мобилном жичаром од 500 до 800 m	Дневни трошкови рада мобилном жичаром од 500 до 800 m
	Планирана технолошка структура	Саобраћајна ограничења		Мобилна жичара од 500 до 800 m		Норме рада транспорта дрвних сортимената мобилном жичаром преко 800 m	Дневни трошкови рада мобилном жичаром преко 800 m

	Планирана сортиментна структура			Мобилна жичара преко 800 m		Норме рада транспорта дрвних сортимената мобилном жичаром од 300 до 500 m са харвестерским краном	Дневни трошкови рада мобилном жичаром од 300 до 500 m са харвестерским краном
	Врста и положај ловно техничких објеката			Мобилна жичара преко до 300 m са харвестерским краном		Норме рада транспорта дрвних сортимената мобилном жичаром од 500 до 800 m са харвестерским краном	Дневни трошкови рада мобилном жичаром од 500 до 800 m са харвестерским краном
	Просечна гранатост стабла			Мобилна жичара преко од 300 до 500 m са харвестерским краном		Норме рада транспорта дрвних сортимената мобилном жичаром преко 800 m са харвестерским краном	Дневни трошкови рада мобилном жичаром преко 800 m са харвестерским краном
	Густина подраста			Мобилна жичара преко од 500 до 800 m са харвестерским краном		Норме рада транспорта дрвних сортимената тракторском екипажом	Дневни трошкови рада тракторском екипажом
				Мобилна жичара преко 800 m са харвестерским краном		Норме рада транспорта дрвних сортимената форвардером	Дневни трошкови рада форвардером
				Тракторска екипажа мале, средње и велике снаге		Норме рада транспорта дрвних сортимената форвардером са уграђеним витлом	Дневни трошкови рада форвардером са уграђеним витлом
				Форвардер мале, средње и велике снаге		Норме рада транспорта дрвних сортимената трактором са приколицом	Дневни трошкови рада трактором са приколицом
				Форвардер мале, средње и велике снаге са уграђеним витлом		Норме рада транспорта дрвних сортимената точилом	Дневни трошкови рада точилом
				Трактор са приколицом мале, средње и велике снаге		Норме рада иверања мобилним иверачем	Дневни трошкови рада иверања

							мобилним иверачем
				Точило		Норме рада транспорта дрвних сортимената шумским коњем	Дневни трошкови рада шумским коњем
				Мобилни иверач мале, средње и велике снаге		Норме рада транспорта дрвних сортимената шумским волом	Дневни трошкови рада шумским волом
				Шумски коњ		Норме рада харвардера	Дневни трошкови рада харвардера
				Шумски во		Норме рада Slash Bundler-a	Дневни трошкови рада Slash Bundler-a
				Харвардер мале, средње и велике снаге		Норме рада хеликоптера	Дневни трошкови рада хеликоптера
				Машина за балирање грањевине мале, средње и велике снаге		Норме рада цепелина	Дневни трошкови рада цепелина
				Хеликоптер		Норме рада трактора са уређајем за вађење пањева	Дневни трошкови рада трактора са уређајем за вађење пањева
				Цепелин			
				Трактор са уређајем за вађење пањева			