

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
Навчально-науковий інститут інженерної механіки, автоматизації та
комп'ютерно-інтегрованих технологій
Кафедра аграрної та лісової інженерії

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на тему

**Удосконалення технології рубок головного
користування в умовах Львівського надлісництва
для підвищення рівня механізації основних робіт**

Виконав: студент групи ЛІз-51
спеціальності
205 “Лісове господарство”
освітньо-професійної програми
“Лісова інженерія”
Наконецний О. О.

Керівник: Цимбалюк Ю. І.

Рецензент: Павлюк В. В.
(прізвище та ініціали)


м. Львів – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут інженерної механіки, автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій
 Кафедра аграрної та лісової інженерії
 Освітній рівень бакалавр
 Спеціальність 205 Лісове господарство
 Освітньо-професійна програма Лісова інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АЛІ

 доц. Бакай Б. Я.

“ 02 ” березня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Наконечному Остапу Олеговичу

1. Тема роботи I.3 Удосконалення технології рубок головного користування в умовах Львівського надлісництва для підвищення рівня механізації основних робіт

керівник роботи Цимбалюк Юрій Іванович, канд. техн. наук,
 затвержені наказом університету від “ 30 ” січня 2026 року № С-85

2. Термін подання студентом роботи 17 квітня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи приймаються з даних про виробничу діяльність підприємства з врахуванням річного об'єму заготівлі деревини під час рубок головного користування 88,5 тис. м³, режим роботи підприємства – одна зміна; вивезення деревини виконується у сортиментах; удосконалити технологію рубок головного користування у відповідності до лісоексплуатаційних умов.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Природні умови та виробнича діяльність Львівського надлісництва філії «Карпатський лісовий офіс»

2 Проектування рубок головного користування для умов Львівського надлісництва

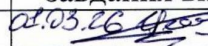
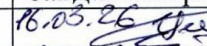
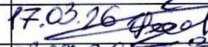
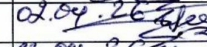
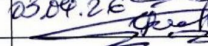

3 Розроблення устаткування для проміжного лісового складу

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

1 Технологічні схеми освоєння лісосік (2 арк.)

2 Загальний вигляд штабелювального устаткування (1 арк.)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Цимбалюк Ю.І., доцент	01.03.26 	16.03.26 
2	Цимбалюк Ю.І., доцент	17.03.26 	02.04.26 
3	Цимбалюк Ю.І., доцент	05.04.26 	13.04.26 

7. Дата видачі завдання 02.03.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Ч. ч.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Природні умови та виробнича діяльність Львівського надлісництва філії «Карпатський лісовий офіс»	01.03.2026-16.03.2026	
2	Проектування рубок головного користування для умов Львівського надлісництва	17.03.2026-02.04.2026	
3	Розроблення устаткування для проміжного лісового складу	03.04.2026-13.04.2026	
4	Формування розділів та оформлення кваліфікаційної роботи	14.04.2026-18.04.2026	

Студент _____

(підпис)

Наконечний О. О.

Керівник роботи _____

(підпис)

Цимбалюк Ю. І.

ЗМІСТ

Реферат.....	6
Вступ.....	8
1. ПРИРОДНІ УМОВИ ТА ВИРОБНИЧА ДІЯЛЬНІСТЬ ЛЬВІВСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА ФІЛІЇ «КАПАТСЬКИЙ ЛІСОВИЙ ОФІС».....	9
1.1. Загальна інформація про Львівське надлісництво та природно-економічна характеристика району його розміщення.....	9
1.2. Характерні кліматичні умови на території господарства.....	10
1.3. Рельєф та гідрологія ґрунтів.....	11
1.4 Характеристика лісів Львівського надлісництва.....	13
1.5. Рубки головного користування та технологія їх виконання.....	14
1.6. Заходи пов’язані з відновленням лісових насаджень.....	16
1.7. Заходи пов’язані з протипожежною безпекою.....	16
1.8. Зведені виробничі показники роботи Львівського надлісництва за звітний 2025р.....	17
1.9. Техніко-економічний аналіз виробничої діяльності Львівського надлісництва та пропозиції для підвищення ефективності.....	18
2. ПРОЕКТУВАННЯ РУБОК ГОЛОВНОГО КОРИСТУВАННЯ ДЛЯ УМОВ ЛЬВІВСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА.....	21
2.1. Обґрунтування річних виробничих об’ємів заготівлі деревини.....	21
2.2. Головні підходи до проектування основних лісосічних робіт.....	22
2.3. Проектування рубок головного користування для виробничих умов Львівського надлісництва	23
2.3.1 Аналіз лісоексплуатаційних умов та вибір системи машин	23
2.3.2 Обґрунтування систем рубок та способів освоєння лісосік рубок головного користування.....	25
2.3.3. Встановлення нормативного робочого часу та об’ємів виробництва на рубках головного користування.....	28
2.3.4. Встановлення розрахункової продуктивності прийнятої системи лісосічних машин та загальної кількості техніки.....	29

2.4 Розрахунок трудовитрат на проведення підготовчих і допоміжних робіт на лісосіках рубок головного користування.....	41
2.5 Вимоги охорони праці, захисту довкілля та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	42
2.5.1. Заходи зменшення негативного впливу на довкілля.....	43
2.6. Зведені проектні показники організації основних робіт на рубках головного користування у Львівському надлісництві.....	44
3. РОЗРОБЛЕННЯ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПРОМІЖНОГО ЛІСОВОГО СКЛАДУ.....	46
3.1. Переваги використання мобільного устаткування для проміжного лісового складу.....	46
3.2. Обґрунтування загальних геометричних розмірів основних збірних елементів конструкції.....	47
3.3. Розрахунок та проектування збірних елементів конструкції.....	49
3.3.1 Силовий аналіз конструкції.....	49
3.3.2. Розрахунок поздовжньої підкладки секції конструкції.....	50
3.3.3 Розрахунок кріпильних елементів опорних стійок секції	53
Висновок.....	56
ЛІТЕРАТУРА.....	57
ДОДАТКИ.....	58

Наконечний О. О. Удосконалення технології рубок головного користування в умовах Львівського надлісництва для підвищення рівня механізації основних робіт: Кваліфікаційна робота бакалавра – Львів: НЛТУ України, 2026.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить три розділи в яких подано інформацію про надлісництво, пропозиції щодо удосконалення рубок головного користування, а також пропозиції технічного переоснащення для цих рубок. Загальний обсяг роботи становить – 61 с. друкованого тексту пояснювальної записки, яка містить 6 рисунків, 5 таблиць і 10 позицій літературних джерел.

Для проектування основних лісосічних робіт, використовувалися дані річної звітності за основними виробничими показниками, загальна інформація про лісоексплуатаційні умови, зокрема рельєф та гідрологічну характеристику території та ін., що впливають на технологію і структуру основних робіт.

Для успішного відтворення лісових насаджень, однією із умов є збереження лісового середовища на ділянках відведених у рубку головного користування. З цією метою використовуються відповідні системи рубки, які дозволяють досягнути поставленої мети. Такі системи пропонуються використовувати в зазначеному надлісництві, а їх ефективність підтверджується виконаними в роботі проектними розрахунками.

Щоб підвищити рівень механізації окремих операцій лісосічних робіт при досить значних об'ємах заготівлі деревини на рубках головного користування, запропоновані системи сучасних машин, які дозволяють вивести процес заготівлі деревини на новий якісний рівень.

Ключові слова: лісосічні роботи, лісосіка, трелювання, лісоматеріал, система рубки, трелювальний засіб, форвардер, харвестер, сортимент.

Nakonechnyi O. O. Improving the technology of main logging in the conditions of Lviv forestry to increase the level of mechanization of main works: Bachelor's qualification work - Lviv: NLTU of Ukraine, 2026.

ABSTRACT

The bachelor's qualification work contains three sections in which information on forestry is presented, proposals for improving main logging, as well as proposals for technical re-equipment for these loggings. The total volume of the work is - 61 p. of printed text of the explanatory note, which contains 6 figures, 5 tables and 10 positions of literary sources.

For the design of main logging works, data from annual reporting on the main production indicators, general information on forest exploitation conditions, in particular the relief and hydrological characteristics of the territory, etc., which affect the technology and structure of the main works, were used.

For the successful reproduction of forest stands, one of the conditions is the preservation of the forest environment in areas designated for final felling. For this purpose, appropriate felling systems are used that allow achieving the set goal. Such systems are proposed to be used in the specified forestry, and their effectiveness is confirmed by the design calculations performed in the work.

In order to increase the level of mechanization of individual operations of logging operations with fairly significant volumes of timber harvesting in final fellings, modern machine systems are proposed that allow bringing the timber harvesting process to a new qualitative level.

Keywords: logging operations, feller, skidding, timber, felling system, skidding tool, forwarder, harvester, assortment.

ВСТУП

На сучасному етапі технічного прогресу людства, лісове господарство залишається однією з пріоритетних галузей народного господарства, яка забезпечує потреби суспільства в незамінних природних матеріалах та продукції. Водночас, заготівля осиної продукції лісової галузі – деревини, є досить складним, небезпечним і дорого вартісним процесом, який має відрізнятися високим рівнем екологічності.

Незважаючи на те, що загалом структура основних лісосічних робіт містить перелік типових технологічних операцій, конкретні лісоексплуатаційні умови потребують індивідуального підходу до технології реалізації поставленого виробничого завдання. Таким чином, процес проектування лісосічних робіт в певних умовах є досить творчим і вимагає різносторонніх знань, як лісівничого, так і інженерно-технічного характеру. Крім того, слід широко впроваджувати у виробничий процес результати напрацювань провідних профільних установ та навчальних закладів, позитивний практичний досвід вітчизняних і зарубіжних лісових підприємств, а також сучасну техніку, яка дозволяє суттєво покращити якість виробничого процесу.

Порівнюючи в загальному лісоексплуатаційні умови на території нашої держави, можна з впевненістю стверджувати, що найбільш доступними є ліси, що розміщуються в рівнинних умовах рельєфу. Такі умови першочергово дозволяють використовувати наземну самохідну техніку без будь-яких суттєвих обмежень, що сприяє можливості максимальної механізації робіт на лісосіці. Зокрема, можна використовувати багатоопераційні лісові машини, для виконання цілого комплексу операцій, що сприяє зменшенню насиченості процесу технікою, яка переміщується по площі лісосіки завдаючи руйнувань лісовим ґрунтам та рослинності.

Рельєф території Львівського надлісництва є переважно рівнинним з певним локальним надмірним зволоженням ґрунтів. В таких умовах є можливість максимально механізувати процес, використовуючи сучасну спеціалізовану техніку та впроваджуючи еколого ощадні технології.

1. ПРИРОДНІ УМОВИ ТА ВИРОБНИЧА ДІЯЛЬНІСТЬ ЛЬВІВСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА ФІЛІЇ «КАПАТСЬКИЙ ЛІСОВИЙ ОФІС»

1.1. Загальна інформація про Львівське надлісництво та природно-економічна характеристика району його розміщення

Господарча територія Львівського надлісництва була сформована в результаті останнього реформування лісового господарства України у 2025 році, шляхом об'єднання сусідніх філій лісового господарства. Зокрема до складу надлісництва увійшли філія «Жовківське лісове господарство», філія «Бібрське лісове господарство» і філія «Рава-Руське лісове господарство», перетворивши Львівське надлісництво на одне з найбільш потужних у виробничому плані у складі Філії «Карпатський лісовий офіс» ДП «Ліси України». Загальний об'єм заготівлі деревини протягом року зріс до понад 150 тис. м³, а підпорядкована площа складає 117932 га, яка розподілена та закріплена між лісництвами, загальна кількість яких становить тридцять шість.

До лісосировинної бази господарства входять ліси різного породного складу, різних вікових груп, як експлуатаційні ліси так і ліси з обмеженим лісокористуванням, які представлені насадженнями заповідного фонду, лісопаркових зелених зон та ліси захисних смуг. Через переважання рівнинного рельєфу території господарства, всі ліси лісосировинної бази відносяться до рівнинних в яких виконуються планові господарські рубки різного характеру. Вся територія, що входить до складу надлісництва, відноситься до західноукраїнського лісостепового округу, відповідно до даних фізико-географічного районування територій. Адміністративний офіс господарства розміщується в м. Винники, Львівського району, Львівської області.

Особливістю території господарства є її насиченість мережею шляхів сполучення, які включають як автомобільні шляхи так і залізничні. Серед автомобільних шляхів, значну долю складають дороги загального призначення, які використовуються для вивезення деревини під час виконання лісогосподарських заходів та з іншою господарською метою.

1.2. Характерні кліматичні умови на території господарства

Завдяки географічному розташуванню, територія господарства знаходиться в помірно-континентальному кліматичному поясі для якого характерна відносно тепла і тривала зима на зміну якій приходить коротке і часто досить прохолодне літо із частими туманами та опадами.

Таблиця 1.1 – Основні кліматичні показники, що впливають на ведення лісового господарства та відтворення насаджень

Назва показника	Одиниця виміру	Значення	Дата
1	2	3	4
1. Температура повітря:			
– середньорічна	град.	+7,4	-
– абсолютна максимальна	град.	+35,5	-
– абсолютна мінімальна	град.	-32,2	-
2. Кількість опадів за рік	мм	569	-
3. Тривалість вегетаційного періоду	дні	209	-
4. Останні весняні заморозки	-	-	26.05.
5. Перші осінні заморозки	-	-	29.09.
6. Середня дата замерзання річок	-	-	15.12.
7. Середня дата початку повені	-	-	25.03.
8. Сніговий покрив:	-	-	-
– потужність	см	20	-
– час появи	-	-	16.12.
– час сходу в лісі	-	-	26.03.
9. Глибина промерзання ґрунту	см	25	-
10. Напрямок переважаючих вітрів:	-	-	-
– зима			
– весна	румб	<u>ПнЗ</u>	-
– літо	румб	<u>ПдС</u>	-
– осінь	румб	<u>ПдС</u>	-
	румб	<u>Зх</u>	-
11. Середня швидкість переважаючих вітрів:	-	-	-
– зима	м/с	4,6	-
– весна	м/с	3,6	-
– літо	м/с	3,0	-
– осінь	м/с	5,0	-
12. Відносна вологість повітря	%	61	-
13. Кількість посушливих днів	дні	11-33	-
14. Кількість днів зі зливами	Дні	5-10	-

Сформовані кліматичні умови, проявляють як позитивний так і негативний вплив на відтворення та формування лісових насаджень. Серед негативних проявів природних чинників є часті поривчасті вітри, швидкість яких сягає понад 15м/с, які часто стають причиною вітровалів, особливо в насадженнях з поверхневою кореневою системою дерев та які зростають на «слабких» ґрунтах із значним зволоженням, а взимку призводять до виникнення морозобійних тріщин стовбурів дерев. З цієї ж причини відбувається спучування верхнього шару ґрунту взимку, що призводить до витягування саджанців та їх виморожування, а влітку відбувається пересихання кореневої шийки. Часті рясні снігопади із різкими змінами температурного діапазону також несуть негативні наслідки, особливо для молодих лісових насаджень. До найбільш несприятливих кліматичних чинників, слід віднести ранні осінні та пізні весняні заморозки. Особливу небезпеку для лісових культур і відкритих розсадників несуть пізні весняні заморозки, які призводять до загибелі сіянців, саджанців та молодої деревної рослинності.

В таких кліматичних умовах порівняно добре розвиваються і формують стійкі лісові насадження такі цінні породи дерев як сосна звичайна, ялиця і ялина, а також твердолистяні: дуб, бук і ясен та багато менш цінних порід.

1.3. Рельєф та гідрологія ґрунтів

Місцевість території надлісництва відноситься до рівнинних, не зважаючи на окремі площі, які мають ознаки пагорбистого рельєфу чи навіть гірського. Найбільше припіднятими ділянками є водорозділи на яких місцевість піднімається на висоту 370-380м над рівнем моря. В цих місцях формуються притоки річок Західного Бугу, Сяну і Дністра. Ділянки із характерними ознаками гірських умов, розміщуються на території природного заказника Розточчя, де ухил при піднятих ділянок становить 15° 25° , однак, завдяки хорошому залісненню та доброму розвитку деревно-чагарникової рослинності, проявів ерозійних процесів не спостерігається.

Переважаючими ґрунтами на території господарства є дерново-підзолисті, менше приходиться на дернові та болотні типи ґрунтів. Останні формуються в понижених місцях рельєфу. Лессовидні суглинки, які характерні островковим розміщенням по площі, сприяють утворенню сірих і світло-сірих опідзолених лісових ґрунтів. Таким чином, найбільш характерними групами типів ґрунтів є дерново-середньовікові і морені ґрунти, які утворилися на водно-льодовикових відкладеннях; світло-сірі лісові, легко суглинисті ґрунти для утворення яких слугували лесси і підзолисті та дерново-підзолисті лісові ґрунти, які характерні дуже бідним складом органічних домішок достатніх лише для зростання і розвитку найбільш невибагливих лісових порід, якими є сосна звичайна та береза повисла.

На більш багатих глинистими домішками ділянках території, де розміщуються супіщані та глинисто піщані ґрунти є умови для утворення та розвитку змішаних лісових насаджень, до прикладу дубово-соснових, а ділянки із надмірною вологістю чи заболоченістю є сприятливими для розвитку мягколистяних вологолюбних порід дерев, таких як вільха чорна.

Характерною особливістю гідрології ґрунтів господарства є високе залягання ґрунтових вод в межах 2...3м від поверхні або часто із виходом на поверхню. Через відсутність природного водостоку, така ситуація є сприятлива до формування площ із надмірним зволоженням ґрунтів чи повним або частковим їх заболоченням, хоча на вологість ґрунту в пониженнях, значною мірою впливає загальна річна кількість опадів. Загалом, територія яка характерна надмірним зволоженням чи заболоченням, сягає більше 10%. На цих ділянках утворюються переважно низові болота, які характеризуються формуванням потужного, більше 20м шару торфу.

Територія Львівського надлісництва характеризується розміщенням великої кількості водних об'єктів, як природних так і штучних, переважно у вигляді ставків рибних господарств. Водні об'єкти природного походження сприяють розмноженню водно-болотної лісової фауни та суміжних груп диких представників пернатих.

1.4 Характеристика лісів Львівського надлісництва

Загальна покрита лісом площа господарства сягає 117932га і характеризується, як компактним розміщенням лісових насаджень так і певним розосередженням по площі в окремих лісництвах. Також ліси характеризуються дуже нерівномірним розподілом за класами віку в силу певних чинників, що накладає відбиток на розподіл по породах за відповідними групами віку. За віковою структурою, ліси господарства є нерівномірні, значну площу складають пристигаючі насадження, стиглі та перестиглі ліси.

Породний склад лісових насаджень в основному відповідає природним умовам зростання, хоча є породи дерев, які не відповідають місцевим природним умовам, а відповідно не є промисловими породами. Такі насадження розміщуються на площі 276,3га або займають 1,9% площі земель вкритих лісовою рослинністю і представляють потенційних фонд для проведення рубок реконструкції та рубок догляду з метою зміни порід. В складі лісових насаджень підприємства є породи дерев, які не мають промислового значення і займають площу приблизно 1,5% від загальної площі земель вкритих лісовою рослинністю. Ці насадження представлені такими деревними породами як сосна Банкса, сосна Веймутова, ялина європейська, дуб червоний, клен польовий, акація біла, липа дрібнолиста, тополя біла, верба біла, бархат амурський та ін..

Згідно таксаційних даних, лісові насадження господарства переважно є штучного походження, в першу чергу це стосується хвойних порід дерев і відносяться до першого лісотаксаційного поясу. В породній структурі переважають хвойні ліси, їх частка становить більше 80%, серед яких найбільше соснових. Серед листяних насаджень переважають деревостани, де головною породою є дуб північний, бук лісовий та ясен. Середній запас покритої лісом площі – 328 м³/га.

У лісовому фонді господарства є також території, що відносяться до заповідних. До таких об'єктів відноситься заказник місцевого значення «Романівський», площею 482га і «Свірзький», який займає площу 451га. Всі

ліси господарства відносяться до рівнинних, а за категоріями захисту поділяються на лісопаркові та експлуатаційні.

1.5. Рубки головного користування та технологія їх виконання

Рубки головного користування є пріоритетними у виробничій діяльності господарства і складають 88,5тис.м³, згідно виконаного плану рубки за 2025 рік. Ці рубки виконуються у всіх лісництвах надлісництва і є основною дохідною частиною в плані фінансового забезпечення. Для реалізації планових річних об'ємів заготівель залучаються приватні лісозаготівельні бригади для яких рубки головного користування є пріоритетними. Загальний контроль за виконанням рубок, дотриманням технології та лісівничих вимог, покладається на фахівців лісництва в якому виконуються рубки.

Під час освоєння лісосік відведених в рубку, практикується індивідуальний підхід до вибору технології, який ґрунтується на характеристиці лісового насадження, лісоексплуатаційних умовах та природних локальних особливостях. Системи рубок в господарстві також вибираються в залежності від конкретних умов, включно із суцільною системою рубки, яка практикується на площах де найбільш раціональним способом відновлення насадження є штучне відновлення. В інших випадках, головним чином використовуються поступові, вибіркові та комбіновані системи рубки. В окремих випадках на одній площі, може реалізовуватися поєднання різних систем рубки, до прикладу суцільної і поступової.

Рівнинні умови суттєво спрощують технологію освоєння лісосік рубок головного користування і дозволяють використовувати різні способи рубки. Головним чином, практикується спосіб рубки середніми пасіками із прокладанням пасічних і магістрального трелювальних волоків, що забезпечують трелювання деревини до однієї площадки чи верхнього складу. При цьому може використовуватися технологія із проміжними площадками, які влаштовуються біля пасічних трелювальних волоків. Деревину із цих площадок можна відвантажувати відразу на лісовозний транспорт.

Типової лісозаготівельної техніки, яка використовується на рубках головного користування не існує. Кожна приватна лісозаготівельна бригада, освоює лісосіку із залученням власної наявної техніки та обладнання. При цьому використовуються, зокрема, різні зразки трелювальної техніки, яка дозволяє в тій чи іншій мірі механізувати процес у відповідності до його структури. Основні роботи на лісосіці, включають типові операції, які дозволяють отримувати заготовлену деревну сировину у вигляді сортиментів.

Зрізання дерев та наступні операції пов'язані з їх обробкою у відповідності до технології, виконуються виключно із застосуванням ручних бензиномоторних пил. При цьому інструмент не є уніфікованим, а кожна лісозаготівельна бригада використовує цілий набір різних інструментів різних виробників, що негативно проявляється на їх ремонті і обслуговуванні. Зрізання дерева і його обробка до отримання стовбура, виконуються виключно комплексно однією бензиномоторною пилою, а кряжування стовбура може виконуватися як в місці зрізання гілок так і в іншому місці на лісосіці, наприклад, біля трелювального волока чи на верхньому складі.

Трелювання деревини, виконується в основному колісними трелювальними тракторами і кіньми. Хоча окремі заготівельні бригади для цього процесу використовують і сучасну спеціалізовану техніку у вигляді форвардерів. Через використання в основному найбільш простого навісного трелювального обладнання на колісних тракторах, процес трелювання ними вимагає застосування значної частки ручної праці, а відповідно є досить трудомістким. Це саме стосується і трелювання деревини кіньми, під час якого використовується в основному обладнання для трелювання лісоматеріалів волоком. Такий спосіб трелювання, дозволяє трелювати лісоматеріали на невеликі відстані і супроводжується досить суттєвим руйнуванням ґрунтового покриву та ґрунту.

У випадку застосування для трелювання деревини форвардерів, часто практикується пряме вивезення деревини безпосередньо з лісосіки до споживача, оминаючи проміжний склад чи навантажувальну площадку.

1.6. Заходи пов'язані з відновленням лісових насаджень

Заліснення лісових площ пройдених суцільними рубками головного користування або суцільними санітарними рубками, відбувається шляхом висаджування лісових культур. Для вирощування якісного садивного матеріалу, використовуються відкриті лісові розсадники, а збір лісового насіння носить системний характер на площах із плюсовими насінєвими деревами.

Залежно від конкретних локальних умов, в першу чергу від родючості ґрунту та його тренованості, висаджують сіянці хвойних або твердолистяних деревних порід. Серед твердолистяних деревних порід перевага віддається дубу черешчатому, який становить майже 56,6% і буку лісовому (європейському), доля якого на заліснених площах становить понад 40%. Саме ці деревні породи і є переважаючими серед головних лісоутворюючих порід дерев. Сіянці хвойних деревних порід преставлекні переважно, сосною звичайною та ялиною.

Висаджування сіянців під час заліснення площ, відбувається після попередньої підготовки ґрунту, переважно часткової, смугової із застосуванням навісних ґрунтообробних знарядь, таких як культиватори та плуги. Безпосереднє садіння культур є процесом частково механізований із застосуванням садильних машин типу МЛУ-1, але переважно вручну із застосуванням «меча Колесова». Висаджування культур вручну, однозначно забезпечує їх кращу приживлюваність на площі. До цього процесу часто залучаються учні старших класів найближчих довокільшніх сіл.

1.7. Заходи пов'язані з протипожежною безпекою

Організація заходів з попередження та боротьби з лісовими пожежами на підприємстві відпрацьована на високому рівні. Попереджувальні заходи направлені на зменшення ймовірності виникнення лісових пожеж і полягають в першу чергу в постійному інформуванні населення про небезпеку виникнення лісових пожеж. Регулярне поновлення протипожежних мінералізованих смуг в лісових насадженнях також суттєво зменшує ймовірне виникнення лісових пожеж.

Постійне патрулювання лісових насаджень, в першу чергу хвойних, особливо в літньо-осінній період, також дає свої позитивні результати, особливо в місцях масового літнього відпочинку місцевого населення. Для цього в лісгоспі є штат із 15 осіб інспекторів з охорони лісів та шість патрульних груп, а в лісництвах розроблені оперативні плани гасіння лісових пожеж. Крім того, із жителів навколишніх населених пунктів сформовано 30 добровільних пожежних дружин, в складі яких нараховується більше 300 людей

Відповідно до існуючої шкали розподілу лісових насаджень за класами пожежної небезпеки, переважна більшість лісових насаджень підприємства відносяться до III класу пожежної безпеки. Найвищий коас пожежної небезпеки зберігається в тих лісництвах, а саме в Свіржському та Старосільському, де переважають хвойні лісові насадження.

Для безпосередньої боротьби з лісовими пожежами на підприємстві організована дозорно-сторожова служба та три опорні протипожежні пункти забезпечені відповідними технічними засобами гасіння лісових пожеж та пожежним інвентарем. Більш простими засобами гасіння забезпеченні всі лісництва підприємства.

1.8. Зведені виробничі показники роботи Львівського надлісництва за звітний 2025р.

Узагальнені показники виробничої діяльності господарства протягом певного періоду, необхідні для проведення необхідних проектних розрахунків пов'язаних із вдосконаленням технологічного процесу лісосічних робіт.

Таблиця 1.2 – Основні дані організації виробничого процесу лісосічних робіт у 2025 році

Назва показника	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
1. Загальний річний об'єм заготівлі деревини	м ³	150000,0
2. Рубки головного користування	м ³	88536,0
3. Рубки формування і оздоровлення лісів	м ³	61472,0
5. Середній запас деревини на 1га:	м ³ /га	

- рубки головного користування	-//-	248,5
- рубки формування і оздоровлення лісів	-//-	36,8
6. Середній об'єм стовбура:	м ³	
– рубки головного користування	-//-	0,98
– рубки формування і оздоровлення лісів	-//-	0,35
7. Середній склад лісових насаджень		
– рубки головного користування	-	6С2Бк2Д
– рубки формування і оздоровлення лісів	-	4С4Бк2Д
8. Спосіб вивезення деревної сировини	-	сортименти.
9. Механізація лісозаготівельних робіт		
– рубки головного користування	%	58,0
...– рубки формування і оздоровлення лісів		32,0
10. Організація проведення рубок	-	малі комплексні бригади на базі МТЗ-82

1.9. Техніко-економічний аналіз виробничої діяльності Львівського надлісництва та пропозиції для підвищення ефективності

Досить значні об'єми заготівлі деревини внаслідок проведення планових рубок головного користування, вимагають внесення певних техніко-технологічних змін у процес їх виконання. При цьому мають виконуватися вимоги як лісівничого так і екологічного характеру, які головним чином впливають на ефективність та якість виробничого процесу.

В основі лісівничих підходів до виконання рубок головного користування лежить принцип максимального збереження лісового середовища на площі, чого можна досягнути шляхом використання відповідних систем рубок. Відомо, що властивості лісового середовища можна зберегти максимально цілісними, якщо не виконувати вирубування дерев на площі за один прийом, оголюючи лісовий ґрунт і лісову рослинність під пологом лісу. Даного негативного ефекту можна уникнути, вибираючи відповідні системи рубки. Зокрема до зазначених систем відносяться поступові, вибіркові та комбіновані системи рубок головного користування.

Враховуючи різноманітність ґрунтів на території Львівського надлісництва, поступові і вибіркові системи рубок, слід реалізовувати першочергово на багатих і середньої родючості ґрунтах. Такі ґрунти

забезпечують хороше природне відновлення та можливість формування під наметом лісу молодого насадження бажаного породного складу. При цьому, зазвичай виконують доповнення культур штучним методом, шляхом висаджування саджанців головних порід.

Суцільні системи рубки головного користування будуть доцільними під час рубок реконструкції лісових насаджень, санітарних рубок, а також на площах з дуже бідними ґрунтами, де природне відновлення в принципі не можливе. В таких умовах, вирубка має штучно заліснюватися в перший рік повного вирубування дерев на площі. Однак, цю систему рубки слід максимально обмежити.

Певних змін вимагає питання техніко-технологічного характеру під час виконання рубок головного користування. Так, в умовах із значними об'ємами лісозаготівлі, гостро постає питання рівня механізації робіт. Використовувана на основних роботах техніка, часто є низькопродуктивною і не забезпечує можливість впровадження сучасних екологічно безпечних та ефективних технологій. Першочергово це стосується механізації трелювання деревини.

Низькопродуктивне трелювання кіньми слід замінити сучасними міні трелювальними засобами на колісному чи гусеничному ході. Основний акцент слід ставити на сучасну високопродуктивну трелювальну техніку, яка відповідає екологічним вимогам та дозволяє максимально механізувати процес. Такою технікою можуть бути колісні форвардери середнього та легкого класів вантажопідємності. Корисним та ефективним кроком їх застосування буде технологія прямого вивезення споживачам на відстань в радіусі 10км. Така техніка дозволить забезпечити максимальну механізацію основних та суміжних технологічних операцій процесу трелювання.

Рівнинні умови, особливо площі із дренованими ґрунтами, є сприятливими для використання багатоопераційної техніки. В таких умовах доцільно використати сучасні машини харвестери, які забезпечать механізацію таких трудомістких операцій як зрізання дерев, їх очищення від гілок та розкрязування стовбурів на сортименти.

Під час формування парку лісозаготівельної техніки та обладнання, слід прагнути до однотипності. Це покращить логістику запасних частин, паливно мастильних матеріалів та гарантійного і після гарантійного сервісу. Першочергово це стосується бензиномоторних пил, які на даний момент представлені різними виробниками. Слід віддавати перевагу інструментам, які вже добре зарекомендували на виробництві, а компанії виробники мають добре розвинену мережу сервісного обслуговування і ремонту.

У Львівському надлісництві недостатньо уваги приділяється питанню заготівлі і переробки лісосічних відходів, які в основному утилізуються на лісосіці шляхом спалювання. Цей вид деревної сировини, можна раціонально використовувати, подрібнюючи на тріску і збуваючи її споживачам. При існуючих об'ємах заготівлі, це дозволить отримувати суттєвий фінансовий зиск, а рівнинні умови є сприятливими для збору і переробки даної сировини.

2. ПРОЕКТУВАННЯ РУБОК ГОЛОВНОГО КОРИСТУВАННЯ ДЛЯ УМОВ ЛЬВІВСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА

2.1. Обґрунтування річних виробничих об'ємів заготівлі деревини

Виробничі об'єми продукції за певний період часу слугують основою для формування відповідних виробничих потужностей, а вид готової продукції впливає на технологічний процес її виробництва. Встановлено, що у Львівському надлісництві внаслідок виконання рубок головного користування заготовляється 88,5тис.м³ деревини, без врахування деревини від санітарних рубок для проведення яких зазвичай залучаються аналогічні системи машин.

Крім того, під час формування парку лісосічних машин, необхідно враховувати тенденцію зміни вікової структури лісосировинної бази господарства, принаймні на найближчі десять років. Зазначенні зміни впливатимуть на зміни річних об'ємів заготівлі деревини внаслідок виконання рубок головного користування. Так, аналіз вікової структури лісів в господарстві, що склалася на даний час, свідчить про суттєве переважання молодників над середньовіковими лісовими насадженнями, а також над площами пристигаючих лісів. Площі стиглих і перестиглих лісових насаджень, що представлені в основному хвойними і буковими лісами стрімко зменшуються. Така тенденція зазвичай сприяє зменшенню об'ємів рубок головного користування на прийдешні десять років.

Разом з тим, слід відмітити суттєве зростання об'єму деревини, яка отримується внаслідок проведення суцільних санітарних рубок. Таким чином, це в значній мірі компенсуватиме зменшення заготівлі від рубок головного користування. Отже, машини пропоновані для проведення зазначених рубок, будуть і надалі достатньо завантаженими протягом року.

Враховуючи сказане вище, доцільно буде встановити нормативний об'єм річної заготівлі деревини від рубок головного користування в існуючому об'ємі на даний час, а саме 88,5тис.м³. Даний виробничий об'єм, використаємо як основу для наступних проектно-технологічних розрахунків, зокрема, при формуванні парку лісозаготівельної техніки.

2.2. Головні підходи до проектування основних лісосічних робіт

Виробничий процес лісосічних робіт має формуватися на основотворчих підходах направлених на безтермінове користування лісовими ресурсами із збереженням їх функцій та якісного покращення лісових насаджень. Головним чином це відповідає фундаментальним положенням сталого розвитку лісового господарства, однак певні моменти потребують конкретизації із врахуванням сучасних способів ведення лісового господарства та перспектив його розвитку.

Для безтермінового користування лісовими ресурсами слід забезпечити не тільки їх збереження в існуючих межах, але і дбати про якісну зміну лісів і їх примноження. Першочергово цього можна добитися невиснажливим лісокористуванням, суть якого зводиться до того, що об'єми лісозаготівлі в господарстві не мають перевищувати об'єми річного приросту деревини, а на площах відведених під суцільну рубку головного користування, заліснення має виконуватися в найкоротші терміни з відтворенням якісного лісового насадження. Це стосується і побічного користування лісовими ресурсами, зокрема, лісовими плодово-ягідними рослинами та грибами, а також промисловою лісовою фауною. Час виконання та організація робіт на лісосіці мають максимально враховувати періоди вегетації лісової рослинності та періоди розмноження лісового тваринного світу і птахів.

Тенденція зменшення енергоспоживання має домінувати при побудові технологічного процесу лісосічних робіт. За можливості, слід максимально використовувати малогабаритну лісову техніку та навіть гужовий транспорт із відповідним допоміжним обладнанням, зокрема на рубках догляду де середній об'єм стовбура є не великий. На рубках головного користування також слід віддавати перевагу лісовій техніці легкої та середньої серії, а також використовувати багатоопераційні машини для зменшення насиченості процесу механізмами, а відповідно зменшенням проїздів на меншим руйнуванням лісового природного середовища.

Враховуючи все зростаючі потреби в деревній сировині, принцип комплексного використання та переробки деревини має займати важливе місце

в технологічному процесі лісозаготівлі. Сучасні деревообробні технології дозволяють переробляти будь-яку низькоякісну деревину та деревні відходи і отримувати якісну продукцію. Це означає, що вся заготовлена деревина та деревні рештки на лісосіці мають підлягати переробці.

Надважливим в побудові технологічного процесу лісосічних робіт є його екологічність. Збереження лісового середовища, довкілля в цілому, зменшення забруднення атмосфери, ґрунтів і вод – це завдання, яке гостро стоїть перед людством на сучасному етапі його розвитку. Якість техноологічного процесу на сьогодні оцінюється рівнем його екологічності.

Разом з тим, не слід забувати про механізацію та автоматизацію виробництва, виключення ручної праці або зведення її до мінімуму, особливо на найбільш важких операціях лісосічних робіт. Це сприятиме не тільки суттєвому зростанню продуктивності праці, зменшенню собівартості продукції, але і позитивно вплине на безпеку праці. Першочергово це стосується операції трелювання деревини, як найбільш важливої і трудомісткої.

Наукові підходи до організації виробництва та впровадження інновацій, забезпечують якісне покращення лісосічних робіт, удосконалення і розвиток технологій з адаптацією їх до конкретних виробничих умов. Саме тому, на науковому підході та інноваціях має ґрунтуватися розробка сучасного виробничого процесу.

2.3. Проектування рубок головного користування для виробничих умов Львівського надлісництва

2.3.1 Аналіз лісоексплуатаційних умов та вибір системи машин

Крім виконання поставленого виробничого завдання, системам машин має відповідати і багатьом іншим вимогам серед яких доцільно виділити екологічність, енергоощадність та забезпечення максимального рівня механізації робіт. Для цього, першочергово слід оцінити лісоексплуатаційні умови виконання лісосічних робіт. До основних показників умов лісоексплуатації відноситься рельєф та середній об'єм стовбура.

Загальні умови рельєфу на території Львівського надлісництва є рівнинними з характерними локальними підвищеннями і пониженнями окремих ділянок. При цьому слід відмітити наявність на значних площах сирих і заболочених ґрунтів, що суттєво обмежують застосування наземної трелювальної техніки, особливо в роки із значним рівнем опадів. Не зважаючи на це, рельєф місцевості сприятливий для застосування різних типів наземної лісозаготівельної техніки в тому числі і більш важкої, якою є багатоопераційна.

Роботи мають виконуватися на площах відведених в рубку головного користування, а відповідно, середній об'єм стовбура буде не менше $0,65 \dots 0,75 \text{ м}^3$, що не зовсім відповідає умовам роботи легкої техніки. Це однозначно вимагає застосування спеціалізованої техніки, особливо для трелювання деревини.

Не залежно від побудованої технології освоєння лісосік, перелік основних операцій має включати зрізання дерев, очищення дерев від гілок крони, часткове чи повне розкрязування стовбурів і трелювання деревної сировини. Для виконання зазначених операцій має формуватися система машин, яка максимально відповідає поставленому завданню і умовам.

На основі виконаного аналізу, при виборі лісосічних машин, акцент слід зробити на широке застосування багатоопераційної техніки, зокрема харвестерів і форвардерів. Харвестери доцільно пропонувати для умов з переважанням сухих дренуваних ґрунтів з хорошою несучою здатністю протягом більшої частини року. Одним із можливих варіантів харвестера може бути **John Deere 1270D**, відомого американського виробника спеціалізованої лісової техніки. Така машина забезпечить виконання кількох операцій під час однієї технологічної стоянки, а саме: зрізання дерева, зрізання гілок і розкрязування стовбура на сортименти. Крім забезпечення повної механізації процесу, будуть створені комфортні умови для персоналу, підвищиться безпека праці та комплексна продуктивність на зазначених операціях.

Для роботи в комплексі із харвестером, доцільно використати форвардер того ж виробника для трелювання круглої деревини чи прямого вивезення

споживачам. Ця машина може забезпечувати виконання і інших допоміжних операцій, без застосування для цього додаткової техніки, зокрема можна виконувати штабелювання лісоматеріалів, перевантаження їх на іншу платформу чи виконувати інші навантажувально-розвантажувальні операції.

Аналіз гідрології ґрунтів на землях Львівського надлісництва свідчить про обмежене використання техніки на певних ділянках. Першочергово це стосується харвестерів. Для таких умов до трелювання деревини доцільно залучити машини чокерного типу, щоб забезпечити витягування деревини до волока за допомогою лебідки, а зрізання дерев та їх обробку до вигляду стовбура, слід виконувати бензиномоторною пилою. В якості такої трелювальної машини може бути колісний трактор LKT-82, а для зрізання та обробки дерев, доцільно використати бензиномоторну пилу „STIHL MS 362”.

В місцях з необхідністю виконання підтрелювання лісоматеріалів із насадження до трелювального шляху, слід використовувати гусеничні міні скідери на заміну кінному трелюванню, яке практикується на даний час в господарстві і на долю якого приходяться значні об'єми трелювання деревини.

2.3.2 Обґрунтування систем рубок та способів освоєння лісосік рубок головного користування

Аналіз лісоексплуатаційних умов Львівського надлісництва та його сировинної бази, свідчить про можливість застосування різних систем рубок для освоєння лісосік головного користування. При цьому слід керуватися такими основними вимогами як лісівнича доцільність, екологічність та можливість ефективної роботи заявленої системи машин. У вибраній попередньо системі машин, перевага віддається повній механізації процесу за допомогою багатоопераційних машин.

Виходячи з умов, що склалися в лісовому господарстві та тенденцією ведення лісозаготівельних робіт, приходимо до висновку, що для реалізації планових річних рубок головного користування, слід тяжіти до поступової, вибіркової та комбінованої систем рубок, як найбільш наближеного до

природного ведення лісового господарства. При цьому не можна повністю відмовитися від суцільної системи рубки, як однією із найбільш ефективних видів санітарної рубки, рубки переформатування лісового насадження та репконструкції лісових насаджень. Під час проведення рубок головного користування, суцільна система рубки, буде доцільною на площах де відновлення насадження можливе лише штучно, шляхом висаджування сіянців чи саджанців основних лісоутворюючих порід дерев.

Ефект від реалізації систем поступової і вибіркової рубок головного користування, проявлятиметься на площах з багатими лісовими ґрунтами де передбачається природне чи комбіноване відновлення лісу. Застосовуючи вирубування дерев на площі в два чи три прийоми, створюються умови для формування молодого лісового насадження близьким до природного методом. Під час впровадження поступової системи рубки із врахуванням можливості застосування харвестера за основу доцільно вибирати смугово-поступову систему, яка дозволяє ефективно використовувати багатоопераційну маніпуляторну техніку.

Стосовно способів розробки лісосік, то тут можна реалізовувати всі способи, що пропонуються для рівнинних умов лісоексплуатації із застосуванням тракторного трелювання деревини. Серед найбільш застосовуваних і класичних є спосіб вузьких пасік, середніх пасік та широких пасік. Кожний із зазначених способів має свої переваги і обмеження. Зокрема для прийнятої системи машин на базі харвестера, застосовувати спосіб розробки широкими пасіками буде недоцільно через те, що ширина пасіки тут складає 60м і більше та потребує переміщення машини в насадженні під час зрізання дерев і під час трелювання деревини, що ускладнюється габаритами самої машини на відповідних операціях.

Виходячи із зазначеного, приходимо до висновку, що для реалізації систем поступових і вибіркової рубок головного користування, доцільно використовувати спосіб рубки вузькими та середніми пасіками. При способі рубки вузькими пасіками, ширина пасіки не має перевищувати 30м, а при

середній ширині пасіки, цей параметр збільшується до 35...50м в залежності від умов та можливостей застосовуваної техніки.

Таким чином, приймаємо, що на рубках головного користування у Львівському надлісництві будуть домінувати поступові і вибіркові системи рубок. Зокрема поступова система рубки, реалізовуватиметься в два прийоми і використовуватиметься варіант смугово-поступової рубки, тобто, чергуватимуться смуги із суцільним вирубуванням дерев із смугами на яких дерева не вирубують. Очевидно, що для двох прийомної системи поступової рубки за перший прийом буде забрано половину лісового насадження. Ширина смуги на якій дерева не зрізають має становити не менше півтори висоти деревостану. Ширину смуги на якій дерева зрізатимуться, доцільно прийняти в межах 20м.

У випадку застосування суцільної системи рубки, доцільно використовувати спосіб освоєння лісосіки вузькими пасіками. Такий спосіб забезпечує можливість зрізання дерев харвестером не з'їжджаючи із прокладеного шляху для його руху.

Враховуючи зазначені вимоги та технологічні особливості лісозаготівельного процесу, а також на основі діючого «Положення про рубки головного користування в лісах України», можна встановити реальну площу лісосіки та її геометричні розміри. У відповідності до зазначеного вище, площа лісосіки рубок головного користування в рівнинних лісах не повинна перевищувати 5га, а враховуючи ефективну відстань трелювання деревини тракторами 350м, доцільно встановити такі геометричні розміри лісосіки головного користування 150×350м. Виходячи з цього, її площа буде мати:

$$S_{л}^{н.в.} = B \cdot L = 150 \cdot 350 \approx 5,0га$$

де B , L – прийняті значення геометричних розмірів лісосіки головного користування з поступовою системою рубки, м.

Використовуючи відомі таксаційні дані про лісове насадження, а саме запас деревини на одиниці площі, можна розрахувати такий важливий показник як загальний об'єм доступної деревини на площі лісосіки:

$$Q_{л}^{н.в.} = S_{л}^{н.в.} \cdot M_{1га}^{н.в.} = 5,0 \cdot 285,0 = 1425,0 м^3$$

де $M_{1га}^{н.в.}$ – значення запасу деревини у відповідності до таксаційних даних насадження, $м^3/1га$.

Іншим важливим технологічним показником організації лісосічних робіт є загальна кількість лісосік, які слід освоїти протягом року відповідно до загального річного об'єму заготівлі. Цей показник можна розрахувати на основі виробничих показників господарства та отриманих вище результатів розрахунку, відповідно до виразу:

$$n = \frac{Q_P}{Q_{л}^{н.в.}},$$

де Q_P – річний об'єм рубок головного користування, прийнятий для проекту лісосічних робіт, $м^3$

$$n = \frac{88500,0}{1425,0} \approx 62,0 \text{ лісосіки}$$

2.3.3. Встановлення нормативного робочого часу та об'ємів виробництва на рубках головного користування

Часову організацію робочого процесу виконуватимемо керуючись нормами трудового законодавства та специфічними особливостями робіт на лісосіках. Першочергово виходимо з того, що технологічний процес лісосічних робіт відбуватиметься впродовж всього календарного року за винятком незначного коректування графіку робіт з певних непередбачуваних причин.

Стосовно організації робочого тижня, то приймаємо п'яти денний робочий тиждень відповідно до існуючого трудового законодавства. Хоча роботи на лісосіці можуть бути організовані в кілька робочих змін, особливо у випадку застосування сучасної багатоопераційної техніки, однак враховуючи специфіку лісосічних робіт, зміну тривалості світлового проміжку дня залежно від пори року та вплив інших природних чинників, що створюють більш небезпечні умови робіт на лісосіці, приймаємо однозмінний робочий день.

Тривалість зміни є типовою і становитиме 8 годин.

Якщо врахувати подану вище інформацію, то щоб розрахувати річну кількість робочих днів, слід скористатися виразом:

$$N = A - B - C - H \text{ дні}$$

де N – сумарна розрахункова річна кількість робочих днів, дні;

A – тривалість в днях одного календарного року, дні;

B, C, H – сумарна кількість щотижневих вихідних днів, офіційних святкових днів протягом року, а також сумарна кількість днів перебоїв у виробничому процесі через негативні природні чинники протягом року, дні;

$$N = 365 - 104 - 7 - 4 = 250 \text{ дні}$$

Використовуючи чисельний вираз розрахункової кількості робочих днів, можна розрахувати плановий об'єм заготівлі деревини протягом зміни. Якщо врахувати, що роботи на лісосіці виконуватимуться в одну зміну, то нормативний об'єм змінної заготівлі деревини відповідатиме добовому об'єму заготівлі, що в числовому виразі становитиме:

$$Q_{\text{д}} = \frac{Q_{\text{р}}}{N}, \text{ м}^3 / \text{добу},$$

$$Q_{\text{д}} = \frac{Q_{\text{р}}}{N} = \frac{88500,0}{250,0} = 354,0 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

Таким чином, при рівномірній лісозаготівлі протягом року на рубках головного користування, змінний об'єм заготівлі має в середньому становити не менше $354,0 \text{ м}^3$ деревини.

2.3.4. Встановлення розрахункової продуктивності прийнятої системи лісосічних машин та загальної кількості техніки

На відміну від технічної продуктивності тої чи іншої машини на основних роботах, під час проведення рубок головного користування, розрахункова продуктивність, дозволяє враховувати конкретні лісоексплуатаційні умови, частково навіть локальні умови на лісосіці, хоча також не повністю відображає реальні умови роботи.

Саме тому, для розрахунку необхідної кількості техніки, виконується розрахунок продуктивності кожної машини і інструменту, які планується задіяти в технологічному процесі рубок головного користування. Для виконання зазначених розрахунків, скористаємося типовими формулами та виразами, що подано в спеціальній та навчальній літературі, а також даними технічної характеристики машин і інформацією таксаційного опису лісових насаджень відведених в рубку.

Під час зрізання на лісосіці дерев за допомогою бензопили «STIHL MS –362», її розрахункову продуктивність можна встановити, використовуючи формулу:

$$\Pi = \frac{T \cdot C_t \cdot q_{cm}}{t}, \text{ м}^3$$

де T – загальна тривалість робочої зміни прийнята в розрахунок, с;

C_t – значення коефіцієнту, що показує ефективне використання часу на корисну роботу інструменту, $C_t = 0,28$;

t – час на виконання всіх операцій пов'язаних із зрізанням одного дерева певного об'єму, с;

q_{cm} – середній об'єм стовбура дерева, що відповідає таксаційним даним опису насадження на площі лісосіки, м^3 .

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

де t_1 – час на піший перехід робітника між суміжними на лісосіці деревами, що підлягають зрізанню, с;

t_2 – тривалість виконання операції з підрізання дерева, с.

$$t_2 = \frac{2F_n}{\Pi_{\Pi} \cdot C_{\Pi}}, \text{ с},$$

де F_{Π} – встановлена розрахунком, площа підрізання для певної форми підрізу та діаметру дерева в місці його виконання, см^2 ;

Π_{II} – технічно заявлена продуктивність чистого пиляння ланцюгової бензиномоторної пили, m^2/c ;

C_{II} – показник використання продуктивності чистого пиляння інструменту на корисну його роботу.

$$F_{II} \approx \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi \cdot d_K^2}{4}, m^2,$$

де d_K – встановлений розрахунком, діаметр стовбура дерева в місці виконання підрізу, м.

Зазначений вище діаметр стовбура, можна отримати з виразу:

$$d_K = C_K \cdot d_0, m,$$

де C_K – коефіцієнт форми стовбура, що відображає зміну його діаметру в залежності від висоти, $C_K = 1,1 \dots 1,25$;

d_0 – таксаційний діаметр стовбура на висоті 1,3 м від ґрунту, м.

Використавши дані з таксаційного опису насадження на лісосіці, отримаємо шуканий діаметр:

$$d_0 = 1,25 \cdot \sqrt{\frac{q_{cm}}{L_{cm}}} = 1,25 \cdot \sqrt{\frac{0,7}{14,0}} = 0,28 \text{ м}$$

Відповідно, діаметр стовбура в місці розміщення підрізу, становитиме:

$$d_K = C_K \cdot d_0 = 1,2 \cdot 0,28 = 0,34 \text{ м},$$

Таким чином, загальна площа зрізу деревини під час виконання підрізу у формі клина, матиме таке значення:

$$F_{II} \approx \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi \cdot d_K^2}{4} = \frac{1,314 \cdot 0,34^2}{3 \cdot 4} = 0,03 m^2$$

На основі отриманого значення площі пропилу деревини під час виконання підрізу, можна розрахувати час його виконання:

$$t_2 = \frac{2 \cdot F_{II}}{\Pi_{II} \cdot C_{II}} = \frac{2 \cdot 0,03}{0,012 \cdot 0,55} = 10,0 \text{ с}$$

t_3 – тривалість технологічно-підготовчого часу між підрізання дерева і початком виконання основного різь, с;

t_4 – розрахункова тривалість основного різь під час зрізання дерева, с.

$$t_4 = \frac{\frac{\pi d_K^2}{4} - F_{II} - F_H}{\Pi_{II} \cdot C_{II}} = \frac{3,14 \cdot 0,34^2 - 0,03 - 0,005}{0,012 \cdot 0,55} \approx 9,0 \text{ с}$$

де F_H – площа недопилу прямокутної форми, відповідно до діаметру дерева у його відземку, м².

Отримані розрахунковим шляхом, тривалості окремих операцій процесу зрізання дерева ланцюговою бензопилою, дають можливість встановити загальну тривалість процесу:

$$t = 30,0 + 10,0 + 13,0 + 9,0 = 62,0 \text{ с}$$

Очевидно, що розрахункова тривалість зрізання дерева не відповідає нормативній в 120с для рівнинних умов, а тому під час розрахунку продуктивності за основу приймемо нормативну тривалість процесу:

$$\Pi = \frac{T \cdot C_t \cdot q_{cm}}{t} = \frac{28800 \cdot 0,28 \cdot 0,7}{120,0} = 47,1 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

Розрахункову продуктивність інструменту «STIHL MS –362», що застосовуватиметься для зрізання гілок із зрізаних на лісосіці дерев, можна визначити за формулою:

$$\Pi = \frac{T \cdot C_1 \cdot \Pi_{II} \cdot q_{cm}}{f}, \text{ м}^3 / \text{зм}$$

де C_1 – коефіцієнт використання інструменту на корисну роботу протягом робочої зміни за умови зрізання гілок на лісосіці;

f – площа загального зрізу гілок на одному стовбурі дерева домінуючої в насадженні породи, м².

$$\Pi = \frac{T \cdot C_1 \cdot \Pi_{II} \cdot q_{cm}}{f} = \frac{28800 \cdot 0,1 \cdot 0,01 \cdot 0,7}{0,16} = 126,0 \text{ м}^3$$

У випадку трелювання деревини у вигляді стовбурів, їх розкрязування виконуватиметься на верхньому складі також бензопилою «STIHL MS –362». Врахуємо, що розкрязувальник входить до складу комплексної бригади з розробки лісосіки. Розрахункова продуктивність інструменту на зазначеній операції, визначатиметься за такою формулою:

$$П_{зм} = \frac{T \cdot C_1 \cdot q_{см}}{T_u},$$

T_u – розрахункова тривалість циклу розкрязування стовбура на верхньому складі лісосіки, с.

$$T_u = \frac{0,8 \cdot n \cdot \pi \cdot d_{ср}^2}{4 \Pi_{ч.р}},$$

де n – кількість пропилів, які необхідно виконати щоб отримати сортименти із стовбура встановленої довжини;

$d_{ср}$ – середньозважена висотта пропилу, при розкрязуванні стовбура і його торцюванні, м.

$$T_u = \frac{0,8 \cdot 6,0 \cdot 3,14 \cdot 0,2^2}{4 \cdot 0,012} \approx 15,0 \text{ с}$$

Розрахункове значення циклу відповідає більш ідеальним умовам яких немає в реальних умовах лісосіки тому, його значення слід збільшити під час розрахунку продуктивності.

$$П_{зм} = \frac{28800 \cdot 0,3 \cdot 0,7}{90,0} = 67,2 \text{ м}^3 / \text{зм}.$$

Якщо деревину трелюватимуть стовбурами, то на лісосіці комплексно, бензопилою «STIHL MS –362» виконуватимуться операції зрізання дерев і зрізання гілок, а комплексна продуктивність виражатиметься як:

$$П_K = \frac{П_{зв} \cdot П_{зр}}{П_{зв} + П_{зр}}, \text{ м}^3 / \text{зм}.$$

$$П'_K = \frac{47,1 \cdot 126,0}{47,1 + 126,0} = 34,3 \text{ м}^3 / \text{зМ}$$

$$П_K = \frac{П_{ЗВ} \cdot П_{ЗР} \cdot П_{кр}}{П_{ЗВ} + П_{ЗР} + П_{кр}}, \text{ м}^3 / \text{зМ}$$

$$П''_K = \frac{47,1 \cdot 126,0 \cdot 56,0}{47,1 \cdot 126 + 126,0 \cdot 56 + 47,1 \cdot 56,0} = 21,3 \text{ м}^3 / \text{зМ}$$

Виробничі умови Львівського надлісництва, дозволяють більшу частину планових рубок головного користування, виконувати з використанням системи машин у складі харвестер+форвардер. Для проектних розрахунків необхідно встановити розрахункову продуктивність харвестера **John Deere 1270D**.

$$П_{год} = \frac{(T - t_{н.з}) \cdot C_t \cdot q_{см}}{T_{ц}}$$

де $t_{н.з}$ – час на підготовку техніки до роботи, включно із щоденним технічним оглядом, с;

C_t – коефіцієнт раціонального використання тривалості робочої зміни на корисну роботу машини;

$q_{см}$ – середній об'єм стовбура, який приймається із таксаційних даних лісового насадження на площі лісосіки, м³;

$T_{ц}$ – тривалість виконання технологічного циклу зрізання і обробки дерева до вигляду готової продукції, с.

$$T_{ц} = t_n + t_{зв} + t_{пр} + t_{р.с} + t'_{пер},$$

де t_n – операційний час наведення робочого обладнання на дерево з подальшим коректуванням положення, с;

$t_{зв}$ – тривалість роботи механізму під час повалу дерева, с;

$t_{пр}$ – тривалість роботи гілкорізного механізму технологічного обладнання машини до отримання стовбура, с;

$t_{p.c.}$ – загальний час чистої роботи механізму пиляння харвестера до перетворення стовбура на готову продукцію, с;

$t'_{пер.}$ – питома тривалість технологічних переїздів харвестера, що приходиться на одне дерево, с.

$$t_{зв} = t_{зр} + t_{над.},$$

де $t_{зр}$ – тривалість чистої роботи механізму пиляння щоб зрізати дерево;

$t_{над}$ – емпіричне значення часу падіння дерева, с

$$t_{зр} = \frac{\pi \cdot d_{ср}^2}{4 \cdot П_{ч.р.}},$$

де $d_{ср}$ – діаметр перерізу стовбура в місці розміщення пиляльного апарату харвестера, м;

$П_{ч.р.}$ – значення продуктивності чистого пиляння ланцюгового пиляльного апарату харвестера, м²/с.

$$t_{зр} = \frac{3,14 \cdot 30^2}{4 \cdot 350} \approx 3 \text{ с}, \quad t_{зв} = 3 + 4 = 7 \text{ с}$$

$$t_{np} = \frac{l_{\partial}}{v_{np}}, \quad t_{np} = \frac{20}{4,5} \approx 5 \text{ с}$$

де l_{∂} – середня довжина стовбура дерев, які обробляють на площі, м;

v_{np} – швидкість переміщення стовбура під час очищення гілок, м/с.

$$t_{p.c} = \frac{\pi \cdot d_{ср}^2}{4 \cdot П_{ч.р.}} \cdot \frac{l_{cm}}{l_c},$$

де $d_{ср}$ – середньозважена висота пропилу внаслідок розробки стовбура на готову прродукцію, см;

l_{cm} – довжина стовбурів, що розкрязовуються на готову продукцію, см;

l_c – довжина сортиментів, що представляють готову продукцію після кряжування стовбурів, см.

$$t_{p.c} = \frac{3,14 \cdot 24^2}{4 \cdot 350} \cdot \frac{2000}{500} \approx 5 \text{ с}$$

$$t'_{nep} = \frac{t_{nep}}{n_d}, \quad t_{nep} = \frac{L}{v}, \quad t_{nep} = \frac{10}{1,4} \approx 8 \text{ с}, \quad t'_{nep} = \frac{8}{5} \approx 2 \text{ с}$$

де $t_{пер}$ – робоча швидкість переміщення харвестера в умовах лісосіки в процесі основного технологічного процесу, с;

n_d – кількість дерев, що потрапляють в робочу зону технологічного обладнання харвестера на одній робочій стоянці, шт.;

L – відстань між робочими стоянками харвестера в межах лісосіки, м;

v – транспортна швидкість переміщення харвестера лісосікою, підготовленим шляхом, м/с.

Окремі тривалості технологічних операцій зрізання і обробки дерева, слід відкорегувати для отримання більш реального результату, тоді:

$$T_{ц} = 13 + 17 + 21 + 15 + 12 = 78 \text{ с},$$

$$\Pi_{з.м.} = \frac{(28800 - 2400) \cdot 0,75 \cdot 0,7}{78,0} = 177,7 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Для визначення розрахункової продуктивності форвардера **John Deere 810E**, доцільно скористатися відповідною формулою:

$$\Pi_{год} = \frac{(T - t_{н.з.}) \cdot C_t \cdot Q_n}{T_{ц}}$$

де Q_n – об'єм круглих лісоматеріалів, що транспортує машина в певних умовах лісосіки підготовленими шляхами, м³;

$T_{ц}$ – тривалість робочого циклу машини, включно із набором готової продукції та її розвантаженням і укладанням, с.

$$T_{ц} = t_1 \frac{Q}{q_c} + t_2 + t_3 + t_4 \frac{Q}{q_c} + t_5 + t_6,$$

де t_1 – емпіричний час роботи маніпулятора на переміщення і вкладання одиниці продукції на платформу форвардера, с;

q_c – об'єм одиниці продукції, що утворюється внаслідок роботи харвестера, м³;

t_2 – середня тривалість на здолання середньої технологічної відстані форвардером в завантаженому стані, с;

t_3 – час маневрування форвардера та його розвороту під розвантаження та укладання готової продукції, с;

t_4 – емпіричний час на переміщення і укладання одиниці продукції із вантажної платформи форвардере, с;

t_5 – середньозважений технологічний час руху форвардера між місцем розвантаження деревини і місцем її набору, с;

t_6 – тривалість технологічних маневрів форвардера в процесі його завантаження на площі лісосіки, с.

$$t_2 = \frac{l_{cp}}{v_b}; \quad t_5 = \frac{l_{cp}}{v_x}.$$

де l_{cp} – середньозважена робоча відстань руху форвардера, виходячи із схеми прокладання шляхів лісосікою та технології роботи харвестера, м;

v_x, v_b – робоча швидкість форвардера трелювальними шляхами без вантажу та в повністю завантаженому стані, м/с.

$$t_2 = \frac{280}{2,0} = 140c; \quad t_5 = \frac{280}{4,0} = 70c$$

$$T_y = 13 \cdot \frac{10,0}{0,18} + 140 + 50 + 13 \cdot \frac{10,0}{0,18} + 50,0 + 70 = 1755,0c$$

$$П_{зм} = \frac{(28800 - 2400) \cdot 0,75 \cdot 10,0}{1755,0} = 112,8 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Не всі площі відведені в рубку головного користування можуть бути доступними до застосування як харвестерів так і формардерів, першочергово тому, що є значні площі з вологою або перезволоженою місцевістю. В таких умовах пропонується система машин бензопила «STIHL MS - 262»+колісний

трелювальний трактор ЛКТ-82 з лебідкою, розрахункову продуктивність останнього, можна розрахувати:

$$P_{зм} = \frac{(T - t_{nz}) \cdot C_t \cdot Q}{\sum t}, \text{ м}^3,$$

$$\sum t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \text{ с},$$

де Q – корисне робоче навантаження на трактор під час трелювання стовбурів відземками вперед, м³;

t_{nz} – час на огляд та підготовку трактора та його обладнання до роботи перед її початком, с;

C_t – коефіцієнт використання змінного робочого часу безпосереднє здійснення технологічного процесу;

t_1, t_2 – загальна тривалість переміщення трелювального трактора лісосікою в транспортному стані та у вантажному стані за один цикл переміщення пакету деревини, с;

t_3 – тривалість технологічної операції з набору та формування пакету деревини із стовбурів, с;

t_4 – час на відєднання чокерного оснащення та розвантаження пачки деревини у вигляді стовбурів, с.

$$t_1 = \frac{l_{cep}}{V_x}, \text{ с}, \quad t_2 = \frac{l_{cep}}{V_p}, \text{ с},$$

де l_{cep} – середньозважена відстань ефективної роботи трелювального трактора на лісосіці рубок головного користування, виходячи із розміщення на площі трелювальних шляхів, м;

V_x, V_p – робочі швидкості трелювального трактора, які він розвиває під час переміщення трелювальними шляхами переміщуючись в транспортному та завантаженому станах, м/с.

Для роботи трелювального трактора в рівних умовах, найчастіше використовується паралельна схема прокладання трелювальних шляхів, середня відстань трелювання для якої буде:

$$l_{cep} = (k_1 \cdot L + k_2 \cdot B) \cdot k_0, м,$$

де k_1, k_2 – поправочні коефіцієнти, які враховують паралельну схему прокладання трелювальних волоків на площі відведених в рубку;

L, B – геометричні розміри площі лісосіки, прийняті з врахуванням типу трелювальної техніки, способу трелювання та умов, м;

k_0 – коефіцієнт видовження трелювального шляху на місцевості під дією умов рельєфу, $k_0 = 1,05 \dots 1,25$;

$$l_{cep} = (k_1 L + k_2 B) \cdot k_0 = (0,25 \cdot 350 + 0,25 \cdot 150) \cdot 1,25 = 156,3 м$$

$$t_1 = \frac{l_{cep}}{V_x} = \frac{156,3}{2,2} \approx 72,0 с \quad t_2 = \frac{l_{cep}}{V_p} = \frac{156,3}{1,82} \approx 86,0 с$$

На основі даних про технічні можливості трелювального трактора ЛКТ-82, та враховуючи досить складні умови на зволоженій або перезволоженій місцевості, приходимо до висновку, що навантаження на трактор під час робочого рейсу слід обмежити до $7,0 м^3$, а кількість стовбурів в пакеті тоді буде

$$n = \frac{7,0}{0,7} \approx 10,0 шт.$$

На основі отриманого значення, розрахуємо час для набору та формування пачки стовбурів і час відчеплення пачки стовбурів під час роботи трактора в режимі чокерного варіанту:

$$t_3 = 60 \left(a_4 + b_4 n + \frac{175 \cdot Q}{A} \right), с,$$

$$t_4 = 60 (a_0 + b_0 n + 0,5 Q), с,$$

де A – запас деревини на лісосіці головних рубок, що підлягає трелюванню, $м^3/га$;

a_4, b_4, a_0, b_0 – поправочні емпіричні коефіцієнти для корелювання часу формування пакету деревини із стовбурів та відчеплення і розвантаження.

$$t_3 = 60 \cdot (4,4 + 0,4 \cdot 10,0 + \frac{175 \cdot 7,0}{140,0}) \approx 1030,0c$$

$$t_4 = 60 \cdot (0,6 + 0,06 \cdot 10,0 + 0,5 \cdot 7,0) \approx 285,0c.$$

Розрахункова продуктивність колісного трелювального трактора ЛКТ-82 у чкрерному варіанті під час трелювання стовбурів відземковою їх частиною вперед, матиме таке значення:

$$P_{зм} = \frac{(T - t_{nz}) \cdot C_t \cdot Q}{\sum t_i} = \frac{(28800 - 2400) \cdot 0,8 \cdot 7,0}{72 + 86 + 1350,0 + 285,0} = 82,5 m^3 / зм.$$

Таблиця 2.1 – Відомість розрахункової кількості основних машин і устаткування для рубок головного користування

Назва операцій	Марки машин і обладнання	Змін. завдання, м ³	Змін. продуктивність, м ³	К-сть робітників на 1 мех. чол	Розрахункова к-сть		Прийнята к-сть	
					машин	робітників	машин	робітників
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТРЕЛЮВАННЯ ДЕРЕВИНИ В СОРТИМЕНТАХ								
Звалювання дерев, зрізування гілок, розкрязування стовбурів	John Deere 1270D	185,0	177,7	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0
Трелювання сортиментів	John Deere 810E	185,0	112,8	1,0	1,7	1,7	2,0	2,0
Разом:	–	–	–	–	–	–	3,0	3,0
ТРЕЛЮВАННЯ ДЕРЕВИНИ В СТОВБУРАХ								
Звалювання дерев і зрізання гілок	STIHL MS - 362	169,0	34,3	2,0	4,9	9,85	5,0	10,0
Трелювання стовбурів	LKT-82	169,0	82,5	4,0	2,1	8,2	2,0	8,0
Крязування стовбурів	STIHL MS - 362	169,0	67,2	1,0	2,5	2,5	3,0	3,0
Разом:	-	-	-	-	-	-	10,0	21,0
Всього:	-	-	-	-	-	-	13,0	24,0

2.4 Розрахунок трудовитрат на проведення підготовчих і допоміжних робіт на лісосіках рубок головного користування

З метою ефективного проведення основних лісосічних робіт та створення безпечних умов, виконується комплекс як підготовчих так і допоміжних робіт. Якщо перші виконуються перед початком основних робіт то допоміжні роботи супроводжують всю тривалість основних робіт. Перелік робіт які входять до комплексу, як підготовчих так і допоміжних, залежить від лісоексплуатаційних умов, вибраної системи машин та самої організації робіт на лісосіках. Основні види зазначених робіт подано в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Відомість розрахунку трудовитрат на підготовчі і допоміжні роботи під час рубок головного користування

№	Назва операцій	Одини- ці виміру	Об'єм робіт на лісосіці	Кількість лісосік, шт	Загаль- ний об'єм робіт	Норма виробіт- ку	Потріб- на кількість люд./дн
1	2	3	4	5	6	7	8
Підготовчі роботи							
1	Розмітка меж пасік і волоків	км.	3,5	62,0	217,0	2,3	94,4
2	Підготовка магістральних трельовальних волоків	км	0,5	62,0	31,0	0,06	516,7
3	Будівництво навантаж. пункту	шт	1,0	62,0	62,0	0,25	248,0
4	Підготовка лісосіки до механізованої заготівлі	га	5,0	62,0	310,0	1,8	172,2
Разом:		-	-	-	-	-	1031,3
Допоміжні роботи							
1	Заточування і правка інструмент.	л.дн./тис.м ³	1,4	62,0	86,8	3,0	260,4
2	Перебазування бригад на нову лісосіку	- / -	1,4	62,0	86,8	3,5	303,8
3	Доставка робітників до місця роботи	люд.дн.	-	-	250,0	1,0	250,0
4	Доставка ПММ	- /-	-	-	250,0	1,0	250,0

Продовження таблиці 2.2							
1	2	3	4	5	6	7	8
5	Охорона обладнання	- / -	-	-	-	-	845,0
6	Утримання і ремонт машин і обладнання: – John Deere 1270D – John Deere 810E	л.дн./тис.м ³ -//- -//-	1,4 1,4	62,0 62,0	86,8 86,8	15,0 15,0	1302,0 1302,0
Разом:		-	-	-	-	-	4513,2
Всього:		-	-	-	-	-	5544,5

Роботи з підготовки лісосік до освоєння виконуватимуться силами бригад, які розроблятимуть лісосіки, зазвичай паралельно із основними роботами на лісосіках та із залученням техніки і засобів рекомендованих до виконання основних робіт.

Для забезпечення основного процесу лісосічних робіт будуть залучені відповідні підрозділи Львівського надлісництва, зокрема транспортний підрозділ та підрозділ технічного забезпечення.

2.5 Вимоги охорони праці, захисту довкілля та безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпекова складова організації робіт на лісосіках рубок головного користування закладається ще на етапі розробки проекту технології виконання лісосічних робіт. Зокрема враховуються лісоексплуатаційні умови та технічні дані машин і обладнання, яке використовується в зазначеному процесі. Детальні інструкції безпечного виконання окремих технологічних операцій із застосуванням певних технічних засобів, висвітлені у відповідних документах з охорони праці і техніки безпеки із змістом яких ознайомлюють працівників під час виконання вступного інструктажу з техніки безпеки та інструктажу на робочому місці в конкретних умовах.

Під час роботи на лісосіці багатоопераційної машини, такої як харвестер, першочергово слід дотримуватися встановленої зони безпеки.

Роботи слід виконувати з сприятливих погодних умов, а експлуатувати таку техніку слід у відповідних умовах з врахуванням певних обмежень різного характеру, які встановлюються виробником. В першу чергу, маса предмету праці має відповідати технічним можливостям машини, а її застосування виключно за призначенням.

Експлуатація такої техніки дозволяється робітникам з відповідною підготовкою, розрядом кваліфікації та станом здоров'я. Технічне обслуговування та ремонти мають виконуватися підготовленим персоналом відповідної кваліфікації із застосуванням рекомендованих робітником матеріалів та запасних частин. Зазначені вимоги стосуються і інших зразків техніки, зокрема форвардерів.

В технологічному плані, роботи на лісосіці мають виконуватися із дотриманням безпечної відстані між суміжними технологічними операціями, передбаченою послідовністю виконання операцій та місцем їх проведення. Для позначення небезпечних зон мають використовуватися відповідні знаки та стрічки. Працівники задіяні на лісосічних роботах, мають забезпечуватися повною мірою, спеціальним робочим одягом та взуттям, засобами індивідуального захисту та допоміжними інструментами і обладнанням.

2.5.1. Заходи зменшення негативного впливу на довкілля

Приоритетним завданням організації лісосічних робіт є забезпечення високого рівня їх екологічності та максимального збереження лісового середовища. Основними напрямками реалізації такого завдання є зменшення руйнування ґрунту, рослинності та природних об'єктів, які є на площі лісосіки, зменшення забруднення водних об'єктів та зниження рівня шкідливих викидів в атмосферу в результаті роботи двигунів внутрішнього згорання.

Зменшення руйнувань опорної поверхні можна досягнути комплексом заходів технічного і технологічного характеру. Зокрема, використання широко профільних шин низького тиску, а в окремих випадках з поєднанням еластичних знімних гусениць, суттєво зменшить колієутворення та глибоке

руйнування ґрунту в місці проїзду техніки. Виконання набору пакету деревини без заїзду на площу лісосіки та рух техніки по спеціально підготовлених шляхах, також дасть позитивні результати в плані зменшення загальної площі руйнувань лісових ґрунтів.

Зменшення рівня шкідливих викидів в атмосферу можна добитися як шляхом використання високоякісного пального на рослинній основі, так і шляхом встановлення додаткових пристосувань для очищення вихлопних газів. Для уникнення безпосереднього забруднення ґрунту і водних потоків, слід уникати руху техніки водними об'єктами, запобігати протіканню паливно мастильних матеріалів та уникати ремонтів техніки безпосередньо у лісі.

Під час планування та проведення лісосічних робіт, слід зважати на період тиші для лісової фауни та період вегетації лісової кущової і деревної рослинності. В такі періоди, безпосереднє втручання в лісове середовище шляхом проведення робіт із заготівлю деревини, має бути мінімальним або роботи мають взагалі припинятися.

2.6. Зведені проектні показники організації основних робіт на рубках головного користування у Львівському надлісництві

Отримані результати проектування основних лісосічних робіт, максимально відображають реальну ситуацію в господарстві та дозволяють прогнозувати наслідки впровадження проекту в життя.

Таблиця 2.3 – Загальні проектні показники удосконалення рубок головного користування в умовах Львівського надлісництва

№ п/п	Назва показника	Одиниці виміру	Величина показника
1	2	3	4
1.	Річний об'єм заготівлі деревини	м ³	88500,0
2.	Запас лісу на 1 га:	м ³ /га	285,0
3.	Середній об'єм стовбура	м ³	0,7...075
4.	Змінний об'єм заготівлі деревини	м ³ /зм	354,0
5.	Чисельність робітників на основних лісосічних роботах	чоловік	24,0

Продовження таблиці 2.3			
1	2	3	4
6.	Комплексний виробіток на одного робітника в зміну	м ³ /робітн.	14,75
7.	Кількість комплексних бригад	од.	3,0
8.	Кількість лісосік	од.	62,0
9.	Склад насадження	-	6С3Бк1Д+Гр+Вл
10.	Степінь механізації робіт	%	71,0
11.	Енергоозброєність одного робітника	кВт/робітн.	9,7

3. РОЗРОБЛЕННЯ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПРОМІЖНОГО ЛІСОВОГО СКЛАДУ

3.1. Переваги використання мобільного устаткування для проміжного лісового складу

Докорінні зміни в організації лісозаготівельного процесу вплинули і на його матеріально-технічне забезпечення. Технологічний процес сучасних лісових господарств, що займаються заготівлею деревної сировини, побудований на технології вивезення деревини з лісосіки безпосередньо споживачеві оминаючи нижній лісовий склад. Така технологія має цілий ряд суттєвих переваг, особливо для господарств із невеликими об'ємами заготівлі.

Серед зазначених переваг, слід виділити уникнення витрат на утримання і експлуатацію дорогого вартісного нижньоскладського устаткування; уникнення додаткових транспортних витрат на перевезення деревини спочатку на нижній склад, а потім з нього споживачеві; скорочення подвійних витрат на навантажувально-розвантажувальні роботи та ін. Внаслідок цього, певні технологічні операції було перенесено на лісосіку, зокрема, кряжування стовбурів на сортименти чи іншу круглу лісопродукцію і тимчасове зберігання деревини (рис.3.1) перед відправкою сподивачеві. Для короткотермінового зберігання деревини, почали влаштовувати проміжні лісові склади.



Рисунок 3.1 – Устаткування проміжного складу

Таким чином, розкряжування стовбурів виконується безпосередньо на лісосіці, після чого, лісоматеріали трелюють на проміжний склад де виконується їх попереднє сортування та вкладання в штабелі для короткотермінового зберігання перед відвантаженням споживачам. Такі склади влаштовують на спеціально вибраних і підготовлених для цього площадках поблизу лісової автомобільної дороги.

Основним стаціонарним устаткуванням проміжного лісового складу є конструкції, виготовлені в основному із дерева, що забезпечують можливість вкладання коротких круглих лісоматеріалів у штабелі. Зважаючи на відносно короткий термін експлуатації проміжного складу, дещо більше часу освоєння лісосіки або найближчих лісосік, такі конструкції приходиться досить часто монтувати і демонтувати, що призводить до досить швидкого зношення та руйнування окремих дерев'яних елементів. Крім того, дерев'яна конструкція піддається руйнуючому впливу мікроорганізмів та деревних шкідників, що також прискорює її виведення із експлуатації.

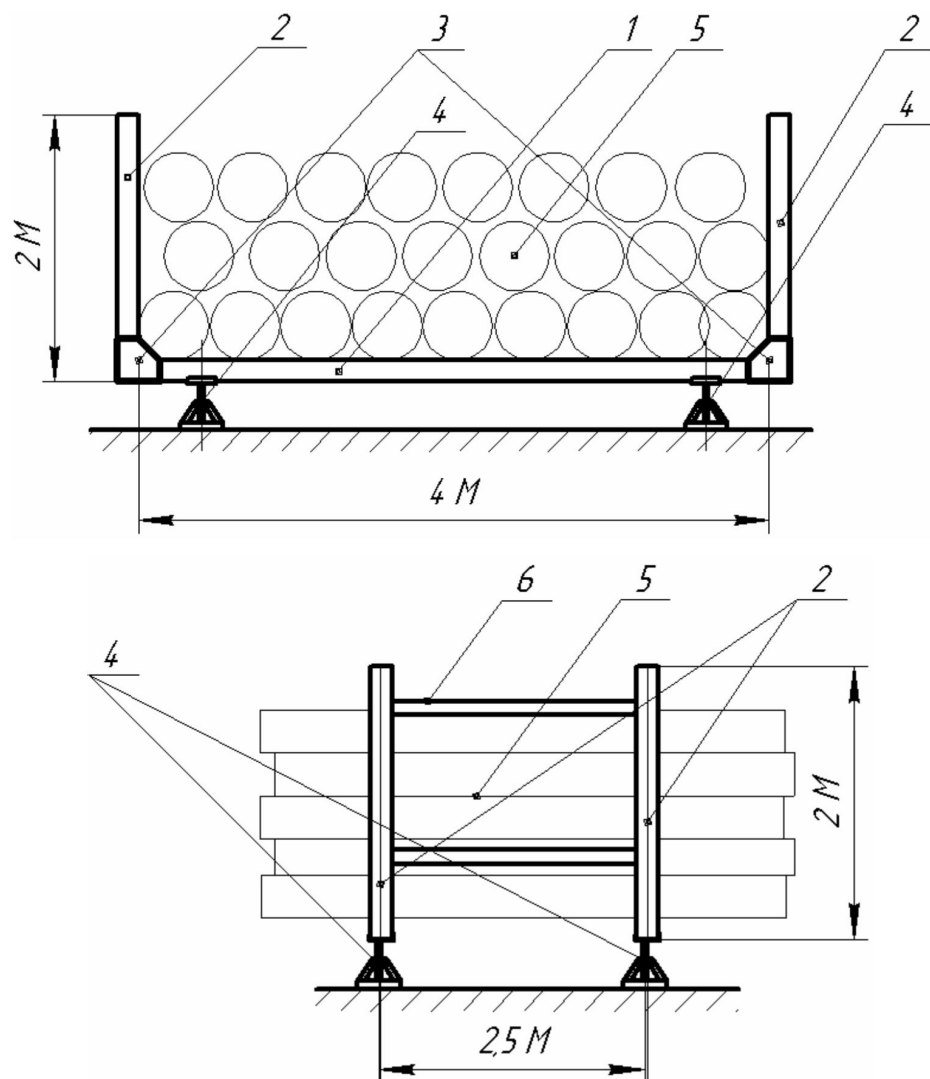
Зазначену проблему можна доволі ефективно вирішити шляхом використання аналогічних конструкцій виготовлених із металу. До того ж металева конструкція дозволить реалізувати певні конструкторські рішення для підвищення її функціональності, мобільності та зручності виконання монтажних-демонтажних робіт. Зважаючи на простоту, таке устаткування можна виготовляти із використанням найпростішого металообробного устаткування не обов'язково стаціонарного.

3.2. Обґрунтування загальних геометричних розмірів основних збірних елементів конструкції

Встановлення загальних геометричних розмірів конструкції необхідне для виконання більш детальних розрахунків з проектування устаткування. Отже, устаткування технологічного характеру, головним чином прив'язане до предмету праці, а саме головних його параметрів таких як геометричні розміри та маса. Виходячи з цього, приходимо до висновку, що предметом

праці будуть круглі лісоматеріали сформовані в пачку певного об'єму. Таким чином, слід враховувати, як розмір одного лісоматеріалу і його масу, так і масово-геометричну характеристику пакету лісоматеріалів.

Геометричні параметри устаткування, прийматимемо з врахуванням геометричної характеристики найбільш поширених груп круглих лісоматеріалів, які продукуються на лісосіці. Виходячи з цього, діапазон довжин лісоматеріалів в даному випадку буде 3,0.....5,0м. Виходячи з цього, устаткування для складування лісоматеріалів, повинне мати відповідні до цього розміри (рис.3.2).



1 – поздовжня підкладка; 2 – опорні стійки; 3 – фіксуючі пластини; 4 – гвинтові домкрати; 5 – пакет лісоматеріалів; 6 – з'єднувальні поперечини

Рисунок 3.2 – Геометричні розміри однієї секції устаткування

Довжину однієї секції конструкції доцільно прийняти не більше 4м, виходячи з умов необхідності транспортування її елементів. Висоту укладання лісоматеріалів слід обмежити висотою 2м, тому такою і буде висота опорних стійок конструкції, відстань між стійками для прийнятої довжини лісоматеріалів варто прийняти 2,5м. Такою буде і відстань між підкладками конструкції. Стосовно умов застосування даного устаткування, то виходимо з того, що його будуть встановлювати на площадці без попередньої її підготовки.

3.3. Розрахунок та проектування збірних елементів конструкції

3.3.1 Силовий аналіз конструкції

Силовий аналіз конструкції виконуватимемо з врахування функціонального призначення устаткування, яким є утримання певного об'єму круглих лісоматеріалів. Виходячи з цього, припускаємо, що конструкція секції устаткування є повністю заповнена лісоматеріалами довжиною 4м твердолистяних порід дерев (рис.3.3). Тобто, розглядаємо варіант найбільш критичних умов роботи конструкції.

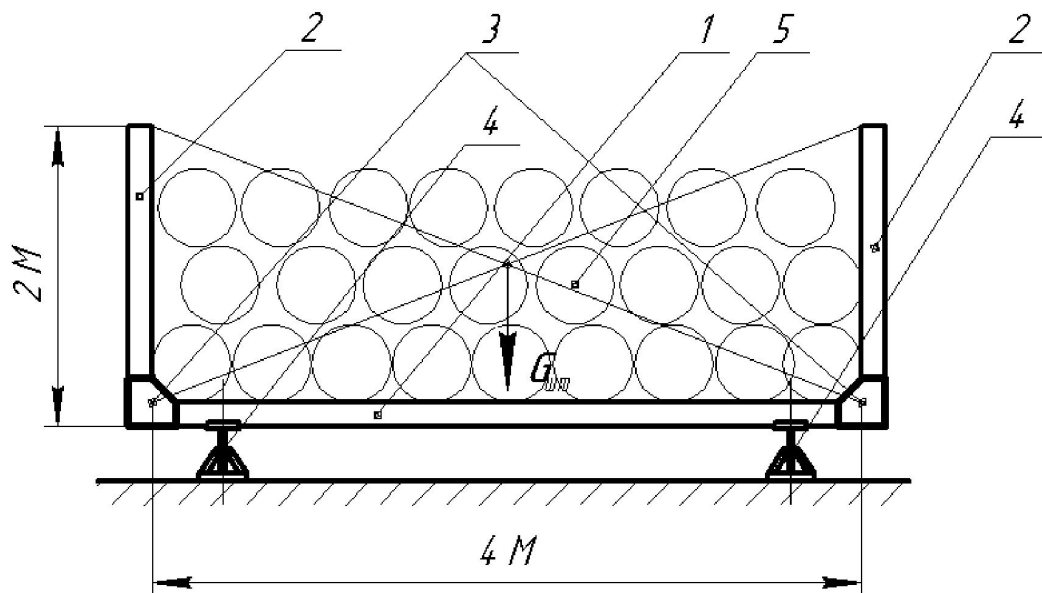


Рисунок 3.3 – Розрахункова конструкції секції устаткування

Враховуючи форму та розміри секції устаткування, можна розрахувати максимальний об'єм деревини, яку можна розмістити в ній:

$$V=l \cdot b \cdot h \cdot k$$

де l – конструктивна довжина секції, м;

b – прийнята довжина лісоматеріалів, м;

h – висота опорної стійки секції, м;

k – коефіцієнт, що враховує щільність укладання лісоматеріалів у секції, який приймаємо як для щільного штабеля 0,7.

$$V=4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 0,7=22,4 \text{ м}^3$$

Технологічна сила, що діятиме на поздовжню підкладку та інші елементи конструкції, відповідатиме вазі деревини і визначатиметься як:

$$G_{ум} = m_{ум} \cdot g,$$

де $m_{ум}$ – маса деревини у секції устаткування, кг;

$$m_{ум} = V \cdot \rho_{\delta},$$

де ρ_{δ} – питома щільність деревини, 800 кг/м³

$$m_{ум} = 22,4 \cdot 800 = 17920 \text{ кг}$$

$$G_{ум} = 17920 \cdot 9,81 = 175795,2 \text{ Н} \approx 176 \text{ кН}$$

Аналізуючи розрахункову схему, подану на рисунку 3.2, приходимо до висновку, що найбільш завантаженим елементом конструкції буде поздовжня підкладка 1, виконана у вигляді балки. Також слід врахувати, що пакет деревини опиратиметься на дві такі підкладки, тобто, загальна сила, що виникатиме від маси деревини в секції розподілятиметься на дві підкладки і матиме значення:

$$G_1 = G_{ум} / 2 = 175795,2 / 2 = 87897,6 \text{ Н} \approx 88 \text{ кН}$$

3.3.2. Розрахунок поздовжньої підкладки секції конструкції

Для вираження розрахункової схеми навантаження на поздовжню підкладку 1 конструкції секції, враховуємо характер дії сили і конструктивні особливості секції. Очевидно, що поздовжню підкладку слід розглядати, як

балку на двох опорах, яка рівномірно завантажена розподіленим навантаженням по всій її довжині (рис.3.4).

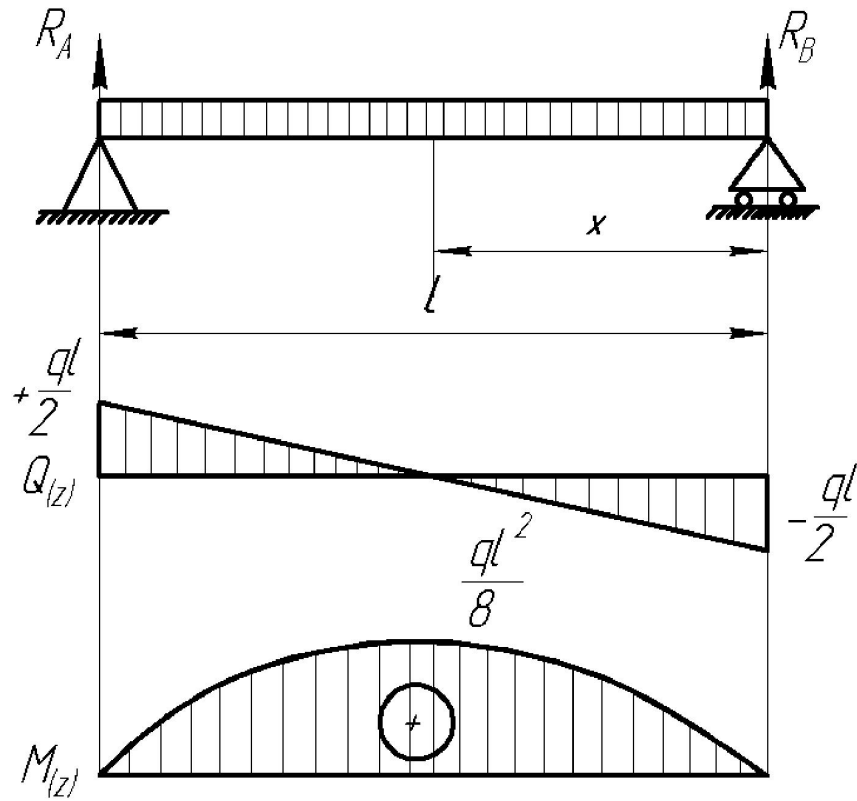


Рисунок 3.4 – Розрахункова схема поздовжньої підкладки секції

Опорні реакції в точках закріплення поздовжньої підкладки будуть:

$$R_A = R_B = \frac{q \cdot l}{2}$$

$$G_1 = q \cdot l = 88 \text{ kH}, \quad q = \frac{G_1}{l} = \frac{88}{4} = 22,0 \text{ H}$$

$$R_A = R_B = \frac{22 \cdot 4}{2} = 44 \text{ kH}$$

В кожній з двох поздовжніх підкладок, при повному завантаженні секції, виникатиме максимальний згинаючий момент, який можна виразити:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{8},$$

де q – величина розподіленого навантаження від маси деревини в секції, кН/м;

l – загальна довжина поздовжньої підкладки, м.

$$M_{\max} = \frac{22 \cdot 4^2}{8} = 44,0 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Для перевірки міцності даного елемента конструкції у відповідності до умов його роботи, запишемо умову міцності:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma] \pm 5\%,$$

де W_x – момент поперечного січення поздовжньої підкладки секції, см³.

Аналізуючи умови роботи конструкції устаткування, приходимо до висновку, що поздовжні підкладки доцільно виготовляти порожнистими. Для цього використаємо прокатну сталь у вигляді швелера з границею міцності матеріалу для Сталь 45 за ГОСТ 4567–78, $[\sigma] = 160 \cdot 10^6$ Па.

Щоб підібрати відповідний швелер з потрібними геометричними розмірами його січення, використаємо вираз моменту для швелера:

$$W_x \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]},$$

$$W_x \geq \frac{44,0 \cdot 10^3}{160 \cdot 10^6} = 275,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 275,0 \text{ см}^3$$

Для підбору марки швелера, врахуємо те, що поздовжня підкладка в поперечному січенні складатиметься із двох відповідним чином зварених швелерів, як показано на рисунку 3.5. Тоді, для забезпечення отриманого значення моменту опору січення виберемо швелер №20 з $W_x = 152$ см³ згідно з ГОСТ 8240-72.

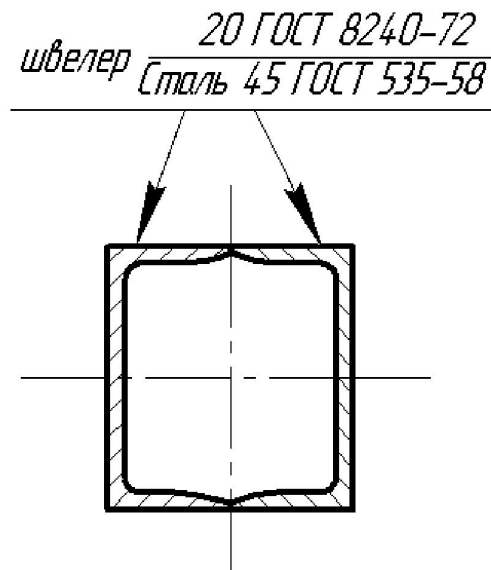


Рисунок 3.5 – Вигляд поперечного перерізу поздовжньої підкладки

Отже, із врахуванням конструкції поздовжньої підкладки секції, яка є двох швелерною, виготовленою із швелерів №20, перевіримо її міцність використовуючи вище приведений вираз:

$$\sigma = \frac{44 \cdot 10^3}{152 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} = 145 \text{ МПа} \leq 160 \text{ МПа}$$

Результати розрахунку міцності показують, що даний опорний елемент конструкції секції устаткування володітиме достатньою міцністю для зазначених умов експлуатації.

Ще одними важливими збірними елементами конструкції устаткування є опорні стійки, яких в одній секції має бути 4-ри. Їх також доцільно виготовляти із прокатної сталі, а саме із швелера певного номеру. Враховуючи конструкцію секції устаткування в цілому, приходимо до висновку, що опорні стійки секції слід виготовити такого ж швелера, як і поздовжню підкладку.

3.3.3 Розрахунок кріпильних елементів опорних стійок секції

Виходячи з того, що проектуване устаткування буде мобільним, тобто при зміні місця його використання, його потрібно демонтувати, а потім знову монтувати на новому місці, доцільно виготовляти конструкцію розбірною.

Таким чином, збірні елементи конструкції секції мають з'єднуватися між собою з використанням кріпильних елементів. Очевидно, що найбільш важливими кріпильними вузлами будуть ті, де виникатимуть великі моменти сил, до прикладу, місця кріплення опорних стійок до поздовжніх підкладок. Щоб розрахувати величину моменту сили в такому зєднанні, скористаємося розрахунковою схемою на рисунку 3.6.

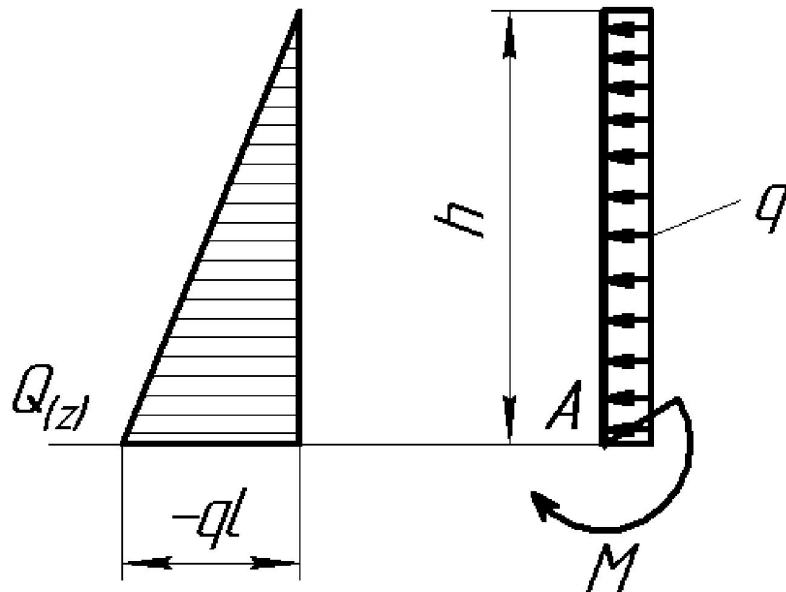


Рисунок 3.6 – Розрахункова схема опорної стійки

Очевидно, що опорна стійка піддаватиметься боковому тиску від пакету лісоматеріалів, що розміщується в секції. Судячи із характеру навантаження, це буде дія нерівномірно розосередженої сили. Її максимальний момент буде виникати приблизно на половині висоти опорної стійки:

$$P = q \cdot l = 22 \cdot 2 = 44 \text{ кН.}$$

Кріпитися опорна стійка буде до поздовжньої підкладки за допомогою кріпильних елементів у вигляді болків або пальців певного діаметру. Зважаючи на характер дії сили на з'єднувальний вузол, кріпильні елементи піддаватимуться дії зрізаючої сили. Тому, під для розрахунку міцності болтового чи пальцевого кріплення опорної стійки, запишемо відповідну умову міцності:

$$\tau_{zp} = \frac{P}{n \cdot F} \leq [\tau_{zp}],$$

де F – площа кріпильного елемента, болта або пальця, м²;

Для поперечного січення кріпильного елемента у вигляді круга, його площу можна виразити формулою:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4},$$

де d – діаметр кріпильного елемента, що піддається зрізу, м.

n – загальна кількість кріпильних елементів, що піддаються зрізанню під час навантаження.

Попередньо прийнявши кількість кріпильних елементів в одному вузлі кріплення, можна розрахувати діаметр одного елемента для забезпечення міцності з'єднання вузла:

$$d = \sqrt{\frac{4P}{[\tau] \cdot \pi \cdot n}}$$

Приймаємо, що матеріалом з яких виготовлені кріпильні елементи є Сталь 45 ГОСТ 535–58 із границею міцності $[\tau_{zp}] = 120$ МПа, тоді отримуємо шуканий діаметр болта чи пальця:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 44 \cdot 10^3}{120 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 2}} = 0,015 \text{ м}$$

Для забезпечення достатнього коефіцієнту запасу міцності, діаметр одиничного кріпильного елемента приймаємо 20мм.

Висновок

Природно-експлуатаційні умови Львівського надлісництва із досить значними об'ємами заготівлі деревини, яка отримується внаслідок виконання руброк головного користування, дозволяють використувувати широкий спектр спеціальної самохідної техніки. В проекті основних лісосічних робіт для умов даного господарства, запропоновані сучасні системи машин, які відповідають найбільш характерним локальним лісоексплуатаційним умовам ведення рубок.

Запроновані в роботі технології освоєння лісосік рубок головного користування, покликані підвищити екологічність процесу, забезпечити максимальне збереження умов для природного відновлення лісу та дотримання лісівничих вимог. Крім того, одним із головних акцентів, бул забезпечення максимального рівня механізації робіт, зокрема під час виконання таких важких і небезпечних операцій як зрізання дерев трелювання деревини. З цією метою в системи машин включені сучасні багатоопераційні машини такі як харвестер і форовардер.

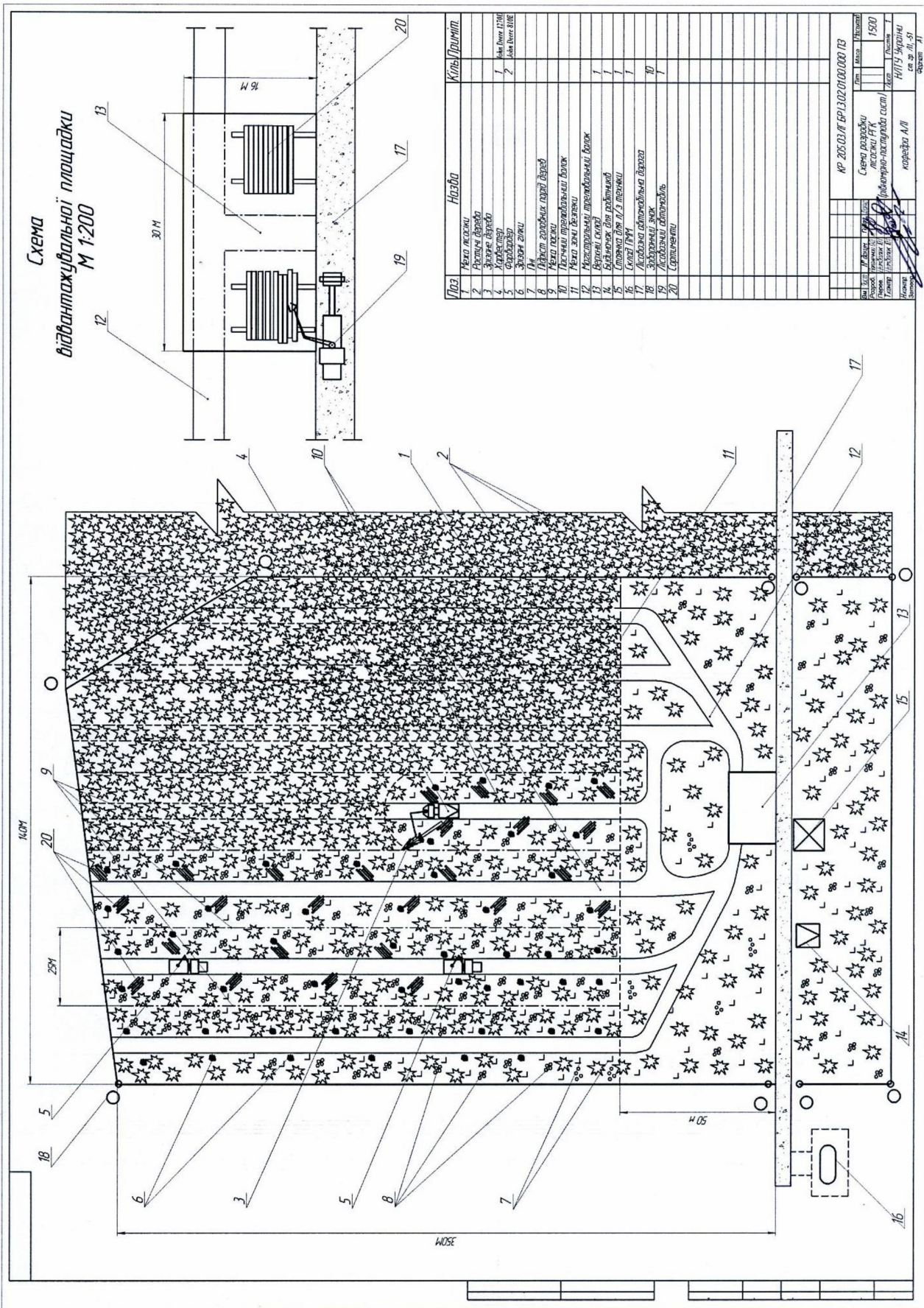
Запропонований в роботі підхід до реорганізації рубок головного користування буде корисний для підприємств лісового господарства, зважаючи на динаміку розвитку лісозаготівельного виробництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Термена Б. К. Лісознавство з основами лісівництва: навч. посібник / Термена Б.К. – Чернівці: Книги – XXI, 2004. – 160 с.
2. Шкіря Тиберій. Технологія і машини лісосічних робіт: підручник / Т. М. Шкіря. – Львів: Тріада плюс, 2003. – 290 с.
3. Генсірук С. А. Ліси західного регіону України / Генсірук С.А., Нижник М.С., Копій Л.І. – Львів, 1998. – 408 с.
4. Литвинчук М. М. Щодо використання на рубках догляду за лісом коней та мінітракторів / М. М. Литвинчук // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук. – техн. праць. – Львів, 1999. – Вип. 9.6 – С. 58–60.
5. Шкіря Т. М. Перспективи сортиментної лісозаготівлі в умовах України / Т. М. Шкіря, Ю. І. Цимбалюк // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук. – техн. праць. – Львів, 2001. – Вип. 11.4 – С. 97–99.
6. Ковальчук Н. П. Аналіз проблем лісозаготівель в Україні / Н. П. Ковальчук // Сільськогосподарські машини: зб. наук. статей. – Луцьк: ЛНТУ, 2013. – Вип. 25 – С. 61–65.
7. Стиранівський Олег. Природоохоронні засади транспортного освоєння гірських лісових територій: монографія / О. А. Стиранівський, Ю. О. Стиранівський– Львів: НЛТУ України, Галицька видавнича спілка, 2010 – 208с.
8. Кудра В. С. Вплив первинного транспорту деревини в горах на лісове середовище / В. С. Кудра, І. Д. Гридчук // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук. – техн. праць. – Львів, 2004. – Вип. 14.3. – С. 285–289.
9. Гром'як Ю. О. Проблеми механізації і машинізації лісозаготівель в умовах ринкової економіки / Ю. О. Гром'як // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук. – техн. праць. – Львів, 1999. – Вип. 9.6 – С. 43–45.
10. Шкіря Т. М. Щодо кінного трелювання деревної сировини в умовах крутосхилих лісосік / Т.М. Шкіря // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук. – техн. праць. – Львів, 1999. – Вип. 9.6 – С. 115–118.

ДОДАТКИ

Схема
відвантажувальної площадки
М 1:200



Поз.	Назва	Кільк.	Приміт.
1	Чесло металеве		
2	Рісточки деревні		
3	Зелені деревні	1	Діа. 10см 1750
4	Дерева старі	2	Діа. 10см 8100
5	Зелені кущі		
6	Зелені кущі		
7	Дерева старі		
8	Дерева старі		
9	Чесло металеве		
10	Підлога цементна		
11	Чесло металеве		
12	Масштабний позначальний знак	1	
13	Вершини кущів	1	
14	Будівля для роботи	1	
15	Словник для д/з техніки	1	
16	Квадрат ПУМ	1	
17	Лісовий обмежувальний знак	10	
18	Зелені кущі	1	
19	Лісовий обмежувальний знак	1	
20	Світлофор		

№ 205.03/М БР 13.02.01.00.000.13

Схема розробки
Лесової П.А.
Інженер-конструктор
Лесової П.А.

Масштаб: 1:200

Дата: 15.05.2013

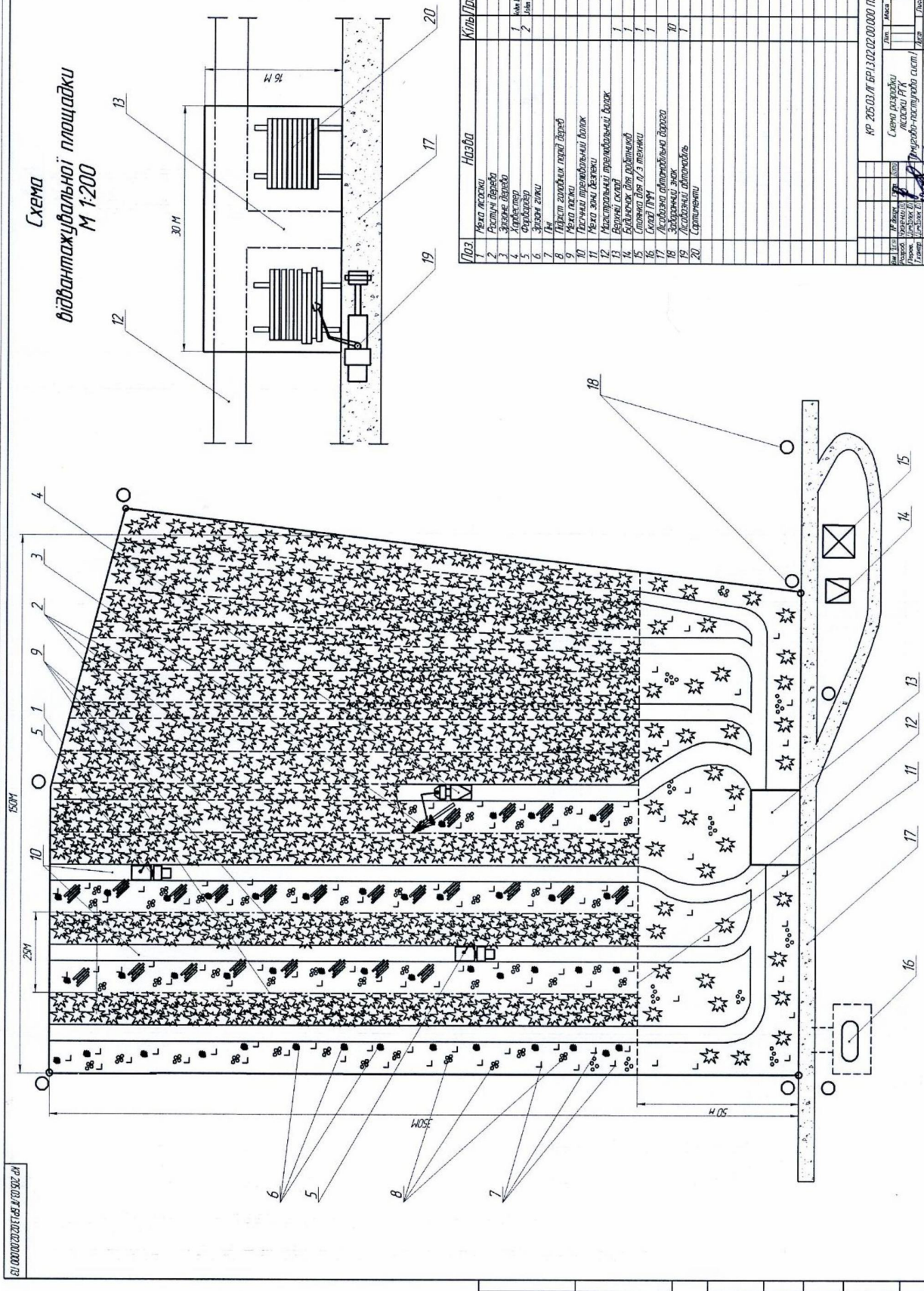
Лист: 1 з 1

Місце: Карпати А/ІІ

Станція: Н/П/У-Україна

Стр. №: 11-51

Схема
відвантажувальної площадки
М 1:200



№п/п	Назва	Кількість	Примітки
1	Часо вимірювач	1	Час вимірювач
2	Роз'їжджувач	2	Час вимірювач
3	З'єднання	2	Час вимірювач
4	Середній	2	Час вимірювач
5	Середній	2	Час вимірювач
6	З'єднання	2	Час вимірювач
7	Час вимірювач	1	Час вимірювач
8	Підстава для вантажів	1	Час вимірювач
9	Час вимірювач	1	Час вимірювач
10	Підстава для вантажів	1	Час вимірювач
11	Час вимірювач	1	Час вимірювач
12	Металева решітка	1	Час вимірювач
13	Вантажівка	1	Час вимірювач
14	Середній	1	Час вимірювач
15	Середній	1	Час вимірювач
16	Середній	1	Час вимірювач
17	Середній	1	Час вимірювач
18	Середній	1	Час вимірювач
19	Середній	1	Час вимірювач
20	Середній	1	Час вимірювач

№Р 205.03.М.БР.1.02.02.00.00.00.03

Схема розробки
Листопада 1900

Проектно-конструкторська фірма
"НПІ-Ужгород"

Дата: _____

Місяць: _____

Рік: _____

Лист: _____

