

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут інженерної механіки, автоматизації та  
комп'ютерно-інтегрованих технологій

Кафедра лісопромислового виробництва та лісових доріг

## Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на тему

### Удосконалення технологічного процесу рубок головного користування в умовах філії “Вигодське лісове господарство” ДП “Ліси України”.

**Виконала:** студентка групи ЛІ-41  
спеціальності  
205 “Лісове господарство”,  
освітньо-професійної програми  
“Лісова інженерія”  
Старжинська Л. Р.

**Керівник:** Магура Б. О.

**Рецензент:** Старжинська Л. Р.  
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

Навчально-науковий інститут інженерної механіки, автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Кафедра лісопромислового виробництва та лісових доріг

Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 205 Лісове господарство

Освітньо-професійна програма Лісова інженерія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри ЛПВЛД**

 доцент Бакай Б. Я.

“ 02 ” вересня 2024 року

**ЗАВДАННЯ  
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Старжинській Людмилі Романівні

1. Тема роботи I.4 Удосконалення технологічного процесу рубок головного користування в умовах філії “Вигодське лісове господарство” ДП “Ліси України”.

керівник роботи Магура Богдан Олексійович, канд. техн. наук,  
 затверджені наказом університету від “ 16 ” серпня 2024 року № С-506

2. Термін подання студентом роботи 16 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи приймаються з даних про виробничу діяльність підприємства з врахуванням річного об'єму заготівлі деревини 167,650 тис. м<sup>3</sup>, з яких 13,720 тис. м<sup>3</sup> – поступові рубки головного користування; режим роботи підприємства – одна зміна; вивезення деревини виконується у сортиментах; обґрунтувати вибір трелювального засобу під час виконання поступових РГК в умовах філії “Вигодське лісове господарство”.

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

1 С2тан виробничої діяльності підприємства

2 Удосконалення технологічного процесу рубок головного користування

3 Обґрунтування вибору канатно-підвісної установки

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

1 Технологія лісосічних робіт ( 2 арк.)

2 Графік порівняльних досліджень продуктивності різних марок КПУ (1 арк.)

3 Техніко-економічні показники діяльності підприємства (1 арк.)

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Магура Б. О. доцент кафедри	05.05.25 (підпис)	18.05.25 (підпис)
2	Магура Б. О. доцент кафедри	16.05.25 (підпис)	22.05.25 (підпис)
3	Магура Б. О. доцент кафедри	22.05.25 (підпис)	10.06.25 (підпис)

7. Дата видачі завдання 02.09.2024 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Ч. ч.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Стан виробничої діяльності підприємства	05.05.2025-15.05.2025	
2	Удосконалення технологічного процесу рубок головного користування	16.05.2025-29.05.2025	
3	Обґрунтування вибору канатно-підвісної установки	30.05.2025-10.06.2025	
4	Формування розділів та оформлення кваліфікаційної роботи	11.06.2025-16.06.2025	

Студент

(підпис)

Старжинська Л. Р.

Керівник роботи

(підпис)

Магура Б. О.

## РЕФЕРАТ

**Кваліфікаційна робота бакалавра:** 60 с., 3 ч., 19 табл., 12 рис., 5 дод., 27 літер. джерел.

**Тема:** Удосконалення технологічного процесу рубок головного користування в умовах філії “Вигодське лісове господарство” ДП “Ліси України”

ЛІСОЗАГОТІВЛЯ, ТРЕЛЮВАННЯ, МОБІЛЬНА КАНАТНА УСТАНОВКА, КАРЕТКА, ПІДРІСТ, ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ, ДОВКІЛЛЯ

**Об’єкт дослідження** – процес заготівлі деревини в гірських умовах.

**Мета роботи** – удосконалення технологічного процесу рубок головного користування в умовах філії «Вигодське лісове господарство».

**Методи дослідження** – аналіз даних про виробничу діяльність підприємства; спостереження; порівняння; узагальнення; порівняльні дослідження продуктивностей різних мобільних канатних установок.

Проведено аналіз господарської діяльності і лісового фонду філії “Вигодське лісове господарство”. Удосконалено виробничий процес заготівлі деревини у гірських лісах філії “Вигодське лісове господарство”. Запропоновано і обґрунтовано використання мобільної канатної установки (МКУ) LARIX 3T. Визначено необхідну кількість обладнання і працівників для технологічного процесу з використанням МКУ в умовах філії “Вигодське лісове господарство”. Проведено порівняльні дослідження залежності продуктивності від середньої відстані трелювання для різних марок канатних установок.

**ABSTRACT**

**Bachelor's qualifying thesis:** 60 p., 3 ch., 19 tbl., 12 ill., 5 add., 27 literature sources.

**Thesis topic:** Improvement of the technological process of final felling in the conditions of the Vyhoda Forestry Branch of the State Enterprise "Forests of Ukraine"

TIMBER HARVESTING, SKIDDING, MOBILE CABLE HAULER, CARRIAGE, UNDERGROWTH, REFORESTATION, ENVIRONMENT

**Study subject** – the process of timber harvesting on mountain conditions

**Research objective** – improvement of the technological process of final felling in the conditions of the Skole Forestry branch

**Research methods** – data analysis of enterprise production activities; observation; comparison; generalisation; comparative studies of the various mobile skyline systems performance

An analysis of the economic activity and forestry fund of the Vyhoda Forestry Branch has been carried out. The production process of timber harvesting in the mountain forests of the Vyhoda Forestry Branch has been improved. The use of the Larix 3T mobile cable hauler has been proposed and substantiated. The necessary number of equipment and employees for the technological process using the mobile cable hauler in the conditions of the Vyhoda Forestry Branch has been determined. Comparative studies of the productivity dependence on the average skidding distance for different brands of cable haulers has been carried out.

## ВСТУП

З усіх природних ресурсів, що становлять скарбницю нашої країни, ліс займає особливе місце. Це найдосконаліший, здатний до відтворення природний комплекс, який дає понад 20 тисяч видів цінної продукції.

Ліс – одне з важливих багатств нашої країни. Він підтримує баланс кліматичних умов, водного режиму, сприяє підвищенню врожайності полів, виконує водоохоронні, ґрунтозахисні, санітарно-гігієнічні, та інші функції. Одночасно ліс є джерелом одержання деревини для народного господарства.

В даний час гостро постала проблема збереження та відтворення лісових ресурсів

Аналіз результатів негативного впливу людини на навколишнє середовище в різних природних умовах свідчить, що гірські регіони в цьому відношенні надзвичайно вразливі. Як відомо, на земній кулі гірські системи займають близько 50 % висотою понад 500 м н.р.м. і 28 % висотою понад 1000 м. Звичайно, в горах динамічніше відбуваються й геохімічні процеси.

Гірські ландшафти порівняно з рівнинними відзначаються різноманітнішими екологічними умовами, що впливає на темп еволюції і багатство їх органічного світу. Тому гори завжди характеризуються своєю флорою і фауною, серед яких, внаслідок географічної ізольованості, чимало реліктових і ендемічних видів. Потрібно зазначити, що взаємозв'язки між компонентами гірських екосистем набагато складніші, ніж у рівнинних умовах.

Питання охорони життєвого середовища та раціонального його використання, збереження і збагачення природних ресурсів з кожним роком все більше і більше турбує людство. І це зрозуміло, бо охорона природи означає постійну й всеосяжну турботу про життя на нашій планеті, екологічна стабільність якої в багатьох випадках порушується.

Серед основних природоохоронних проблем на Україні охорона Карпат привертає до себе постійну увагу спеціалістів різних галузей. Для нашої країни з характерними рівнинними, надто окультуреними ландшафтами степової та лісостепової зон, цей гірський регіон, де ще на значній площі збереглися надзвичайно багаті й різноманітні природні екосистеми, має виняткове значення. На відносно невеликій території Карпат зростає більше половини усіх видів нижчих і вищих рослин України та проживає половина представників її фауни. Вчених, екологів, лісівників в Україні та інших країнах Європи турбує стан лісових екосистем, особливо в зв'язку з виникненням ерозії ґрунтів, при проведенні рубок в горах.

Темою моєї бакалаврської роботи є «Удосконалення технологічного процесу рубок головного користування в умовах філії «Вигодське лісове господарство».

Оскільки ліси Вигодського лісового господарства належать до гірських, то актуальність даної теми полягає у виборі такої технологічної схеми розробки лісосіки та обладнання, при якому максимально зберігався би підріст, мінімально пошкоджувався ґрунт та зменшувався ризик виникнення водної ерозії, тобто з метою збереження протиерозійних, водорегулювальних, ґрунтозахисних та інших корисних властивостей лісу.

Окремо слід зазначити важливість аналізу шляхів удосконалення виробничих процесів, зокрема з точки зору раціонального використання ресурсів та збереження екологічного балансу в регіоні. Збір даних та їхній аналіз під час проходження практики стали важливим джерелом для підготовки кваліфікаційної роботи бакалавра, а також заклали міцний фундамент для подальшого професійного розвитку.

## 1. СТАН ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

### 1.1. Місце знаходження підприємства

Філія «Вигодське лісове господарство» розташована в Івано-Франківській області, що в межах Карпатського гірського регіону. Адміністративний центр філії знаходиться у селищі Вигода, Долинського району.

Поштова адреса підприємства: 77552 Івано-Франківська обл., Долинський р-н., смт. Вигода, вул. Д. Галицького, 63.

Територія підприємства характеризується специфічними природно-кліматичними умовами, які значною мірою впливають на діяльність лісового господарства.

Філія «Вигодське лісове господарство» складається з кількох лісництв, кожне з яких має свою адміністративну територію та певний обсяг робіт. Нижче наведена таблиця, яка показує адміністративний поділ лісництв та загальну площу, що закріплена за ними (табл. 1.1.):

Таблиця 1.1 – Адміністративний поділ філії «Вигодське лісове господарство»

№ п/п	Найменування лісництв, місцезнаходження	Адміністративний район	Загальна площа, га
1	Вигодське лісництво, с. Вигода	Долинський район	18,000
2	Шевченківське лісництво, с. Шевченкове	Долинський район	12,000
3	Гошівське лісництво, с. Гошів	Долинський район	15,500
4	Мізунське лісництво, с. Мізунь	Долинський район	14,500
5	Долинське лісництво, с. Лолин	Долинський район	10,000

Загальна площа лісового фонду філії складає приблизно 70,000 гектарів. Лісництва організують свою діяльність на відповідних територіях, забезпечуючи належний догляд, охорону та відтворення лісів.

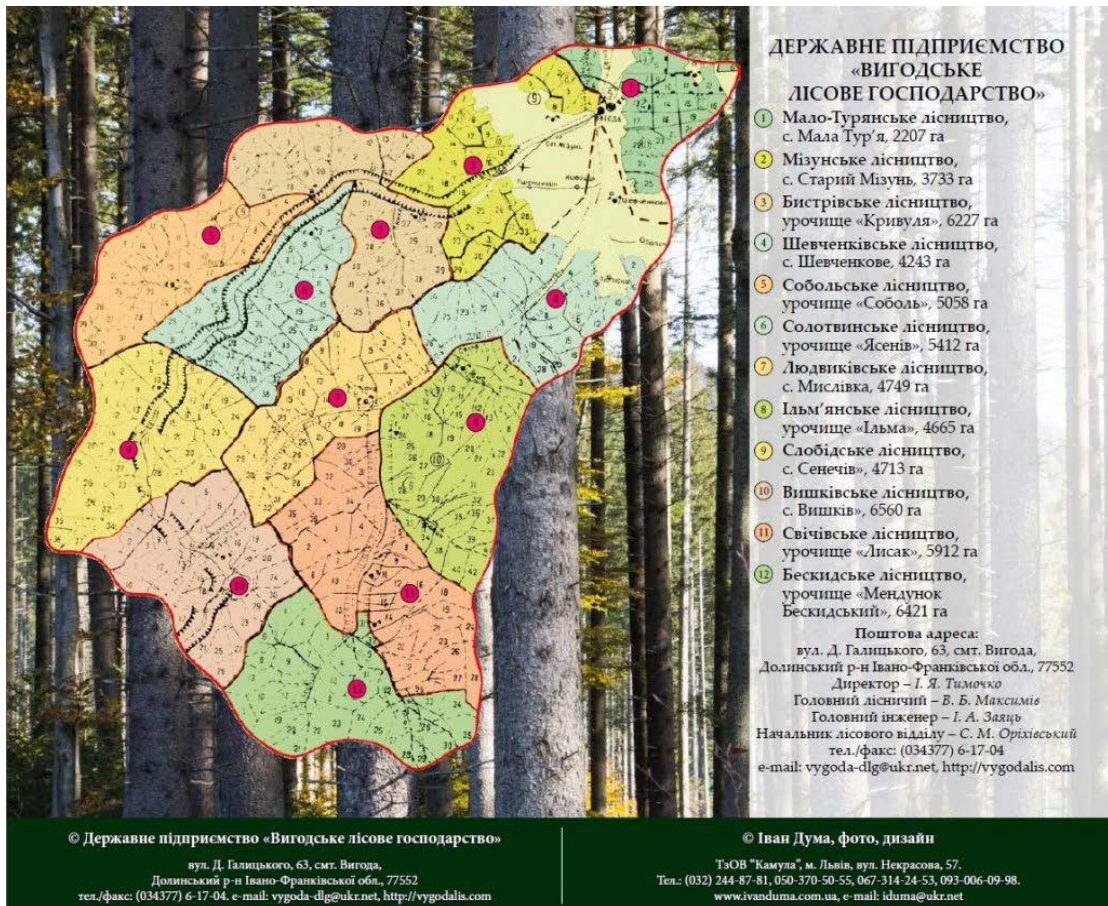


Рисунок 1.1 – Карта розташування філії «Вигодське лісове господарство»

## 1.2 Природно-кліматичні умови

Карпатський регіон, де розташована філія «Вигодське лісове господарство», відзначається різноманітністю природних ландшафтів, які включають гірські масиви, річкові долини та багаті лісові масиви. Гірський рельєф і значна кількість водних ресурсів створюють умови для розвитку різноманітних екосистем, що мають високу екологічну цінність.

Лісові масиви регіону характеризуються переважанням хвойних порід, таких як смерека, ялиця та сосна, але також зустрічаються і листяні породи — бук, дуб, ясен. Ці породи дерев створюють стабільний лісовий покрив, який виконує важливі екологічні та економічні функції.

Природнокліматичні умови регіону визначаються гірським рельєфом та наявністю значної кількості річок і струмків. Клімат помірно-континентальний, з м'якими зимами та вологим літом. Середня температура січня коливається від  $-4^{\circ}\text{C}$  до  $-6^{\circ}\text{C}$ , а липня — від  $+17^{\circ}\text{C}$  до  $+19^{\circ}\text{C}$ . Річна кількість опадів складає від 800 до 1200 мм, що створює сприятливі умови для росту хвойних та листяних порід дерев.

Клімат району, де розташований держлісгосп, є перехідним — він поєднує риси помірно теплого західноєвропейського клімату та континентального східноєвропейського. Серед кліматичних чинників, що негативно впливають на ріст і розвиток лісових насаджень, слід відзначити:

- низькі температури в зимовий період;
- пізні весняні заморозки, які нерідко призводять до значного пошкодження або навіть повного відмирання сходів і молодих пагонів ялини, бука та інших порід;
- потужні вітри, що досягають швидкості до 40 м/с і спричиняють вітровали та буреломи.

Загалом клімат у зазначеному регіоні є сприятливим для успішного росту таких деревних порід, як смерека, ялина та бук. Територія підприємства за своїм рельєфом належить до найбільше піднятого над рівнем моря гірського району. Вона простягається від Сколівських Карпат (Сколівських Бескидів) на південному заході до Покутських Карпат, також відомих під назвою Горгани.

Отже, значна частина території держлісгоспу має яскраво виражений гірський рельєф, який характеризується переважно крутими схилами з ухилом від  $20^{\circ}$  до  $30^{\circ}$ , а подекуди зустрічаються ділянки зі схилами більшими  $40^{\circ}$ .

Карпатські ліси відіграють важливу роль у збереженні біорізноманіття, підтриманні водного балансу та захисті від ерозії, що робить їх ключовим елементом екологічної безпеки регіону. Природно-кліматичні умови сприяють розвитку лісового господарства та забезпечують стабільний ріст і відновлення лісових насаджень.

Основні кліматичні показники зведено в таблиці 1.2.

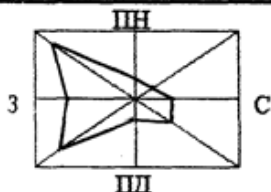
Таблиця 1.2 – Основні кліматичні показники

Найменування показників	Один. вимір.	Значення гірського	Дата
		передгірського	
1. Температура повітря: - середньорічна	градус	<u>4-4,5</u> 6-6,5	
- абсолютно-максимальна	градус	<u>32-33</u> 34-35	
- абсолютно-мінімальна		<u>33-36</u> <u>25-26</u>	
2. Кількість опадів за рік	мм	<u>760-1060</u> 630-900	
3. Тривалість вегетаційного періоду	днів	<u>190-200</u> 190-215	
4. Останні заморозки весною			<u>20.05</u> 27.04
5. Перші заморозки восени			<u>25.09</u> 14,10
6. Середня дата замерзання			24,12
7. Середня дата замерзання паводку			27.03
8. Сніговий покрив потужність	см	<u>30-50</u> 15-20	
Час появи			<u>20.11</u> 05.12
Час сходження у лісі			<u>01.04</u> 20.03
9. Глибина промерзання ґрунту	см	33	
10. Напрямок переважаючих вітрів по сезонах:			
зима	румб	ПН	
весна	румб	ДЗ	
літо	румб	З	
осінь	румб	ПЗ	
Продовження таблиці 1.4.			
11. Середня швидкість переважаючих вітрів по сезонах:			
зима	м/сек	5	
весна	м/сек	4	
літо	м/сек	2	
осінь	м/сек	3	
12. Відносна вологість повітря	%	74,5	

## КЛІМАТОГРАМА

### ОСНОВНИХ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

#### БАГАТОРІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ДОЛИНСЬКОЇ МЕТЕОСТАНЦІЇ



### 1.3 Характеристика лісосировинної бази

Лісосировинна база філії «Вигодське лісове господарство» є одним із ключових ресурсів, що забезпечує діяльність підприємства. Вона охоплює значні площі хвойних та мішаних лісів, які відзначаються високим різноманіттям деревних порід і якістю сировини.

У таблиці 1.3 наведено вікову структуру лісосировинної бази філії «Вигодське лісове господарство».

Таблиця 1.3 – Вікова структура лісосировинної бази філії «Вигодське лісове господарство»

<b>Вікова група (роки)</b>	<b>Площа, га</b>	<b>Відсоток від загальної площі, %</b>
До 20	10000	16.7
21-40	15000	25.0
41-60	18000	30.0
61-80	10000	16.7
Понад 80	7000	11.6
<b>Разом</b>	<b>60000</b>	<b>100</b>

Як можна побачити з таблиці, переважаючою віковою групою по філії є середньовікові насадження (30 %) та молодняки (25 %). На стиглі і пристигаючі насадження припадає відповідно 11,6 % і 16,7 %, на молодняки віком до 20 років – 16,7 %.

Загалом можна стверджувати про задовільний стан лісового господарства у філії про що свідчить розподіл насаджень за категоріями віку – вікова структура лісосировинної бази.

Основними деревними породами, що домінують у лісах філії «Вигодське лісове господарство», є смерека (*Picea abies*), ялиця (*Abies alba*), сосна (*Pinus sylvestris*), бук (*Fagus sylvatica*) та дуб (*Quercus robur*) (таблиця

1.4). Ці породи забезпечують високу якість деревини, що використовується як для будівельних матеріалів, так і для виробництва меблів та інших виробів з деревини.

Таблиця 1.4 – Розподіл площ за основними деревними породами

Порода	Площа, га	Відсоток від загальної площі, %
Смерека	20000	33.3
Ялиця	15000	25.0
Сосна	12000	20.0
Бук	8000	13.3
Дуб	5000	8.4
Разом	60000	100

Загальна площа лісового фонду філії становить близько 60 тис. га. Ліси розташовані на територіях з різними природними умовами, що сприяє формуванню різноманітних типів лісів. Це дозволяє підприємству ефективно використовувати ресурси та забезпечувати стабільний процес заготівлі деревини.

Вік насаджень у лісосировинній базі варіюється від молодняку до стиглих і перестійних лісів. Така вікова структура забезпечує безперервний цикл оновлення лісів, що дозволяє підтримувати стабільні обсяги заготівлі деревини різної якості. Молоді насадження (віком до 20 років) становлять основу для майбутнього розвитку лісового фонду, тоді як стиглі та перестійні ліси є основним джерелом високоякісної деревини.

Крім того, важливим аспектом є наявність мішаних лісів, де разом з хвойними породами зростають листяні дерева, що сприяє більшій стійкості лісових екосистем та збільшує різноманіття продукції, що може бути отримана з цих лісів.

Загалом, лісосировинна база філії «Вигодське лісове господарство» характеризується високим рівнем ресурсної забезпеченості, що є основою для успішної діяльності підприємства та його подальшого розвитку.

## 1.4 Обсяги лісозаготівель

Філія «Вигодське лісове господарство» щорічно проводить заготівлю деревини в межах затверджених лімітів, забезпечуючи різноманітність продукції для задоволення потреб ринку. Основні види продукції, які реалізуються підприємством, включають круглу деревину, дров'яну деревину та лісопродукцію для промислового використання. Це дозволяє ефективно використовувати лісові ресурси та забезпечувати стабільні обсяги постачання.

Згідно з даними форм 10-ЛГ та 3-ЛГ, річний обсяг заготівель деревини складає близько 200 тис. м<sup>3</sup>. Це включає в себе різні види деревини, що дозволяє підприємству підтримувати високу продуктивність і відповідати запитам різних сегментів ринку.

Таблиця 1.5 – Обсяги лісозаготівель за основними видами продукції

Вид продукції	Обсяг (тис. м <sup>3</sup> )
Кругла деревина	120,000
Дров'яна деревина	50,000
Лісопродукція	30,000

**Кругла деревина:** Найбільша частина заготівельного обсягу складається з круглої деревини, яка використовується для виробництва меблів, будівельних матеріалів та інших товарів.

**Дров'яна деревина:** Цей вид деревини в основному використовується для опалення та в промисловості для виготовлення пелет.

**Лісопродукти:** До цієї категорії входить різноманітна деревна продукція, така як тріска, кора та інші субпродукти, які мають промислове використання.

Величина заготівель деревини безпосередньо залежить від лісової площі, вікової структури насаджень та екологічних умов. Підприємство організовує заготівлю деревини відповідно до лісовпорядних документів і затверджених лімітів, що дозволяє забезпечувати стале використання лісових ресурсів.



Рисунок 1.2 – Діаграма обсягів лісозаготівель за видами продукції

З наведеної діаграми видно, що найбільша частка лісозаготівель припадає на круглу деревину (60 %), далі йде дров'яна деревина (25 %), і найменша частка належить лісопродуктам (15%).

Копії форм 10-ЛГ і 3-ЛГ, що відображають детальні дані про обсяги лісозаготівель, представлені в додатках. Ці форми є основним документом для контролю та звітності по обсягах лісозаготівель, що дозволяє забезпечити точність даних та відповідність встановленим лімітам. Форми 3-ЛГ і 10-ЛГ є офіційними статистичними звітами, які використовуються в лісовому господарстві України для обліку, планування та контролю за станом і розвитком лісових ресурсів.

Форма 10-ЛГ: Використовується для звітності про загальні обсяги заготівель та види деревини.

Форма 3-ЛГ: Містить дані про обсяги заготовленої деревини по категоріях та використанню.

Ці документи є важливими для внутрішнього контролю та звітності, а також для забезпечення відповідності вимогам екологічного законодавства та стандартів лісового господарства.

## **1.5 Характеристика шляхів сполучення філії «Вигодське лісове господарство»**

Ефективна транспортна інфраструктура є критично важливою для успішної діяльності будь-якого лісогосподарського підприємства, особливо в гірських регіонах, де складний рельєф та обмежений доступ до основних транспортних магістралей створюють додаткові виклики. Філія «Вигодське лісове господарство», розташована в мальовничих, але водночас складних умовах Карпатських гір, приділяє особливу увагу розвитку та підтримці власної мережі шляхів сполучення.

Територія, на якій розташоване підприємство, характеризується слабо розвиненою інфраструктурою шляхів загального користування. Основною транспортною артерією в межах діяльності філії є автомобільна дорога державного значення Долина–Хуст протяжністю 45 км. Загальна щільність транспортної мережі становить 10,3 км на 1000 га, з яких 1,5 км – залізничні шляхи, 7,8 км – автомобільні дороги. Із цієї протяжності 2,0 км мають тверде покриття, а 5,8 км – ґрунтове.

Однак, якщо говорити конкретно про Філію «Вигодське лісове господарство», то слід зазначити, що підприємство має розвинену транспортну інфраструктуру, що дозволяє забезпечити ефективне транспортування деревини навіть в умовах складного гірського рельєфу. Проте, враховуючи постійне зростання обсягів лісозаготівель та необхідність підвищення ефективності виробництва, підприємство продовжує інвестувати в розвиток та модернізацію своєї транспортної мережі. Це включає будівництво та реконструкцію лісових доріг, співпрацю з місцевими органами влади щодо підтримки лісовозних доріг, а також впровадження сучасних технологій управління транспортом.

Згідно з нормами раціонального лісокористування, оптимальна довжиндорожньої мережі має становити від 9 до 14 км на 1000 га.

Отже, хоча середня довжина дорожньої мережі на 1000 га відповідає встановленим нормативам, слід враховувати, що в багатьох випадках автомобільні дороги пролягають вздовж водозахисних ділянок (ВЗД). Крім того, значна частина доріг розміщена вздовж гірських потоків, які часто спричиняють їх руйнування.

У зв'язку з цим у всіх гірських лісництвах, як і загалом по підприємству, фактична протяжність доріг у межах філії на 1000 га залишається нижчою за нормативні показники.

Лісові дороги, що використовуються для вивезення деревини, водночас виконують функції протипожежних смуг і мають загальне лісгосподарське значення. У переважній більшості це ґрунтові шляхи, які потребують регулярного ремонту та обслуговування. Окремі відрізки доріг з гравійним покриттям, розташовані в зонах, де не здійснюються рубки головного користування, перебувають у занедбаному стані.

У гірських лісах важливу лісгосподарську роль відіграють гірські стежки. За належного догляду вони можуть бути використані не лише для пішохідного пересування, а й для верхової їзди.

Гірські стежки потребують регулярного догляду та ремонту, оскільки окремі їхні ділянки були пошкоджені в процесі лісозаготівель і потребують відновлення. У держлісгоспі цим питанням приділяється недостатньо уваги через брак фінансування. З огляду на важливу роль гірських стежок у складних умовах рельєфу, де значна частина території не має альтернативних шляхів сполучення, обсяги робіт з їх облаштування та утримання мають бути значно збільшені. Облік лісових доріг на підприємстві наразі здійснюється на задовільному рівні.

Основні елементи транспортної інфраструктури:

**Лісові дороги:** – це спеціалізовані транспортні шляхи, призначені для перевезення деревини та пересування лісгосподарської техніки безпосередньо в межах лісових масивів. Їх прокладають з урахуванням рельєфу місцевості для забезпечення доступу до віддалених та

важкодоступних лісосік. Загальна довжина лісових доріг філії становить 120 км, з яких 30 км було збудовано або відновлено впродовж 2023–2024 років.

**Лісовозні дороги:** Дороги загального користування, які використовуються для транспортування деревини до переробних підприємств та місць реалізації, відзначаються вищою пропускною здатністю та кращою якістю покриття порівняно з лісовими дорогами. Це дозволяє залучати великогабаритний і важкий транспорт.

Філія активно співпрацює з місцевими органами влади щодо утримання та ремонту лісовозних доріг, що проходять через її територію.

**Під'їзні шляхи:** це короткі відрізки шляхів, які з'єднують основні лісові дороги з конкретними лісосіками або іншими об'єктами інфраструктури, наприклад з верхніми складами. Вони забезпечують гнучкість і оперативність у процесі транспортування деревини.

Філія "Вигодське лісове господарство", з огляду на складні умови гірського рельєфу та значні обсяги лісозаготівель, приділяє велику увагу розвитку й утриманню власної транспортної інфраструктури. Це забезпечує ефективне перевезення деревини від місць заготівлі до переробних підприємств і ринків збуту, що сприяє стабільній та результативній роботі підприємства.

Статистика використання транспортної інфраструктури за 2023-2024 роки наведена в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Статистика використання транспортної інфраструктури за 2023-2024 рр.

Тип дороги	Протяжність, км	Обсяг перевезеної деревини, м <sup>3</sup>
Лісові дороги	120	45 000
Лісовозні дороги	80	120 000
Під'їзні шляхи	25	10 000

Таким чином, розвинена транспортна інфраструктура є одним з ключових факторів успішної діяльності філії «Вигодське лісове господарство», забезпечуючи своєчасне та економічно ефективне транспортування деревини, що сприяє сталому розвитку підприємства та лісового господарства в цілому.

Значна частина шляхів сполучення пролягає через гірські перевали та круті схили, що суттєво ускладнює транспортування деревини та підвищує вимоги до технічного стану та прохідності транспортних засобів.

Для роботи в таких умовах потрібні лісовози з підвищеною прохідністю, потужними двигунами та посиленою підвіскою, а також спеціалізована техніка для розчищення доріг від снігу та каміння.

Водії, що працюють у гірській місцевості, повинні мати високий рівень професійної підготовки та досвід водіння в складних умовах.

Гірський рельєф сприяє швидкому зносу дорожнього покриття, що вимагає регулярного ремонту та утримання доріг у належному стані, що, в свою чергу, призводить до додаткових витрат.

Снігопади та ожеледиця значно ускладнюють рух транспорту, особливо на гірських дорогах. Це може призводити до затримок у транспортуванні деревини та збільшення витрат на паливо та утримання доріг.

У зимовий період необхідно вживати додаткових заходів для забезпечення безпеки руху, таких як очищення доріг від снігу та льоду, використання ланцюгів проти ковзання тощо.

У деяких гірських районах лісозаготівля може бути обмежена або заборонена в певний період року для захисту ґрунту та водних ресурсів, що впливає на планування виробництва та логістики.

Віддаленість підприємства від основних транспортних магістралей призводить до збільшення відстані перевезення деревини, що підвищує транспортні витрати та впливає на собівартість продукції.

Необхідність використовувати комбіновані види транспорту (лісовози, залізниця) для доставки деревини до віддалених ринків збуту

ускладнює логістику та вимагає додаткових витрат на перевантаження та зберігання.

Віддаленість від портів та прикордонних переходів може створювати труднощі з експортом продукції, особливо на далекі ринки.

Таблиця 1.7 – Вплив особливостей транспортної мережі на діяльність підприємства

Особливість	Вплив на діяльність	Заходи щодо мінімізації негативного впливу
Гірський рельєф	Ускладнення транспортування, підвищення вимог до техніки та персоналу, збільшення витрат на утримання доріг	Використання спеціалізованої техніки, підвищення кваліфікації водіїв, регулярний ремонт та утримання доріг
Сезонність	Ускладнення умов експлуатації взимку, необхідність додаткових заходів безпеки, сезонні обмеження на лісозаготівлю	Заготівля запасів деревини в літній період, використання зимової техніки та обладнання, планування виробництва з урахуванням сезонних обмежень
Обмежений доступ до основних транспортних магістралей	Збільшення відстані перевезень, складність логістики, обмеження на експорт	Розвиток власної транспортної інфраструктури, співпраця з транспортними компаніями, пошук нових ринків збуту в ближньому регіоні

Особливості транспортної мережі Вигодського лісового господарства створюють певні виклики та обмеження для його діяльності. Проте, завдяки комплексному підходу до вирішення транспортних проблем, підприємство успішно справляється з цими труднощами та забезпечує ефективне транспортування деревини. Подальший розвиток транспортної інфраструктури, модернізація парку техніки та впровадження сучасних технологій дозволять ще більше підвищити ефективність логістики та конкурентоспроможність підприємства.

Аналіз показників транспортної мережі філії:

1. Середня відстань перевезення деревини — 35 км  
Цей показник свідчить про те, що транспортування деревини здійснюється на відносно короткі відстані. Це позитивно впливає на зменшення витрат на перевезення, знижує споживання пального та підвищує оперативність доставки до місць переробки або реалізації.

2. Середня собівартість транспортування 1 м<sup>3</sup> деревини — 150 грн  
Показник відображає комплексні витрати на транспортування одного кубометра деревини, включаючи витрати на пальне, амортизацію техніки, оплату праці водіїв та інші супутні витрати. Порівняння цього значення з показниками інших підприємств або нормативними величинами дає змогу оцінити економічну ефективність транспортної логістики філії.

3. Коефіцієнт використання транспортних засобів — 80%  
Цей рівень завантаженості транспорту свідчить про високу ефективність використання автопарку. Такий результат вказує на належну організацію перевезень, ефективне планування маршрутів і оптимальне розподілення ресурсів.

Для наочності вищенаведені дані представимо у вигляді стовпчикової діаграми.

Аналіз показників ефективності транспортної системи Філії «Вигодське лісове господарство» за 2023–2024 рр. засвідчує її загалом ефективне функціонування. Водночас існує потенціал для подальшого вдосконалення. Зокрема, зниження собівартості транспортування може бути досягнуто за рахунок оптимізації логістичних маршрутів, впровадження більш економічних транспортних засобів та підвищення професійної підготовки водіїв.

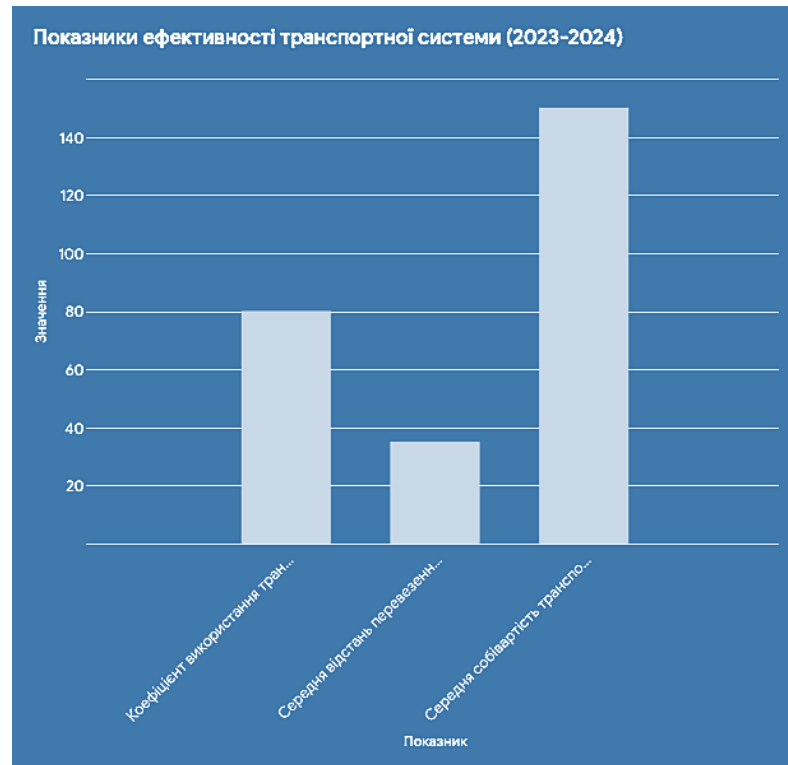


Рисунок 1.3 – Значення показників ефективності транспортної системи за 2023-2024 роки

## **2. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РУБОК ГОЛОВНОГО КОРИСТУВАННЯ**

### **2.1 Виробнича потужність філії «Вигодське лісове господарство» і основні принципи, які закладаються у виробничий процес підприємства**

Виробнича потужність будь-якого лісозаготівельного підприємства зумовлюється річним обсягом заготівлі та вивезення деревної сировини.

Згідно з даними підприємства (форма 10-ЛГ) для філії «Вигодське лісове господарство» цей обсяг складає 167650 м<sup>3</sup>. З них на рубки формування і оздоровлення лісів (РФОЛ) припадає 149650 м<sup>3</sup>, а на рубки головного користування (РГК) – 18000 м<sup>3</sup>.

Однак, слід зауважити, що це планові показники підприємства на 2024 рік, а фактичні показники дещо відрізняються від планових. Так фактичні показники по рубаннях головного користування становлять 13720 м<sup>3</sup>. З усіх видів РГК підприємство проводить лише поступові рубки.

Оскільки за завданням нам слід провести удосконалення технологічного процесу саме рубок головного користування – то всі наступні розрахунки будемо проводити виходячи з цього завдання і беручи до уваги фактичні показники виконання РГК, а саме 13720 м<sup>3</sup>.

На рівень виробничої потужності будь-якого підприємства, що займається заготівлею деревини, істотно впливають такі ключові фактори (табл. 2.1)

Таблиця 2.1 – Фактори впливу на виробничу потужність підприємства

№ п/п	Чинники, які впливають на виробничу потужність
1	розмір річної лісосіки
2	розмір лісосировинної бази і її таксаційна характеристика
3	територіальне розміщення лісосировинної бази
4	тип транспорту, який застосовується на підприємстві

Варто зазначити, що технічне обладнання підприємства перебуває в стані значного фізичного зносу. Через обмежене фінансування підприємство не змогло придбати жодної нової техніки для потреб лісозаготівель. З цієї ж причини спостерігається нестача запасних частин для тракторів, лебідок і бензопил. Крім того, через фінансові труднощі неодноразово виникали перебої в постачанні паливно-мастильних матеріалів.

Для подальших розрахунків слід також брати до уваги, що лісосіки підприємства розташовані в гірській місцевості та відносяться до IV категорії – експлуатаційних лісів.

Одним із ключових чинників, що визначає особливості лісозаготівельного виробництва в умовах філії «Вигодське лісове господарство», є обсяг річної лісосіки. Він встановлюється для проведення рубок головного користування (РГК) з урахуванням рубок формування та оздоровлення лісів (РФОЛ).

За даними підприємства ліквідний запас деревини становить  $240 \text{ м}^3/\text{га}$  для рубань головного користування і  $136 \text{ м}^3/\text{га}$  для рубань формування і оздоровлення лісів.

Під час проектування виробничого процесу в лісозаготівельній галузі слід передбачити використання сучасного високопродуктивного обладнання, яке дасть змогу реалізувати виробничу програму з мінімальними витратами, максимальною механізацією та автоматизацією всіх технологічних операцій, а також із дотриманням чинних стандартів на продукцію.

Доцільно мінімізувати транспортні операції, орієнтуючись переважно на власну сировинну базу. Застосовуване обладнання має відповідати технічним

нормам, гарантувати безпечну експлуатацію та забезпечувати належну якість готової продукції. Окрему увагу слід приділити питанням охорони праці та дотриманню вимог протипожежної безпеки.

Проектування лісозаготівельного процесу на підприємстві здійснюємо з урахуванням наступних ключових принципів:

1. Ресурсозбереження:

забезпечення збереження ґрунтового покриву, лісової підстилки та підросту з метою сприяння ефективному природному лісовідновленню.

2. Екологічна безпека технологічних рішень:

застосування технічних засобів, здатних у стислі терміни виконувати заготівлю лісу з мінімальним впливом на природне середовище.

3. Зниження енергоспоживання на одиницю продукції:

впровадження малогабаритного обладнання та енергоефективних двигунів з низьким споживанням пального й мастильних матеріалів.

## **2.2. Обґрунтування параметрів лісосіки та кількості лісосік, що відводяться у рубку**

Технологічний процес розробки пасік на лісосіках значною мірою визначається рельєфом місцевості, типом ґрунтів, таксаційними характеристиками деревостанів, наявністю життєздатного підросту, а також застосовуваними засобами та способами трелювання.

Оптимальними вважаються такі розміри лісосік, які забезпечують мінімальні трудові витрати на заготівлю одного кубометра деревини.

Геометричні параметри лісосік суттєво впливають на процес відновлення лісових насаджень на вирубаних ділянках. Природне насіннєве поновлення лісу залежить не лише від площі окремих лісосік, а й від загального масштабу вирубок, що визначає умови середовища, в якому відбувається лісовідновлення.

Згідно з діючими і актуальними правилами рубок, розміри лісосік встановлюються залежно від категорії лісів, лісорослинних умов і домінуючих порід дерев.

Так, насіння дерев із крильчаткою може переноситися вітром на значні відстані, що дозволяє збільшувати площу лісосік. Натомість, при важкому насінні без крильчатки доцільно обмежувати розміри вирубок, оскільки природне поновлення в таких умовах ускладнюється.

У Карпатських гірських лісах рубки головного користування регулюються Законом України "Про заборону на проведення суцільних рубок у гірських ялицево-букових лісах Карпатського регіону" та відповідними правилами Кабінету Міністрів. В природоохоронних лісах рубки головного користування повністю заборонені, а на стрімких схилах дозволяються вибіркові рубки.

Основні правила рубок головного користування в гірських лісах Карпат:

- Заборона суцільних рубок:

У гірських ялицево-букових лісах Карпатського регіону заборонено проведення суцільних рубок.

- Рубки на стрімких схилах:

На стрімких схилах дозволяються лише вибіркові рубки головного користування.

- Рубки в ялинових лісах:

У ялинових лісах дозволяються добровільно-вибіркові, групово-поступові, смугово-поступові та вузьколісосічні рубки.

- Природоохоронні ліси:

У природоохоронних лісах рубки головного користування повністю заборонені.

- Обмеження на площу лісосік:

Максимальна ширина лісосіки не повинна перевищувати 100 метрів, а площа - 5 гектарів.

- Термін примикання:

Термін примикання (час, який потрібен для природного поновлення після рубки) залежить від стану поновлення на зрубках і може становити 3-5 років.

- Розрахунок вирубки:

Під час рубки має бути забезпечено збереження життєздатного підросту господарсько цінних порід.

- Збереження підросту:

Кількість збереженого життєздатного підросту має становити не менш як 75 відсотків загальної площі ділянки з життєздатним підростом.

- Заходи щодо лісовідновлення:

Зруби, не забезпечені природним поновленням господарсько цінних порід дерев, повинні бути своєчасно закультивовані.

Ці правила мають на меті захист лісових екосистем, забезпечення їх стійкості та відновлення, а також раціональне використання лісових ресурсів.

Враховуючи вищенаведене приймаємо такі розміри лісосік для поступових рубань головного користування:

ширину лісосіки рівною 100 м;

довжину лісосіки рівною – 100 м.

$$\text{Площа лісосіки } F = S * L = 100 * 100 = 10000 \text{ м}^2 = 1 \text{ га}$$

Лісосіка може бути також розміром 50x200 м, або з іншими параметрами ширини і довжини, але не площею не більше 1 га, для уникнення ролходження процедури оцінки впливу на довкілля.

Запас лісу на лісосіці при проведенні поступових рубань головного буде становити:

$$Q_L = S * M_{дер} = 1 * 240 = 240 \text{ м}^3$$

Кількість лісосік визначається за формулою:

$$n = \frac{Q_P}{Q_L}, \text{ лісосік,}$$

де  $Q_P$  – річний обсяг заготівлі деревини,  $\text{м}^3$ ;

$Q_L$  – запас деревини на лісосіці,  $\text{м}^3$ .

Тоді кількість лісосік для поступових рубань головного користування:

$$n = 13720/240 = 57,17 \approx 57 \text{ лісосік}$$

### 2.3. Розрахунок об'ємів виробництва та режиму роботи підприємства

Загальна площа річної лісосіки обчислюється за формулою:

$$S_{P.Л.} = \frac{Q_P}{M}, \text{ га},$$

де  $Q_P$  - річний обсяг заготівлі деревини,  $m^3$ ;

$M$  - ліквідний запас деревини,  $m^3 / \text{га}$ .

Для поступових рубань головного користування:

$$S_{P.Л.} = \frac{Q_P}{M} = \frac{13720}{240} = 57,17 \approx 57 \text{ га}$$

Кількість робочих днів у році розраховується за формулою:

$$N = A - B - C - H, \text{ днів}$$

де  $A$  - кількість днів у році;  $B$  - кількість вихідних днів у році;  $C$  - кількість святкових днів у році;  $H$  - кількість днів невиходу на роботу;

$$A = 365 \text{ днів}; \quad B = 104 \text{ дні}; \quad C = 7 \text{ днів}; \quad H = 4 \text{ дні}.$$

Підставивши дані отримаємо

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

Приймаємо:

кількість робочих змін за добу - 1;

кількість робочих годин в зміні - 8;

кількість робочих днів в тижні - 5.

Добове завдання на поступові РГК визначаємо за формулою:

$$Q_D = \frac{Q_P}{N}, m^3 / \text{добу},$$

де  $Q_D$  - добове завдання заготівлі деревини,  $m^3 / \text{добу}$ ;

$Q_P$  – річний обсяг заготівлі деревини,  $m^3$ ;

$N$  – кількість робочих днів у році.

Тоді, добове завдання заготівлі деревини для поступових РГК буде:

$$Q_D = \frac{Q_P}{N} = \frac{13720}{250} = 54,88 \approx 55 m^3 / \text{добу}$$

Змінне завдання заготівлі деревини для поступових РГК визначаємо за формулою:

$$Q_{ЗМ} = \frac{Q_D}{n}, m^3 / \text{зм},$$

де:  $Q_{ЗМ}$  – змінне завдання заготівлі деревини;  $m^3 / \text{добу}$ ;

$Q_D$  – добове завдання заготівлі деревини;  $m^3 / \text{добу}$ ;

$n$  – кількість змін на добу. Беручи до уваги небезпеку виконання лісосічних робіт в темну пору доби, проектуємо виконання робіт в одну зміну.

Тоді змінне завдання для поступових РГК буде становити:

$$Q_{ЗМ} = \frac{Q_D}{n} = \frac{55,0}{1} = 55,0 m^3 / \text{зм}$$

#### **2.4. Обґрунтування структури технологічного процесу та комплексу машин для виконання лісосічних робіт**

Під час вибору основного обладнання слід враховувати такі чинники, як географічне розташування підприємства, лісорослинні умови та характеристики лісових насаджень — зокрема рельєф місцевості, типи ґрунтів, склад деревостанів, розміри лісосік, способи рубок, середній об'єм і діаметр стовбурів. Усі ці параметри можуть обмежувати використання лісосічної техніки відповідно до її технічних характеристик. При цьому важливо прагнути до впровадження оптимальної системи машин, яка забезпечить комплексну механізацію всіх виробничих операцій, високу

продуктивність праці, застосування малозалишкових або безвідходних технологій, а також збереже екологічну рівновагу та навколишнє середовище.

Склад та зміст операцій при виконанні лісосічних робіт визначаються переважно способом трелювання деревини, особливостями рельєфу місцевості та видовим складом лісових насаджень.

Раціональний вибір системи машин дозволяє суттєво підвищити продуктивність праці під час виконання лісосічних робіт.

Заготівля деревини проводиться в експлуатаційних лісах, де передбачені усі види рубок, територія має гірський рельєф, що потребує особливого підходу до вибору техніки та технологій, вивезення деревини здійснюють в сортиментах.

Основний технологічний процес буде складатись з таких операцій: звалювання дерев, очищення від гілок, кряжування, трелювання і навантаження на рухомий склад автотранспорту.

Беручи до уваги відносно незначний обсяг заготівлі деревини на поступових РГК та гірський рельєф місцевості приймаємо такі машини і механізми для виконання основних лісосічних робіт:

- операції звалювання дерев, очищення їх від гілок і кряжування стовбурів під час виконання поступових РГК будемо проводити бензиною моторною пилюкою Stihl MS 361.

Ця безредукторна, високообертлова бензопилка є надзвичайно зручною для виконання операцій з обрізування гілок. Завдяки низькому розташуванню ручок і відносно малій вазі, вона має явну перевагу серед інших моторних інструментів при роботі на обрізуванні. Пилка відзначається оптимальним співвідношенням ваги та потужності, має хороше динамічне прискорення, низький рівень вібрації та високий обертальний момент. Вона ідеально підходить для заготівлі деревини, проріджування молодих насаджень та обробки дерев середнього діаметра. Це надійний і витривалий інструмент, розрахований на значні навантаження.

Нижче наведено основні технічні характеристики бензопилки Stihl MS 361 (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики бензопилки Stihl MS 361

№	Характеристика	Величина
1	Робочий об'єм (куб. см)	59.0
2	Потужність (кВт/к.с.)	3.4/4.6
3	Вага (кг)	5.6
4	Питома вага (кг/кВт)	1.6
5	Ланцюг Oilmatic (крок/тип)	3/8" Rapid Super Comfort
6	Довжина шини (см)	40

Спускання деревини з гір і її трелювання проєктуємо проводити за допомогою однопролітної канатно-підвісної установки чеського виробництва LARIX-3T.

Навантаження круглих лісоматеріалів на рухомий лісовозний автотранспорт будемо проводити самонавантажувальними автомобілями, які є в наявності на підприємстві.

## **2.5. Визначення необхідної кількості устаткування і робітників для виконання поступових РГК**

Щоб визначити необхідну кількість механізмів і працівників, які будуть задіяні на поступових рубках головного користування (РГК), насамперед потрібно розрахувати їх змінну продуктивність.

Продуктивність основних машин та механізмів — бензопил, трелювальних механізмів (зокрема мобільних канатних установок), а також самонавантажувальних автолісовозів — розраховується за допомогою відомих формул [3-6], наведених у таблиці 2.3.

У запропонованому нами технологічному процесі для виконання операції спуску деревини з гір на поступових рубках головного користування (РГК) передбачається використання мобільної канатно-трелювальної установки LARIX-3T. Вона застосовується як альтернатива колісним

трелювальним тракторам ЛКТ-81, гусеничному трелювальному трактору ТДТ-55А та тракторам загального призначення МТЗ-82.

Таблиця 2.3 – Формули для розрахунку продуктивностей устаткування і механізмів на поступових РГК

№ п/п	Технологічна операція	Тип обладнання	Формула визначення продуктивності
1.	Звалювання дерев	Бензиномоторна пилка	$П_{ЗВ} = \frac{T * C_t * q_{cm}}{t}$
2.	Очищення дерев від гілок	Бензиномоторна пилка	$П_{ОБР} = \frac{T * C_1 * П_{П} * q_{CT}}{f}$
3.	Розкрязування стовбурів	Бензиномоторна пилка	$П_P = \frac{T \cdot q_{cm} \cdot f_1 \cdot f_2}{t_u}$
4.	Звалювання, обрізування гілок, розкрязування (комплексна)	Бензиномоторна пилка	Комплексна продуктивність : $П_K = \frac{П_{ЗВ} \cdot П_{ОБР} \cdot П_P}{П_{ЗВ} \cdot П_{ОБР} + П_{ЗВ} \cdot П_P + П_{ОБР} \cdot П_P}$
5.	Трелювання на стрімких і дуже стрімких схилах	Мобільна канатна установка	$П_{зм} = \frac{(T - t_{nz}) * C_t * Q}{\sum t}$
6.	Відвантаження	Самонавантажувальний автолісовоз	$П = \frac{(T - t_{nz}) * C_1 * G * C_q * 1}{L_{cep} * t + t_1 + t_2} * \frac{1}{q * y}$

Після розрахунку продуктивності устаткування визначається необхідна кількість працівників та технічних засобів для виконання основних лісосічних операцій на поступових рубках головного користування (РГК). Вихідні дані для цих розрахунків подано в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. – Вихідні дані для визначення необхідного числа робітників і устаткування

Показник	Одиниці вимір.	Величина
загальний об'єм заготовленої деревини	$m^3$	13720
ліквідний запас деревини на один гектар	$m^3/га$	240
площа лісосіки	$га$	1
змінне завдання для бригади	$m^3$	55,0
середній об'єм стовбура	$m^3$	0,72

Після того як визначили продуктивності машин і устаткування розраховуємо їхню кількість та кількість робітників, які потрібно залучити для виконання основних лісосічних робіт (поступових РГК). Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Результати визначення кількості працівників та устаткування для виконання поступових РГК

Назва операцій	Змінне завдання	Тип механізма	Зм. про-дукт.	К-сть роб. на обл. 1 мех.	Потрібна кількість			
					Розрахункова		Спискова	
					Мех.	Роб.	Мех.	Роб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Звалювання дерев, очищення від гілок та часткове розкрязування	55,0	Stihl MS 361	27,5	2	2	4	2	4
Трелювання	55,0	LARIX-3T	54,9	3	1,002	3,006	1	3
Відвантаження	55,0	Самонав авт.	46,6	-	-	-	-	-
<b>Всього</b>							<b>3</b>	<b>7</b>

## 2.6. Розрахунок комплексної бригади

Комплексну бригаду формують, виходячи з продуктивності провідного механізму. Під провідним розуміється той механізм, простої якого завдають підприємству найбільших економічних втрат.

У нашому випадку, для поступових рубок головного користування, таким механізмом є канатна установка LARIX-3Т. Її продуктивність визначає змінне завдання для всієї бригади.

Як показано в розрахунках (табл. 2.5), для виконання виробничої програми на рубках головного користування необхідна одна канатно-трелювальна установка LARIX-3Т.

Таким чином, для реалізації виробничого плану доцільно задіяти одну комплексну бригаду, яка працюватиме з мобільною канатною установкою LARIX-3Т.

Бригада, що працюватиме з канатно-трелювальною установкою LARIX-3Т здійснюватиме трелювання сортиментів. Загальний склад бригади становитиме 7 осіб, розподілених за видами робіт таким чином:

- виконання звалювання дерев, обрізання гілок і розкряжування – 4 особи;
- трелювання сортиментів – 3 особи.

Отже, для виконання поступових рубок головного користування передбачено задіяти одну бригаду загальною чисельністю 7 працівників.

## 2.7. Складання технологічної карти розробки лісосіки

Технологічна карта розробки лісосіки — це нормативно-технологічний документ, у якому детально описано порядок виконання всіх видів робіт на конкретній лісосіці, що підлягає заготівлі деревини.

Вона включає такі показники:

1. Загальні відомості про лісосіку:
  - місце розташування;
  - площу та її розміри;

- характеристики деревостану (вік, породний склад, середній діаметр і висота дерев);
- тип рубки (суцільна, вибіркова, формувальна тощо).

## 2. Опис технологічного процесу:

- послідовність виконання операцій (звалювання, обрізка гілок, трелювання, розкрязування, навантаження);
- способи виконання робіт (механізовані чи ручні);
- засоби механізації (яка техніка використовується — бензопили, трелювальні установки, лісовози тощо).

## 3. Розподіл праці:

- кількість працівників;
- розподіл за операціями;
- тривалість виконання окремих етапів.

## 4. Вимоги щодо безпеки виконання робіт:

- правила охорони праці;
- протипожежні заходи;
- обмеження для техніки та людей.

## 5. Екологічні вимоги:

- захист ґрунту, підросту, водних об'єктів;
- умови відновлення лісу після рубки.

Технологічна карта дозволяє чітко організувати робочий процес, мінімізувати витрати ресурсів, дотриматися норм безпеки, зменшити екологічні наслідки й забезпечити ефективне виконання лісозаготівельних робіт.

На рис. 2.1 та рис. 2.2 (див. Додаток В) приведені схеми розроблення лісосіки під час виконання поступових рубок головного користування – відповідно базовий і проєктний варіанти.

Основні лісосічні роботи проводяться після завершення підготовчих заходів. Звалювання дерев здійснюється з використанням бензопили Stihl MS

361. Одразу після звалювання дерева звалювальник виконує обрізування гілок і розкрязування стовбура. Таким чином, три технологічні операції виконуються одним механізмом за участю двох працівників – звалювальника та його помічника.

Лісосіка заздалегідь розділяється на пасіки, що мають форму секторів. Роботи починають знизу схилу, спрямовуючи звалені дерева донизу під певним кутом. На місці звалювання одразу здійснюють обрізання гілок і розкрязування. Сортименти транспортуються на верхній або проміжний склад, розташований біля підніжжя схилу, за допомогою однопрогінної канатної установки LARIX-3T. У разі потреби пакет деревини може бути додатково трельований колісним трактором LKT-81 або MT3-82. Вивезення й відвантаження деревини планується здійснювати за допомогою самонавантажувальних лісовозів.

## **2.8. Основні техніко-економічні показники виконання лісосічних робіт**

Основні розрахункові економічні показники діяльності проєктованого підприємства наведено в таблиці 2.6. До ключових показників належать: загальна чисельність працівників, кількість бригад, комплексна норма виробітку та інші важливі параметри.

Таблиця 2.6 – Техніко-економічні показники роботи підприємства

№	Назва показника	Одиниці виміру	Величина
1.	Річний об'єм заготівлі деревини: - з них від поступових РГК	<i>м<sup>3</sup></i>	167650 <b>13720</b>
2.	Кількість робітників на основних роботах: - поступові рубки головного користування	<i>робітн.</i>	7
3.	Комплексний виробіток на одного робітника: - поступові рубки головного користування	<i>м<sup>3</sup>/робітн</i>	7,86
4.	Степінь механізації: - поступові рубки головного користування	<i>%</i>	42,8
5.	Енергоозброєність одного робітника: - поступові рубки головного користування	<i>кВт/роб.</i>	9,6
6.	Кількість бригад: - поступові рубки головного користування	<i>бригад</i>	1
7.	Кількість робітників в бригаді: - поступові рубки головного користування	<i>робітн.</i>	7
8.	Кількість лісосік на поступових рубках головного користування	<i>шт.</i>	57

## 2.9 Заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності

Забезпечення широких можливостей для високопродуктивної і творчої роботи, покращення умов праці – одно із важливих напрямів економічної і соціальної політики.

Забезпечення безпеки праці реалізується як при проектуванні виробничих процесів, так і в процесі їх реалізації. Вирішальним напрямом покращення умов праці, перетворення всіх виробництв в безпечні, являється технічне переозброєння народного господарства безпечною технікою.

Безпека праці забезпечується дотриманням стандартів по безпеці праці, правил по техніці безпеки, санітарних норм і правил, інструкцій по охороні праці.

### 2.9.1 Аналіз стану охорони праці у філії «Вигодське ЛГ»

У філії «Вигодське ЛГ» питання охорони праці та захисту навколишнього середовища перебувають у центрі постійної уваги.

Вдосконалення систем охорони праці, санітарно-гігієнічного забезпечення працівників і профілактика травматизму є ключовими напрямками програми, що впроваджується на підприємстві. Ці аспекти вважаються пріоритетними у зв'язку зі специфікою виробничих процесів, зокрема виконанням складних лісозаготівельних робіт і первинною обробкою деревини, які значною мірою механізовані та потребують використання спеціалізованої лісопромислової техніки. У таких умовах питання техніки безпеки, пожежної охорони та промислової санітарії завжди залишаються актуальними.

Лісокористування у цьому регіоні здійснюється в межах лісів IV категорії, що класифікуються як гірські. Роботи проводяться відповідно до принципів екологічно ощадливого ведення лісового господарства.

Контроль за дотриманням правил техніки безпеки на підприємстві здійснюють керівники служб і виробничих дільниць. На підприємстві створено постійно діючу службу нагляду з числа інженерно-технічних працівників (ІТР), яка відповідає за дотримання вимог охорони праці, пожежної безпеки та промислової санітарії. Ця служба постійно здійснює моніторинг безпеки виробництва, виявляє небезпечні ділянки та організовує заходи з їх усунення та вдосконалення умов праці.

Керівництво службою охорони праці на підприємстві здійснює старший інженер з охорони праці. Він контролює безпечність виконання лісозаготівельних і деревообробних робіт, організовує інформаційно-просвітницьку діяльність у сфері охорони праці, проводить регулярні інструктажі та навчання працівників, а також стежить за технічним станом обладнання, будівель і побутових приміщень. На підприємстві ведеться облік і аналіз показників стану охорони праці, розробляються заходи з її покращення, які закріплюються в колективному договорі.

У структурі філії «Вигодське ЛГ» спостерігається значна неоднорідність у технологічному оснащенні окремих виробничих ділянок. Деякі з них залишаються трудомісткими та маломеханізованими через відсутність сучасної техніки й прогресивних технологій, зокрема на лісосічних роботах, транспортуванні деревини та складських операціях. У межах кваліфікаційної роботи запропоновано низку заходів щодо удосконалення організації, технічного оснащення та технологій лісосічного виробництва. Вони спрямовані на підвищення ефективності виробництва, покращення умов праці та поліпшення екологічної ситуації в регіоні.

Лісосіки очищуються вручну, з наступним спалюванням порубкових залишків. Отриманий попіл використовують як природне добриво. Використання хімічних засобів догляду за молодняками не передбачено, щоб уникнути забруднення водних джерел, ґрунтів, рослин і запобігти негативному впливу на довкілля.

На підприємстві велика увага приділяється профілактиці виробничого травматизму: проводяться всі види інструктажів, навчання й перепідготовка працівників та ІТР, створюються куточки й кабінети техніки безпеки. Вся інформація про навчання й інструктажі фіксується у відповідній документації.

### **2.9.2. Пропозиції щодо покращення стану охорони праці у філії “Вигодське лісове господарство”**

Пропонуємо комплекс заходів, спрямованих на покращення санітарно-гігієнічних умов праці для робітників, задіяних у лісосічних роботах та на верхніх складах (навантажувальних майданчиках), під час виконання різних технологічних операцій:

- для захисту працівників, які працюють з мотоінструментом на лісосіках, від надмірного шуму передбачено використання засобів індивідуального захисту – протишумових навушників або захисних касок;

- з метою зменшення впливу вібрацій запроєктовано використання бензопил з антивібраційною підвіскою ручок, а також противібраційних рукавиць для помічників звалювальників;
- працівникам, які виконують лісосічні роботи, рекомендовано носити спеціальне захисне взуття з металевими вставками;
- для покращення умов харчування передбачається оснастити кожен лісозаготівельну бригаду мобільною контейнерною їдальнею типу С-10;
- для організації відпочинку та обігріву персоналу запроєктовано встановлення обігрівального приміщення типу ЛВ-56Б;
- на операціях трелювання під час поступових рубок головного користування передбачається застосування однопрогінної мобільної канатної установки;
- на навантажувальних майданчиках пропонується використання самонавантажувальних автопотягів, обладнаних гідроманіпуляторною технікою;
- для покращення умов праці лісорубів передбачено забезпечення їх спеціальним робочим одягом, захисним взуттям та індивідуальними засобами захисту від шкідливих виробничих чинників (розрахунок потреб у спецодязі подано в табл. 2.7);
- планується оновлення знаків безпеки на виробничому обладнанні та комунікаціях відповідно до вимог чинного стандарту ДСТУ.

Згідно з чинними нормативами, проведено розрахунок необхідної кількості захисного одягу для працівників, задіяних у лісосічних роботах. Результати наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок потреби в спецодязі на один рік для працівників лісосічних робіт (поступових РГК) філії «Вигодське лісове господарство»

Професія робітника (виконувані операції)	Назва спецодягу	Термін заміни шт/місяць	Кількість працюючих	Загальна к-сть спецодягу
1	2	3	4	5
Звалювальник (звалювання дерев, очищення від гілок, часткове розкрязування)	Костюм бавовняно-паперовий;	1/4	4	12
	рукавиці комбінов.	1/1		48
	чоботи кірзові;	1/6		8
	куртка на підкладці;	1/10		4
	штани ватні	1/6		8
Оператор канатної установки (трельовання деревини)	Костюм бавовняно-паперовий;	1/4	3	9
	рукавиці комбінов.	1/1		36
	чоботи кірзові;	1/6		6
	куртка на підкладці;	1/10		3
	штани ватні	1/6		6

На сьогодні одним із пріоритетних завдань для підприємства є впровадження екологічно безпечних, природозберігаючих і ресурсоефективних технологій у лісозаготівельне виробництво, що є особливо важливим з урахуванням специфіки проведення робіт на гірських схилах.

### 3. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КАНАТНО-ПІДВІСНОЇ УСТАНОВКИ

#### 3.1. Трелювання канатними установками

Трелюванням прийняти вважати процес первинного транспортування звалених дерев або їх частин (стовбурів, сортиментів) з місця звалювання до верхнього (проміжного) складу або місця завантаження для подальшого вивезення. В деяких випадках трелювання може здійснюватись і на нижній склад.

Метою трелювання є переміщення деревини з лісосіки (місця вирубки) до дороги або спеціального складу, збір і накопичення її на цьому складі, звідки її можна легко вивезти.

Основними засобами трелювання є:

- Трелювальні трактори;
- Гужовий транспорт (в наших умовах коні, як правило у важкодоступних, гірських районах);
- Канатні установки – у гірських умовах або на крутих схилах.

За способом трелювання поділяється на:

- Трелювання волоком — деревина волочиться (тягнеться) по землі (найпростіший, але найшкідливіший для ґрунту).
- Напівпідвісне (напівнавантажене) трелювання — частина деревини піднята над землею (за такого способу завдається менше шкоди ґрунту).
- Повітряне трелювання — за допомогою канатних установок, а також аеростатів та гелікоптерів.

Це один із найважливіших етапів у лісозаготівельному процесі, який впливає на продуктивність, стан ґрунтів, а також на екологічний стан лісу.

Раніше канатні установки застосовували переважно в гірських районах або на заболочених ділянках, однак сьогодні їх активно використовують і в

рівнинній місцевості. Це пов'язано з бажанням зберегти ґрунтовий покрив та зменшити витрати на трелювання деревини.

Значний досвід у використанні таких установок мають лісогосподарські підприємства Чехії, оскільки у Чехії розташований один з провідних виробників канатно-підвісних установок компанія “LARIX”.

### **3.2. Класифікація і техніко-технологічні показники канатних установок**

Класифікація канатних установок для трелювання деревини здійснюється за кількома ознаками, зокрема за вантажопідйомністю, конструкцією, способом роботи, напрямом транспортування, умовами використання, кількістю опор, розташуванням привідної станції тощо.

Будь-яка канатна трелювальна установка складається з таких основних елементів: привідного механізму, опорних конструкцій, основної та допоміжної канатно-блочної системи, вантажної каретки та вантажозахоплювального пристрою.

Як привід зазвичай використовуються багатобарабанні лебідки, що працюють від електродвигуна або двигуна внутрішнього згорання — залежно від умов експлуатації.

Основна канатно-блочна система включає:

- несучий канат (у відповідних установках),
- тяговий та вантажний канати,
- поліспасти і блоки, призначені для підвішування та напрямку канатів.

Допоміжна система складається з:

- кріпильних відтяжок,
- талрепів (гвинтових натяжних пристроїв),
- монтажних поліспаств — що забезпечують стабільність і правильне натягування елементів системи.

Вантажна каретка застосовується лише в тих системах, які обладнані несучим канатом, і слугує для переміщення деревини з мінімальним контактом із ґрунтом.

Для трелювання лісоматеріалів під час розробки лісосік із великим запасом деревини зазвичай застосовують стаціонарні канатні установки.

Натомість на лісосіках із невеликим запасом деревини доцільно використовувати мобільні канатні установки, які легше транспортувати та швидше монтувати.

Залежно від конструкції основної канатно-блочної системи, канатні установки поділяються на установки:

- без несучого каната — забезпечують трелювання волоком або в напівпідвішеному стані.
- з несучим канатом — дозволяють виконувати трелювання в напівпідвішеному або повністю підвішеному стані, що зменшує пошкодження ґрунту.

Для виконання нашої кваліфікаційної роботи було обрано мобільну канатну установку, тому у таблиці 3.1 подано класифікацію мобільних канатних лісотransпортних установок.

Однією з ключових характеристик мобільних канатних установок, яка впливає на їхню конструкцію та технологічне застосування, є розташування лебідки та щогли. Залежно від цього параметра мобільні установки поділяються на вмонтовані, навісні та причіпні.

Конструктивні схеми зазначених типів мобільних канатних установок подано на рисунку 3.1.

Для порівняння та подальшого обґрунтування вибору проєктної канатної установки було обрано три моделі навісного типу, а саме: «Larix 3T», «Larix 550» та «MAXWALD».

У таблицях 3.2, 3.3 та 3.4 подано технічні характеристики зазначених моделей мобільних канатних установок.

Таблиця 3.1. – Класифікація мобільних канатних лісотransпортних установок

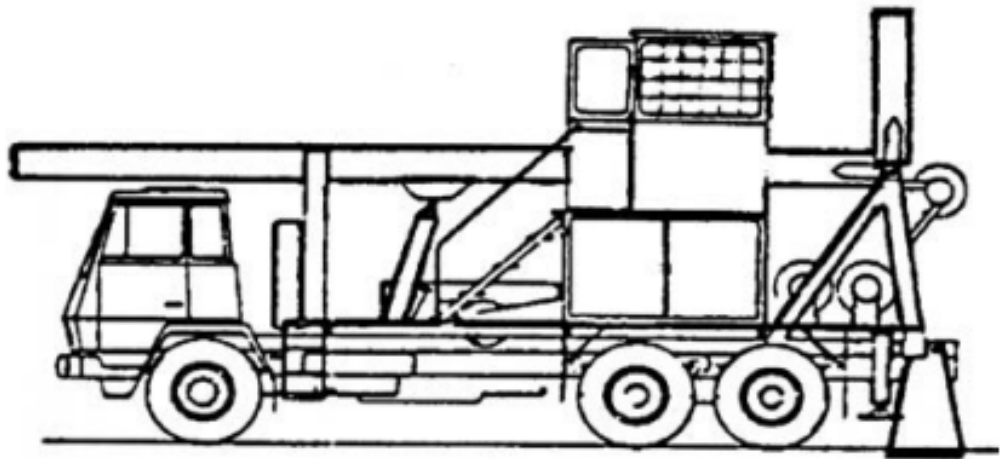
Класифікаційні характеристики	Тип установок	Класифікаційні критерії
1	2	3
Вантажопідіймальність, кН	мала	до 15
	середня	15-30
	велика	понад 30
Спосіб транспортування лісоматеріалів	наземний	більша частина лісоматеріалів торкаються поверхні землі
	напівпід-вісний	менша частина лісоматеріалів торкаються поверхні землі
	підвісний	лісоматеріали транспортуються в повністю підвішеному положенні
Кількість прогонів	однопрогінні	несучий канат закріплюється тільки у двох місцях на кінцевих опорах
	багато-прогінні	несучий канат додатково закріплюється як мінімум на одній проміжній опорі
Кількість канатів	двоканатні	наявність несучого і тягового підіймального канатів
	триканатні	наявність несучого, тягово-підіймального і зворотного канатів
	чотирикана-тні	наявність несучого, тягового, підіймального і зворотного канатів
Технологічний принцип	трелювальні	Здійснюють підтягування лісоматеріалів до несучого канату та їх транспортування
	трелювально навантажувальні	Здійснюють підтягування лісоматеріалів до несучого канату, їх транспортування та штабелювально-навантажувальні роботи
	гірські лісові комбайни	Здійснюють підтягування дерев до несучого канату, їх транспортування, обрізування гілок і сучків, розкряжування стовбурів та штабелювально-навантажувальні роботи
Кількість позицій	односторонні	транспортування деревини з однієї лісосіки
	двосторонні	транспортування деревини з двох відокремлених лісосік
Розташування лебідки, щогли	вмонтовані	лебідку і щоглу змонтовано на шасі базової машини
	навісні	лебідку і щоглу змонтовано на навісному пристрої базової машини
	причіпні	лебідку і щоглу змонтована на причіпному шасі

## Продовження таблиці 3.1

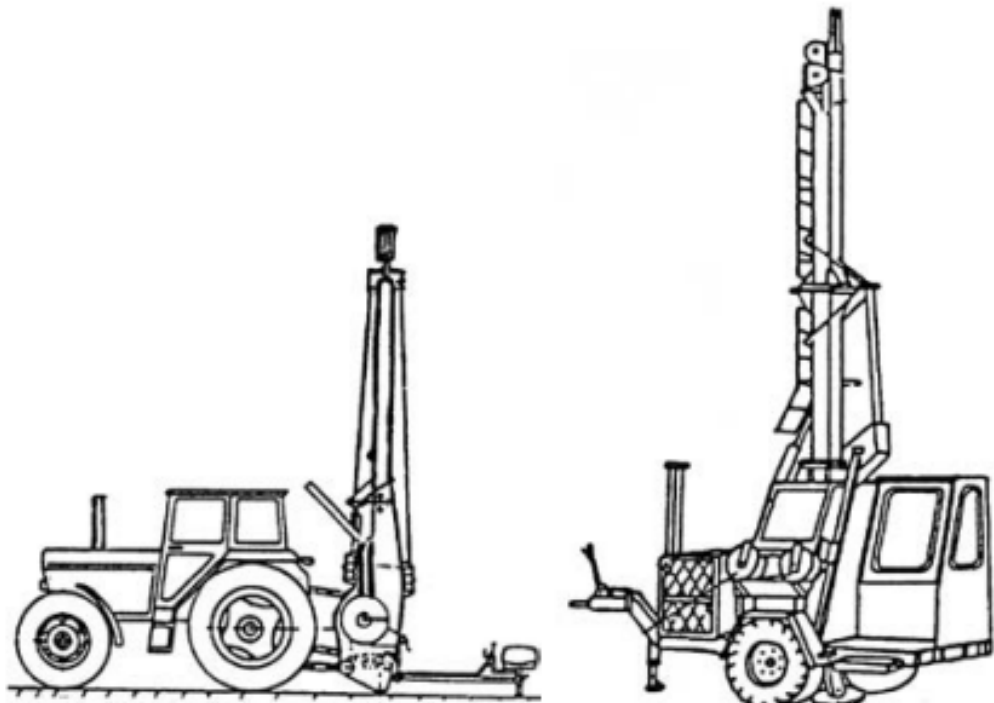
Довжина несучого канату	коротко-дистанційні	до 350 м
	середньо-дистанційні	350-500 м
	довго-дистанційні	500 м і більше
Напрямок транспортування	вверх схилом	лісоматеріали транспортуються тільки вгору схилом
	вниз схилом	лісоматеріали транспортуються тільки вниз схилом
	Вгору або вниз схилом	лісоматеріали транспортуються як вгору, так і вниз схилом
Спосіб управління	безпосереднє	безпосередньо важелями, педалями тощо
	дистанційне	дистанційне управління лебідкою або дистанційне управління лебідкою і кареткою
Тип рушія	гусеничний	лебідка, щогла та система управління змонтовані на базі гусеничної техніки
	колісний	лебідка, щогла та система управління змонтовані на автомобілях, колісних тракторах, та причепах

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики мобільної канатної установки «Larix 3T»

Найменування параметрів	Величина
Максимальна віддаль трелювання, м	650
Максимальна вантажопідйомність, т	3,0
Висота щогли, м:	
- в робочому положенні	7,5
- в транспортному положенні	3,8
Довжина несучого каната, м	650
Діаметр несучого каната, мм	18
Довжина тягово-вантажопідйомного канату, м	1625
Діаметр тягово-вантажопідйомного канату, мм	12,5
Довжина допоміжного каната, м	1600
Діаметр допоміжного каната, мм	5
Максимальна віддаль підтрелювання, м	до 90
Швидкість намотування каната, м/с:	
- з вантажем	2,2
- без вантажу	4,5



а) вмонтовані



б) навісні

в) причіпні

Рисунок 3.1. – Основні типи мобільних канатних установок

Загальний вигляд і компонування досліджуваних марок і моделей мобільних канатно-підвісних установок наведені на рисунках 3.2, 3.3 та 3.4.



Рисунок 3.2. Загальний вигляд мобільної канатно-підвісної установки «Larix 3T»





Рисунок 3.3 – Загальний вигляд мобільної канатно-підвісної установки «Larix 550»

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики канатної мобільної установки «Larix 550»

№ п/п	Найменування параметрів	Величина
1	Довжина траси, м	550
2	Вантажопідйомність, т	2
3	Висота щогли в робочому положенні, м	5,4
4	Швидкість канатів при 1400 об/хв, м/с	
	робочий канат	
	робочий напрямок	1,4
	порожняковий напрямок	3,6
	допоміжний канат	
	напрямок до щогли	2,0-2,3
	напрямок від щогли	4,3-5,0
	вантажний канат	0,6-0,8
	несучий канат	
	при демонтажі	0,3-0,9
	при натяжці	0,7
5	Зусилля в канатах, кН	
	несучий канат	39
	робочий канат	19
	вантажний канат	30
	допоміжний канат	6
6	Маса канатної дороги, кг	3780



Рисунок 3.4 – Загальний вигляд мобільної канатно-підвісної установки «MAXWALD»

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики канатної мобільної установки «MAXWALD»

Найменування показників	Одиниця виміру	Величина
Базова машина: колісний трактор з потужністю двигуна не менше	к.с.	30
Вантажопідйомність системи	кг	600-1000
Навісна однобарабанна лебідка:		
▪ розрахункове тягове зусилля	т	3,5
▪ діаметр канату	мм	6
▪ канатоємність барабану	м	240
▪ швидкість намотування канату	м/сек.	0,5-1,1
▪ маса	кг	135
Діаметр несучого канату	мм	10,5-12,0
Транспортна каретка:		
▪ вантажопідйомність	кг	1000
▪ кількість кодових коліс	шт.	2
▪ маса	кг	36
Віддаль підтягування зі сторони, не більше	м	30
Орієнтовний час підготовки до роботи	год.	2

### 3.3. Порівняльні розрахунки продуктивностей канатно-підвісних установок

З метою обґрунтування вибору марки і моделі канатної установки для умов, визначених у вихідному завданні, а також з урахуванням специфіки роботи філії «Вигодське лісове господарство», виконаємо порівняльний аналіз продуктивності різних типів канатних установок."

Змінну продуктивність канатно-підвісної установки (КПУ) визначаємо за такою залежністю:

$$P_{зм} = \frac{(T-t_{п.з.}) * C_t * Q_{п}}{\sum_{i=4}^4 t_i}, \quad (3.1)$$

Роз'яснення до формули 3.1, а також усі необхідні розрахунки подано в Додатку Б.

Після підстановки відповідних значень (з врахуванням технічних характеристик різних установок) було визначено змінну продуктивність цих канатних установок.

Продуктивність визначали для кожної з вищенаведених установок на відстані трелювання 100, 150, 200 і 250 м.

За результатами розрахунків, для наочності і для проведення порівняльного аналізу роботи канатних установок побудували графіки залежностей продуктивностей різних канатно-підвісних установок від середньої відстані трелювання і від швидкості переміщення вантажної каретки.

Для установки LARIX-3T при середній відстані трелювання 150 м змінна продуктивність становить 59,0 м<sup>3</sup>.

Аналогічним чином виконуємо розрахунок продуктивності канатних установок LARIX-550 та MAXWALD, враховуючи їх вантажопідйомність (обсяг трельованої пачки) та інші технічні параметри, зокрема швидкість трелювання і підтрелювання деревини.

Середній об'єм трельованої пачки за технічними характеристиками становить:  $Q_n = 1,6 \text{ м}^3$  для LARIX-550 та  $Q_n = 0,8 \text{ м}^3$  для MAXWALD. Підставивши ці дані, отримали такі значення продуктивності:

- для LARIX-550 – 45,4 м<sup>3</sup>;
- для MAXWALD – 29,0 м<sup>3</sup>.

Для наочності побудуємо графіки залежності продуктивностей цих канатних установок від середньої довжини трельовання (рис. 3.5) і швидкості трельовання (рис. 3.6).

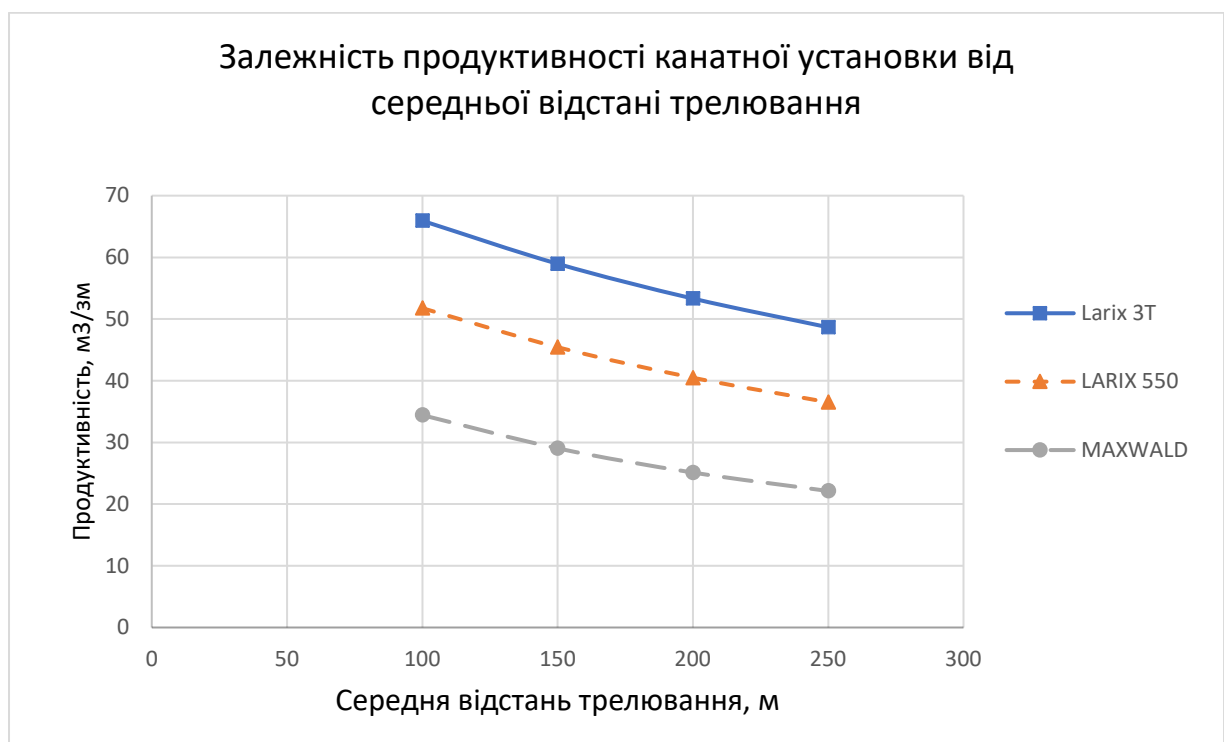


Рисунок 3.5 – Залежність продуктивності канатної установки від середньої відстані трельовання

Як видно з графіків, що відображають залежність продуктивності трьох моделей канатно-підвісних установок (LARIX-3T, LARIX-550 та MAXWALD) від середньої відстані трельовання, з її збільшенням продуктивність усіх установок знижується. Це пояснюється тим, що зі зростанням відстані збільшується час, необхідний як на транспортування деревини, так і на подачу вантажозахоплювальних пристроїв до місця зачеплення. Серед проаналізованих моделей найвищу продуктивність при

однакових умовах демонструє установка LARIX-3T, що обумовлено її більшою вантажопідйомністю (обсягом трельованого матеріалу).

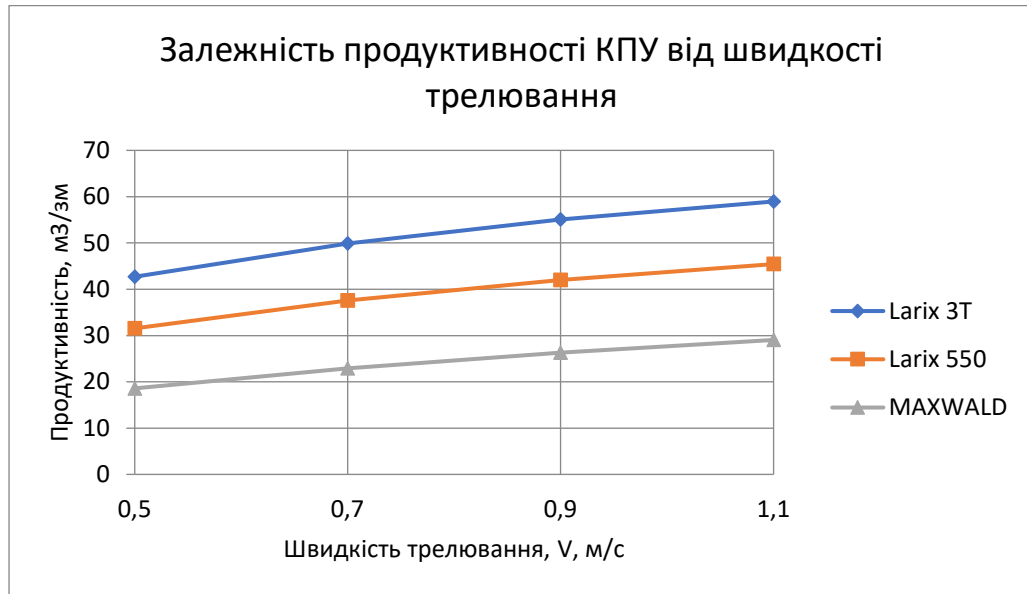


Рисунок 3.6 – Залежність продуктивності канатної установки від швидкості трельовання

Тому для наших конкретних умов, з урахуванням змінного обсягу робіт у  $55 \text{ м}^3$ , доцільним буде використання саме установки LARIX-3T, яка при середній відстані трельовання  $150 \text{ м}$  забезпечує продуктивність  $60,0 \text{ м}^3$ , а при середній відстані  $200 \text{ м}$  –  $54,0 \text{ м}^3$ . Цієї продуктивності цілком достатньо для виконання змінного завдання, оскільки середня відстань трельовання коливається в межах  $100\text{-}200 \text{ м}$ . Застосування установок LARIX-550 та MAXWALD у цьому випадку було б неефективним через те, що ці установки не забезпечили б потрібної змінної продуктивності. А у випадку використання установки MAXWALD потрібно було би використовувати дві таких установки, що призвело би до зайвих економічних витрат і підвищеної трудомісткості.

## ВИСНОВКИ

Огляд виробничого процесу філії “Вигодське лісове господарство” ДП “Ліси України” засвідчив, що технологія виконання основних лісосічних робіт, зокрема суцільних рубок головного користування (РГК), базується на техніці, яка є фізично зношеною та морально застарілою, що призводить до значного негативного впливу на довкілля.

На трелювальних роботах використовують колісні трелювальні трактори ЛКТ-81, гусеничний трактор ТДТ-55А, а також універсальні трактори МТЗ-82. Застосування цієї техніки має негативний вплив на лісову екосистему — передусім на ґрунтовий покрив, підріст і підлісок.

Ми запропонували використовувати для спуску деревини з гірських схилів однопрогінну мобільну канатну установку LARIX-3Т. Застосування цього обладнання сприятиме кращому збереженню підросту цінних деревних порід, зменшенню ерозійних процесів на лісосіках і, як наслідок, покращить умови для природного відновлення лісу.

Було проведено порівняльний аналіз продуктивності різних типів мобільних канатно-підвісних установок, за результатами якого підтверджено та обґрунтовано доцільність вибору установки LARIX-3Т.

Окрім цього, виконано розрахунки потрібної кількості спеціального робочого одягу для працівників, а також засобів індивідуального захисту.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Шкіря Т.М. Технологія і машини лісосічних робіт. Львів.– 2003. – 346 с.
2. Магура Б.О. Основи лісоексплуатації. Конспект лекцій. – Львів: НЛТУ України, 2013.– 136 с.
3. Гриб В. М., Грушанський О. А., Магура Б. О., Сендонін С. Є. Основи лісоексплуатації : навчальний посібник (частина II). Київ : РВВ НУБіП України, 2021. 314 с.
4. Кий В.В. Технологія і машини лісосічних робіт. Матеріали до технологічних розрахунків. Львів, 1999р.-38с.
5. Адамовський М.Г. Підвісні канатні лісотранспортні системи: навч. посібник / Адамовський М.Г.. Мартинців М П.. Бадера Й.С. - К.: ІЗМН. 1997.-156 с.
6. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25 червня 1991 року № 1264-ХІІ.
7. Лісовий кодекс України від 21 січня 1994 року № 3852-ХІІ.
8. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України "Про затвердження Правил рубок головного користування в гірських лісах Карпат" від 12 травня 2014 року № 179.
9. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України "Про затвердження Інструкції з ведення лісового господарства в гірських умовах Українських Карпат" від 27 грудня 2017 року № 501.
10. Білоус А.М., Парпан В.І., Стойко С.М. Лісівництво. - Львів: Світ, 2001. - 432 с.
11. Генсірук С.А., Стецюк Н.О., Стецюк В.Б. Лісове господарство. - Київ: Вища школа, 2004. - 464 с.
12. Гузь М.М., Заячук В.Я., Цилюрик А.В. Лісознавство. - Львів: Світ, 2002. - 352 с.
13. Мельник Л.Г. Екологія лісу. - Київ: Фітосоціоцентр, 2001. - 304 с.

14. Офіційний сайт Вигодського лісового господарства: [<https://vygod Forestry.com.ua/>](<https://vygod Forestry.com.ua/>)
15. Парпан В.І., Коржов В.Л. Проблеми удосконалення лісокористування в Карпатах// На- ук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2003, вип. 13.3. – С. 272-278.
16. Лісове господарство України / Київ: ТОВ "Видавничий дім "ЕКО-інформ", 2009. – 71 с.
17. Коржов В. Л. До питання класифікації канат-них лісотранспортних систем I Матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 80-річчю з дня народження П.С. Пастернака «Наукові основи ведення сталого лісового господарства» // В.Л. Коржов, В.С. Кудра. - Івано-Франківськ, 2005.- С. 146-149.
18. Коржов В. Л. Конструктивно-технологічні особливості мобільних канатних лісотранспортних установок вмонтованого типу / В.Л. Коржов, В.С. Кудра // Промислова гідравліка і автоматика. - 2010. - №3 (29).- С . 18-20.
19. Библиук Н. І. Лісотранспорт в Українських Карпатах: головні етапи і тенденції розвитку // Лісова інженерія: техніка, технологія і довкілля / Науковий вісник, 2004, вип. 14.3. – с. 183-194.
20. Стиранівський О. А. Вибір типу лісотранспортного засобу // Лісовий і мисливський журнал. – 2005, № 5. – С. 24-25.
21. Библиук Н., Библиук М. Екологічні аспекти гірської лісозаготівлі // Праці НТШ. Т. 2. – 1998. – С. 586-600.
22. Рамкова конвенція про охорону та сталий розвиток Карпат. Ратифіковано Законом України, № 1672-ІУ від 07.04.2004 р.
23. Закон України "Про мораторій на проведення суцільних рубок на гірських схилах в ялицево-букових лісах Карпатського регіону" 10.02.2002, № 1436-III.
24. Генсірук С. А. Ліси Українських Карпат та їх використання. – К.: Урожай, 1964. – 292 с.

25. Сабадир А.І., Зібцев С.В. Першочергові кроки в напрямку екологізації технологій лісового господарства України// Наук. вісник НАУ: Лісівництво. – К.: НАУ. – 2000, вип. 46. – С. 196-204.

26. CABLEWAY LARIX 3T – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.forest-machinery.cz/forest-cableways/tower-yarder-larix>

27. Тайфун – кращі лебідки для лісозаготівель. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://lebedka.ua/tajfun>.

# ДОДАТКИ

### Пояснення до формул (див. таблиця 2.3)

#### Звалювання дерев:

Змінна продуктивність бензиномоторної пили на звалюванні дерев може бути визначена згідно формули:

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

де  $T$  – тривалість робочої зміни, с;  $C_t$  - коефіцієнт використання пили по часу на звалюванні дерев,  $C_t = 0,28$ ; [4], ст.7;  $t$  – час, що витрачається на обробку одного дерева;  $q_{cm}$  – середній об'єм стовбура дерева,  $\text{м}^3$ .

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

де  $t_1$  - час на перехід від одного дерева до другого,  $t_1 \approx 2,5$ с на 1м шляху (прийнемо середню віддаль між деревами рівною 10 м, тоді  $t_1 \cong 25$ с);

$t_2$  - час на підпилювання дерева, с.

$$t_2 = \frac{2 * F_{\Pi}}{П_{\Pi} * C_{\Pi}}, \text{ с,}$$

де  $F_{\Pi}$  - площа підпили,  $\text{см}^2 / \text{сек}$ .

$$F_{\Pi} \approx \frac{1}{3} * \frac{\pi * d_{\kappa}^2}{4}, \text{ м}^2,$$

де  $d_{\kappa}$  - діаметр колоди у відземку, м.

Діаметр колоди у відземку знаходимо за формулою

$$d_{\kappa} = C_K * d_0, \text{ м,}$$

де  $C_K$  - коефіцієнт збіжистості,  $C_K = 1,1 \dots 1,25$ ;  $d_0$  - діаметр колоди на висоті грудей, м.

Діаметр колоди на висоті груді рівний

$$d_0 = 1,25 * \sqrt{\frac{q_{cm}}{L_{cm}}} = 1,25 * \sqrt{\frac{0,72}{24,0}} = 0,22 \text{ м}$$

Тоді діаметр колоди у відземку рівний

$$d_{\kappa} = C_K * d_0 = 1,2 * 0,2 = 0,26 \text{ м,}$$

Площа підпили

$$F_{II} \approx \frac{1}{3} * \frac{\pi * d_k^2}{4} = \frac{1 * 3,14 * 0,26^2}{3 * 4} = 0,018 \text{ м}^2$$

$$t_2 = \frac{2 * F_{II}}{P_{II} * C_{II}} = \frac{2 * 0,018}{0,017 * 0,55} = 3,9 \text{ с}$$

$t_3$  - час на перехід звалювальника від підпилу до спилювання, с,  $t_3 \approx 6$  с.

$t_4$  - час на виконання спилювання, с.

$$t_4 = \frac{\frac{\pi d_k^2}{4} * F_{II} - F_H}{P_{II} * C_{II}} = \frac{3,14 * 0,26^2}{4} - 0,015 - 0,005}{0,017 * 0,55} = 3,6 \text{ с}$$

Підставивши дані отримаємо, що сумарний час циклу звалювання дерева рівний

$$t = 25 + 3,9 + 6,0 + 3,6 = 38,5 \text{ с}$$

Приймаємо сумарний час циклу звалювання дерева 50 с.

Продуктивність пили на звалюванні при виконанні поступових рубань головного користування буде становити:

$$P = \frac{T * C_t * q_{cm}}{t} = \frac{28800 * 0,25 * 0,72}{60,0} = 86,4 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

### **Очищення дерев від гілок:**

При виконанні поступових рубань головного користування продуктивність бензопили Stihl MS 361 на обрізуванні гілок визначається за формулою:

$$P = \frac{T * C_1 * P_{II} * q_{CT}}{f}, \text{ м}^3$$

де  $T$  – тривалість робочої зміни, с;  $C_1$  - коефіцієнт використання пили по часу на звалюванні дерев  $C_1 = 0,15 \dots 0,2$ ; [4], ст.10.  $q_{CT}$  – середній об'єм стовбура дерева,  $\text{м}^3$ ;  $f$  - загальна площа зрізу гілок на одному дереві,  $\text{м}^2$ ,  $f = 0,4 \text{ м}^2$ ; [4], ст.11.  $P_{II}$  – продуктивність чистого пиляння мотоінструмента,  $\text{м}^2/\text{с}$ ,  $P_{II} = 0,005 \dots 0,013 \text{ м}^2/\text{с}$ ; [5] ст.6.

Підставивши дані отримаємо:

$$П = \frac{T * C_1 * П_П * q_{CT}}{f} = \frac{28800 * 0,15 * 0,008 * 0,72}{0,3} = 82,98 \approx 83 м^3$$

### **Розкрязування стовбурів:**

При розкрязуванні стовбурів бензопилою на лісосіці її змінна продуктивність визначається згідно формули:

$$П = \frac{T \cdot q_{cm} \cdot f_1 \cdot f_2}{t_u}, м^3,$$

де  $T$  – тривалість зміни, с;  $q_{cm}$  – середній об'єм стовбура, м<sup>3</sup>;  $f_1$  – коефіцієнт використання робочого часу,  $f_1 = 0.55...0.60$ ;  $f_2$  – коефіцієнт використання машинного часу,  $f_2 = 0.65...0.75$ ;  $t_u$  – тривалість циклу розкрязування стовбура, с.

$$t_u = \frac{t \cdot n}{C_0}, с,$$

де  $t$  – час, що втрачається на один переріз стовбура, с;  $n$  – число перерізів, що припадає на один стовбур;  $C_0$  – коефіцієнт, що враховує тривалість переходів від пропилу до пропилу вздовж стовбура,  $C_0=0,7$ .

Тривалість одного перерізу стовбура визначається:

$$t = \frac{L_n}{V_n} = \frac{0,22}{0,008} = 27,5 с$$

де  $L_n$  – шлях насунання пили, м,  $L_n \approx d_0$ . ( $d_0=0,22$  м для рубок головного користування);  $V_n$  – швидкість насунання пили під час пиляння, м/с, (приймається в межах 0.001...0.008 м/с).

Кількість перерізів на один стовбур розраховується згідно формули

$$n = \frac{L_{cm}}{l_{сорт}} \pm 1, пропилів,$$

де  $l_{сорт}$  – середня довжина сортиментів, що випилюються, м,  $l_{сорт}=6,0$ м.

Підставивши дані отримаємо, що кількість різів

$$n = \frac{L_{cm}}{l_{cорт}} \pm 1 = \frac{24,0}{6,0} - 1 = 3 \text{ різи}$$

$$t_y = \frac{t \cdot n}{C_0} = \frac{27,5 \cdot 3}{0,7} = 117,8 \approx 118 \text{ с}$$

Продуктивність бензопили на розкрязуванні для рубок головного користування рівна:

$$П = \frac{T \cdot q_{cm} \cdot f_1 \cdot f_2}{t_y} = \frac{28800 \cdot 0,72 \cdot 0,6 \cdot 0,75}{118} = 79,1 \text{ м}^3$$

**Комплексна продуктивність бензопили Stihl MS 361 на операціях звалювання, обрізування гілок, розкрязування** рівна:

$$П_K = \frac{П_{ЗВ} \cdot П_{ОБР} \cdot П_P}{П_{ЗВ} \cdot П_{ОБР} + П_{ЗВ*} \cdot П_P + П_{ОБР} \cdot П_P}, \text{ м}^3$$

Для рубок головного користування:

$$П_K = \frac{86,4 \cdot 83,0 \cdot 79,1}{86,4 \cdot 83,0 + 86,4 \cdot 79,1 + 83,0 \cdot 79,1} = 27,5 \text{ м}^3$$

### **Трелювання канатно-підвісною установкою:**

Змінна продуктивність однопрогінної канатної установки (ОКУ) Larix-3Т може бути визначена згідно формули:

$$П_{зм} = \frac{(T - t_{нз}) * C_t * Q}{\sum t}, \quad \text{м}^3 / \text{зм}$$

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

де  $Q$  – середній об'єм пачки, що трелюється,  $\text{м}^3$ ;  $Q \approx 2,8 \dots 3,2 \text{ м}^3$ ;  $t_{нз}$  – час на виконання підготовчо-заключних робіт, с;  $t_{нз} \approx 1800 \text{ с}$ ;  $C_t$  – коефіцієнт використання робочого часу,  $C_t = 0,85 \dots 0,9$ ;  $t_1, t_2$  – час відповідно переміщення вантажу на навантажувальний пункт і подання причіпних приспособлень до місця чокерування деревини, с;  $t_3$  – час на чокерування дерев, с;  $t_4$  – час на відчеплення пачки на навантажувальному пункті, с.

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

де  $l_{cep}$  – середня віддаль трелювання, м; (приймається рівною половині довжини канатної установки; враховуючи, що запроєктована канатна установка може здійснювати трелювання деревини на віддаль до 400м, середня віддаль трелювання буде –200м);  $V_x, V_p$  – середня швидкість руху каретки канатної підвісної установки, відповідно, в порожняковому і вантажному напрямках та поданні причіпних приспособлень до місця чокування деревини, м/с,  $V_x \approx 1,2...3,5$  м/с;  $V_p \approx 0,35...0,6$  м/с.

$$t_1 = \frac{l_{cep}}{V_x} = \frac{200}{2,0} = 100c; \quad t_2 = \frac{l_{cep}}{V_p} = \frac{200}{0,5} = 400c$$

Значення  $t_3, t_4$  (с/рейс) можна визначити за емпіричними залежностями

$$t_3 = A_0 * Q, c, \quad t_4 = B_0 + C_0 * Q, c,$$

де  $A_0, B_0, C_0$  - емпіричні коефіцієнти, значення яких приведені у довідковій літературі,  $A_0 = 186; B_0 = 162; C_0 = 10,8$ ; [4], ст.25.

$$t_3 = A_0 * Q = 186 * 3,0 = 558c; \quad t_4 = B_0 + C_0 * Q = 162 + 10,8 * 3,0 = 194,4c$$

Підставивши дані вирахуємо продуктивність канатної установки Lagix-3T при проведенні поступових РГК:

$$\Pi_{зм} = \frac{(T - t_{нз}) * C_t * Q}{\sum t} = \frac{(28800 - 1800) * 0,85 * 3,0}{100 + 400 + 558 + 194,4} = 54,9 \approx 55 m^3 / зм$$

### **Транспортування самонавантажувальним автопоїздом:**

Змінна продуктивність самонавантажувальних автомобілів визначається згідно формули:

$$\Pi = \frac{(T - t_{нз}) * C_1 * G * C_q * 1}{L_{cep} * t + t_1 + t_2} * \frac{1}{q * y}, \frac{m^3}{зм},$$

де  $T$  – тривалість зміни, с;

$t_{нз}$  – час виконання підготівельно-заключних робіт, с,

$$t_{нз} = 1200...1800c;$$

$C_1$  – коефіцієнт використання робочого часу,  $C_1 = 0.85...0.9$ ;

$G$  – рейсове навантаження автопоїзда,  $H$ ;  $G \approx 100000$  Н;

$C_q$  – коефіцієнт використання вантажопід'ємності автопоїзда,

$$C_q = 0.95 \dots 0.97;$$

$L_{сер}$  – середня віддаль вивезення деревини,  $км$ ,  $L_{сер} = 30$  км;

$t$  – час, що витрачається на проїзд 1 км шляху автопоїздом в обидвох напрямках,  $с$ .

$$t = \frac{1000}{V_c} = \frac{1000}{8} = 125с,$$

де  $V_c$  – середня швидкість руху автопоїзда в обидвох напрямках,  $м/с$ ,

$$V_c = 7 \dots 10 м/с;$$

$t_1, t_2$  – час, необхідний для завантаження і розвантаження автопоїзда,  $t_1 = 1200 \dots 1800с$ ;  $t_2 = 180 \dots 300с$ ;

$\rho$  – щільність свіжозрубаної деревини,  $кг/м^3$ ,  $\rho = 800 \dots 850$   $кг/м^3$ ;

$q$  – прискорення вільного падіння,  $м/с^2$ .

Підставивши дані отримаємо:

$$П = \frac{(T - t_{нз}) * C_1 * G * C_q}{L_{сер} * t + t_1 + t_2} * \frac{1}{q * \rho} = \frac{(28800 - 1800) * 0,85 * 100000 * 0,95}{30 * 125 + 1500 + 250} * \frac{1}{10 * 850} = 46,6 м^3$$

**Пояснення до формули 3.1:**

де  $Q_{\text{п}}$  – середній об'єм пачки що трелюється,  $\text{м}^3$ ,  $Q_{\text{п}} = 2,4 \text{ м}^3$ ;  
 $t_{\text{п.з.}}$  – час на підготовчо-заклучні роботи, с; Так як лісосічні роботи проводяться виключно в осінньо-зимовий період то,  $t_{\text{п.з.}} = 2400 \text{ с}$ ;  
 $t_1$  – час на формування пачки, с,  $t_1 = a_0 * Q_{\text{п}}$ ;  
 $t_2$  – час на відчеплювання пачки, с,  $t_2 = b_0 + c_0 * Q_{\text{п}}$ ;  
 $a_0, b_0, c_0$  - коефіцієнти,  $a_0 = 138, b_0 = 126, c_0 = 7,8$ ;  
 $t_3$  – час на підтрелювання пачки, с;  
 $t_4$  – час на трелювання пачки і подачі причіпних приспособлень на лісосіку, с.

$$t_1 = 138 * 2,4 = 331 \text{ с};$$

$$t_2 = 126 + 7,8 * 2,4 = 145 \text{ с};$$

$$t_3 = \frac{2S_{\text{сер}}}{v_{\text{сер1}}} = \frac{50}{0,45} = 111 \text{ с};$$

$$t_4 = \frac{2l_{\text{сер}}}{v_{\text{сер2}}} = \frac{300}{1,1} = 273 \text{ с};$$

де  $S_{\text{сер}}$  – середня віддаль підтрелювання, м;  $S_{\text{сер}} = 25 \text{ м}$ );

$v_{\text{сер1}}$  – середня швидкість підтрелювання, м/с;

$l_{\text{сер}}$  – середня відстань трелювання, м;  $l_{\text{сер}} = 150 \text{ м}$ ;

$v_{\text{сер2}}$  – середня швидкість трелювання, м/с;  $v_{\text{сер2}} = 1,1 \text{ м/с}$ .

$$v_{\text{сер1}} = \frac{v_{\text{п}} + v}{2} = \frac{0,6 + 0,3}{2} = 0,45 \text{ м/с}$$

де  $v_{\text{п}}$  – швидкість підтрелювання пачки до несучого канату, м/с;  $v_{\text{п}} = 0,6 \text{ м/с}$ ;

$v$  – середня швидкість підтягування вантажопристроїв до місця причеплення пачки, м/с;  $v = 0,3 \text{ м/с}$ .

На виході ми маємо таку змінну продуктивність КПУ:

$$П_{\text{зм}} = \frac{(28800 - 2400) * 0,8 * 2,4}{331 + 145 + 111 + 273} = 59 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Змінна продуктивність КПУ «LARIX 550» визначається згідно формули:

$$П_{з\text{м}} = \frac{(T - t_{\text{п.з.}}) * C_t * Q_{\text{п}}}{\sum_{i=1}^4 t_i},$$

де  $Q_{\text{п}}$  – середній об’єм пачки що трелюється,  $\text{м}^3$ ,  $Q_{\text{п}} = 1,6 \text{ м}^3$ ;  
 $t_{\text{п.з.}}$  – час на підготовчо-заклучні роботи, с; Так як лісосічні роботи проводяться виключно в осінньо-зимовий період то,  $t_{\text{п.з.}} = 2400 \text{ с}$ ;  
 $t_1$  – час на формування пачки, с,  $t_1 = a_0 * Q_{\text{п}}$ ;  
 $t_2$  – час на відчеплювання пачки, с,  $t_2 = b_0 + c_0 * Q_{\text{п}}$ ;  
 $a_0, b_0, c_0$  - коефіцієнти,  $a_0 = 138, b_0 = 126, c_0 = 7,8$ ;  
 $t_3$  – час на підтрелювання пачки, с;  
 $t_4$  – час на трелювання пачки і подачі причіпних приспособлень на лісосіку, с.

$$t_1 = 138 * 1,6 = 221 \text{ с};$$

$$t_2 = 126 + 7,8 * 1,6 = 139 \text{ с};$$

$$t_3 = \frac{2S_{\text{сер}}}{v_{\text{сер1}}} = \frac{50}{0,45} = 111 \text{ с};$$

$$t_4 = \frac{2l_{\text{сер}}}{v_{\text{сер2}}} = \frac{300}{1,1} = 273 \text{ с};$$

де  $S_{\text{сер}}$  – середня віддаль підтрелювання, м;  $S_{\text{сер}} = 25 \text{ м}$ );

$v_{\text{сер1}}$  – середня швидкість підтрелювання, м/с;

$l_{\text{сер}}$  – середня відстань трелювання, м;  $l_{\text{сер}} = 150 \text{ м}$ ;

$v_{\text{сер2}}$  – середня швидкість трелювання, м/с;  $v_{\text{сер2}} = 1,1 \text{ м/с}$ .

$$v_{\text{сер1}} = \frac{v_{\text{п}} + v}{2} = \frac{0,6 + 0,3}{2} = 0,45 \text{ м/с}$$

де  $v_{\text{п}}$  – швидкість підтрелювання пачки до несучого канату, м/с;  $v_{\text{п}} = 0,6 \text{ м/с}$ ;

$v$  – середня швидкість підтягування вантажопристроїв до місця причеплення пачки, м/с;  $v = 0,3 \text{ м/с}$ .

На виході ми маємо таку змінну продуктивність КПУ:

$$П_{з\text{м}} = \frac{(28800 - 2400) * 0,8 * 1,6}{221 + 139 + 111 + 273} = 45 \text{ м}^3/\text{з\text{м}}$$

Змінна продуктивність КПУ «MAXWALD» визначається згідно формули:

$$P_{зм} = \frac{(T - t_{п.з.}) * C_t * Q_{п}}{\sum_{i=1}^4 t_i},$$

де  $Q_{п}$  – середній об'єм пачки що трелюється, м<sup>3</sup>,  $Q_{п} = 0,8$  м<sup>3</sup>;

$t_{п.з.}$  – час на підготовчо-заклучні роботи, с; Так як лісосічні роботи проводяться виключно в осінньо-зимовий період то,  $t_{п.з.} = 2400$  с;

$t_1$  – час на формування пачки, с,  $t_1 = a_0 * Q_{п}$ ;

$t_2$  – час на відчеплювання пачки, с,  $t_2 = b_0 + c_0 * Q_{п}$ ;

$a_0, b_0, c_0$  - коефіцієнти,  $a_0 = 138, b_0 = 126, c_0 = 7,8$ ;

$t_3$  – час на підтрелювання пачки, с;

$t_4$  – час на трелювання пачки і подачі причіпних приспособлень на лісосіку, с.

$$t_1 = 138 * 0,8 = 110 \text{ с};$$

$$t_2 = 126 + 7,8 * 0,8 = 132 \text{ с};$$

$$t_3 = \frac{2S_{сер}}{v_{сер1}} = \frac{30}{0,45} = 67 \text{ с};$$

$$t_4 = \frac{2l_{сер}}{v_{сер2}} = \frac{300}{1,1} = 273 \text{ с};$$

де  $S_{сер}$  – середня віддаль підтрелювання, м;  $S_{сер} = 15$  м);

$v_{сер1}$  – середня швидкість підтрелювання, м/с;

$l_{сер}$  – середня відстань трелювання, м;  $l_{сер} = 150$  м;

$v_{сер2}$  – середня швидкість трелювання, м/с;  $v_{сер2} = 1,1$  м/с.

$$v_{сер1} = \frac{v_{п} + v}{2} = \frac{0,6 + 0,3}{2} = 0,45 \text{ м/с}$$

де  $v_{п}$  – швидкість підтрелювання пачки до несучого канату, м/с;  $v_{п} = 0,6$  м/с;

$v$  – середня швидкість підтягування вантажопристроїв до місця причеплення пачки, м/с;  $v = 0,3$  м/с.

На виході ми маємо таку змінну продуктивність КПУ:

$$P_{зм} = \frac{(28800 - 2400) * 0,8 * 0,8}{110 + 132 + 67 + 273} = 29 \text{ м}^3/\text{зм}$$

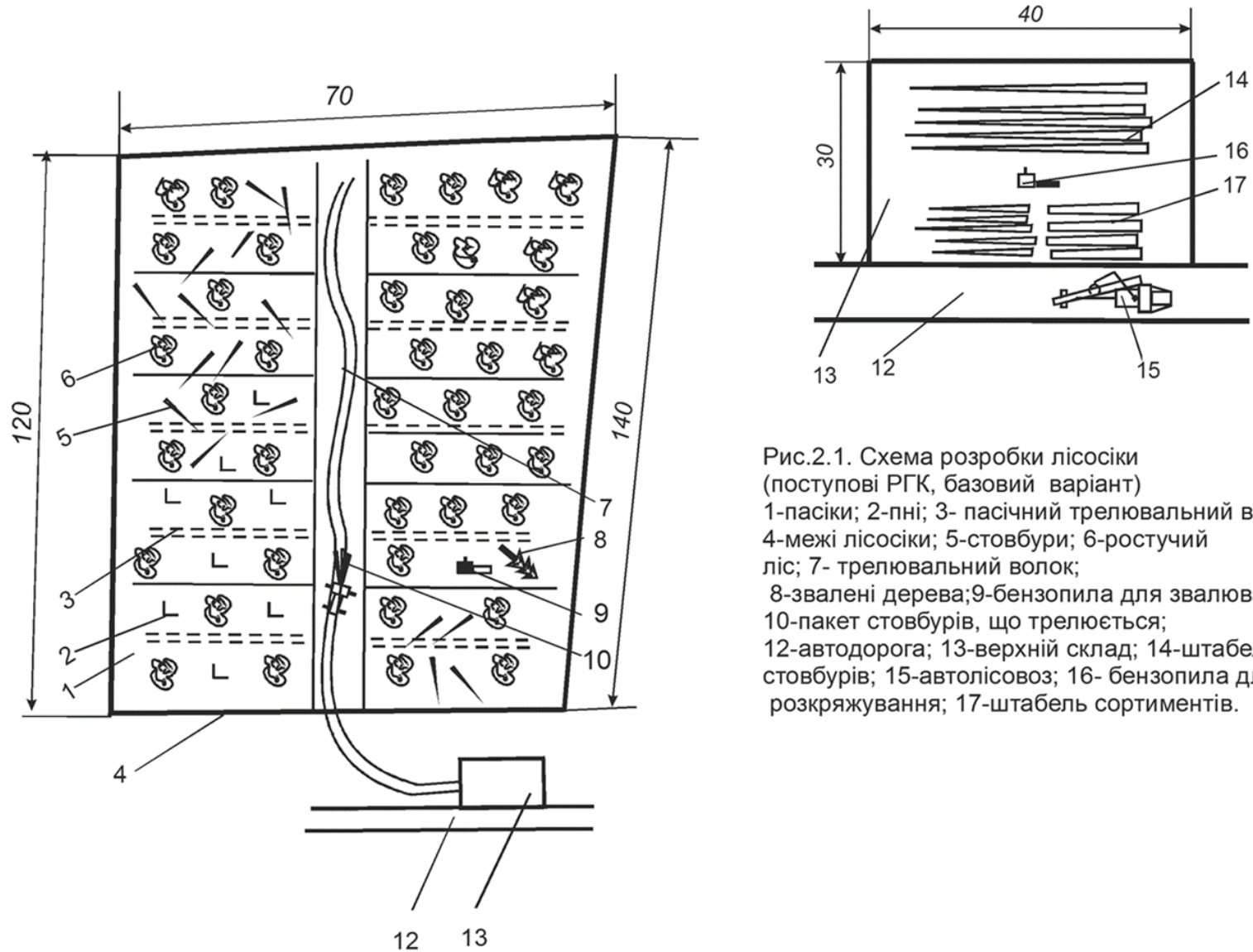


Рис.2.1. Схема розробки лісосіки (поступові РГК, базовий варіант)  
 1-пасіки; 2-пні; 3- пасічний трелювальний волок;  
 4-межі лісосіки; 5-стовбури; 6-ростучий ліс; 7- трелювальний волок;  
 8-звалені дерева;9-бензопила для звалювання;  
 10-пакет стовбурів, що трелюється;  
 12-автодорога; 13-верхній склад; 14-штабель стовбурів;  
 15-автолісовоз; 16- бензопила для розкрязування; 17-штабель сортиментів.

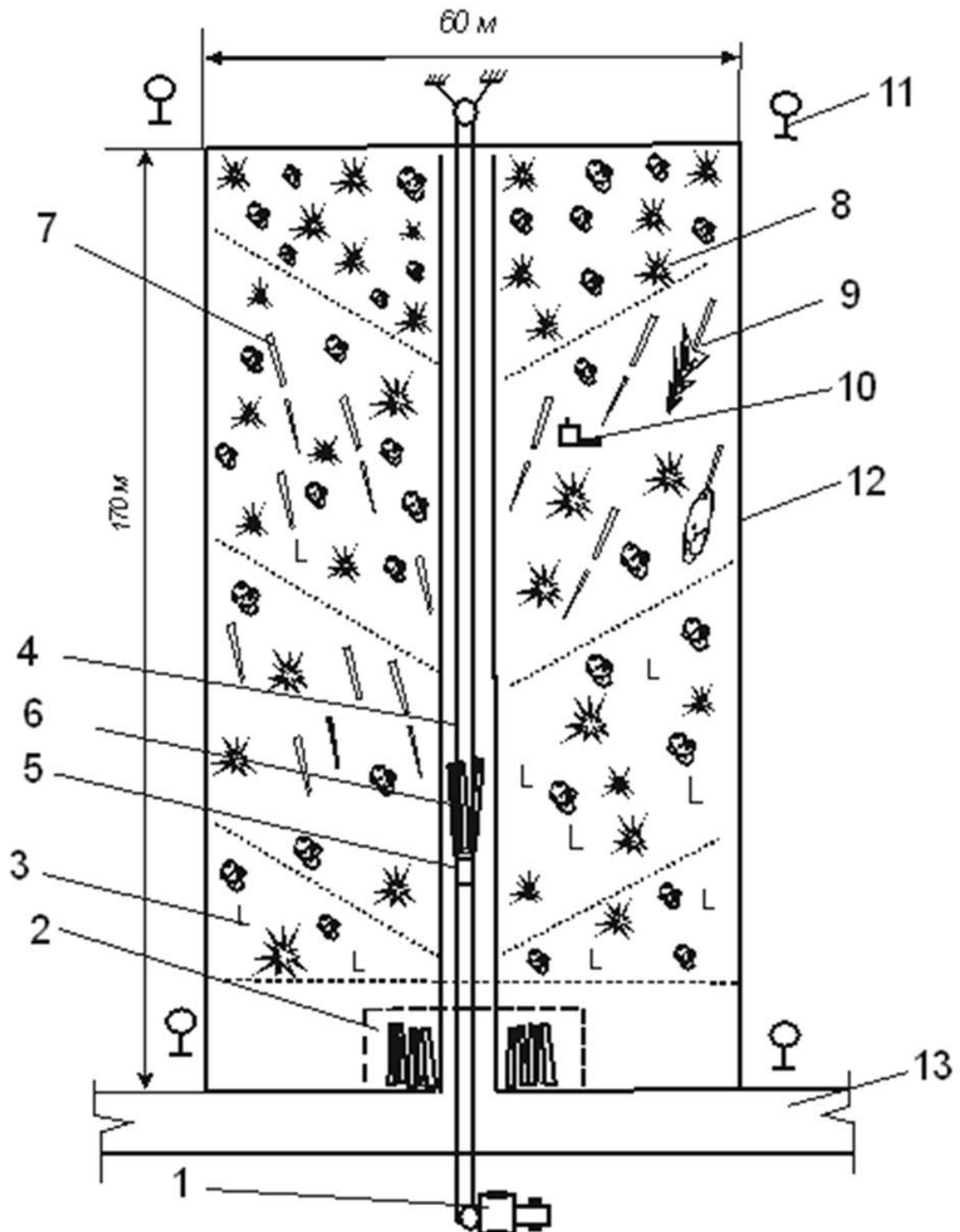
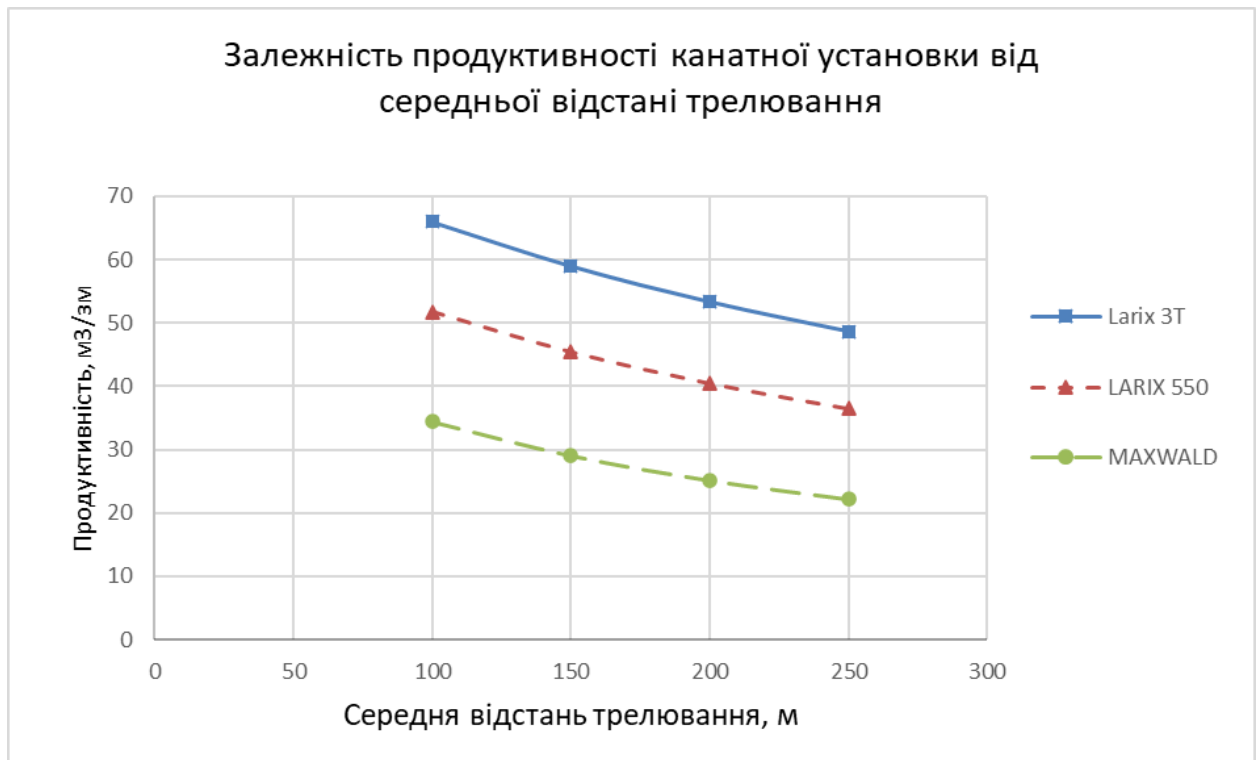


Рисунок 2.2 – Схема розробки лісосіки (поступові РГК, проєктний варіант):  
 1 – привідний трактор установки LARIX-3T; 2 - навантажувальний майданчик; 3 - вирубані насадження; 4 - канатна установка LARIX-3T; 5 - вантажна каретка; 6 - пакет деревини; 7 - сортименти; 8 - ростучий ліс; 9 - повалені дерева; 10 - бензопила Stihl MS 361; 11 - попереджувальні знаки; 12 - границя лісосіки; 13 - лісовозний вус

## Результати порівняльних досліджень продуктивності канатно-підвісних установок



**Техніко-економічні показники виконання поступових  
рубок головного користування**

№	Назва показника	Одиниці виміру	Величина
1.	Річний об'єм заготівлі деревини: - з них від поступових РГК	<i>м<sup>3</sup></i>	167650 <b>13720</b>
2.	Кількість робітників на основних роботах: - поступові рубки головного користування	<i>робітн.</i>	7
3.	Комплексний виробіток на одного робітника: - поступові рубки головного користування	<i>м<sup>3</sup>/робітн.</i>	7,86
4.	Степінь механізації: - поступові рубки головного користування	<i>%</i>	42,8
5.	Енергоозброєність одного робітника: - поступові рубки головного користування	<i>кВт/роб.</i>	9,6
6.	Кількість бригад: - поступові рубки головного користування	<i>бригад</i>	1
7.	Кількість робітників в бригаді: - поступові рубки головного користування	<i>робітн.</i>	7
8.	Кількість лісосік на поступових рубках головного користування	<i>шт.</i>	57