



European Bank
for Reconstruction and Development



Програма управління знаннями для розвитку сталої біоенергетики

Заготівля та постачання лісової біомаси для енергетичних потреб

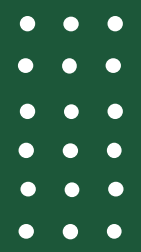
Драгнєв Семен, к.т.н.,
ТОВ «НТЦ «Біомаса»,
Біоенергетична асоціація України



Зміст

- 01** Види та обсяги лісової біомаси
- 02** Характеристики лісової біомаси та біопалив з неї
- 03** Виробництво дров
- 04** Виробництво деревинних трісок
- 05** Транспортування деревної біомаси
- 06** Зберігання деревної біомаси
- 07** Оцінка якості деревної біомаси





1 Види та обсяги лісової біомаси

Роль лісів у скороченні викидів CO₂



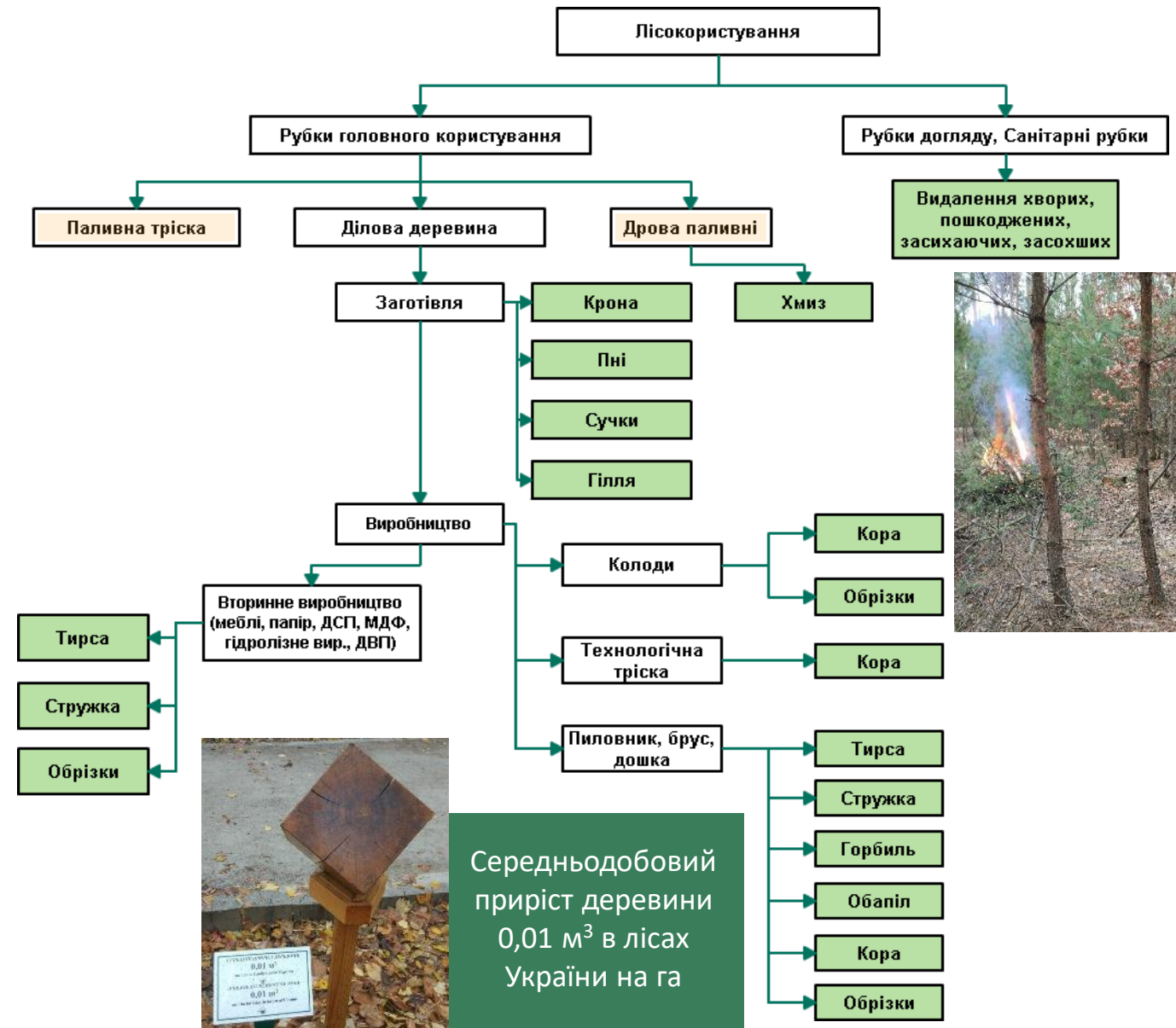
Утворення деревної біомаси

Деревна біомаса – маса деревних частин (деревина, кора, гілки, сучки, пні та коріння) дерев, живих і мертвих, кущі та чагарники, виміряні з мінімальним діаметром від 0 мм (діаметр на висоті грудей). Сюди не входить листя (хвоя).

Стовбурова деревина – частина стовбура дерева від місця спилування до верхівки включно з корою і без гілок.

Первинні лісові відходи (залишки при заготівлі деревини) – включають у себе кілька типів деревної біомаси – деревина з рубок догляду (часто все дерево), лісосічні відходи або порубкові залишки (гілки, вершини дерев) і пні.

Вторинні лісові відходи (відходи переробки деревини) – різні види біомаси, що виникають при промисловій переробці деревини: тирса і тріска, кора, залишки деревини, чорний луг.



Дров'яна стовбурова деревина

Запас деревини в лісах України оцінюється в межах 2,3 млрд м³. За рік в лісах приростає 35 млн м³ деревини. Середній запас деревостанів в Україні - 235 м³/га.

Джерело: <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/%D0%BF%D1%83%D0%B1%D0%BB%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%B7%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B8/publicnyy-zvit-za-2021.pdf>

У 2022 р. в Україні за даними Державної служби статистики заготовлено 15,9 млн м³ деревини, з яких 6,4 млн м³ діловий круглий ліс та 8,7 млн м³ паливна деревина, що використовується у процесі приготування їжі, опалення або виробництва енергії.

Дров'яна стовбурова деревина є одним з найбільш важливих видів лісової енергетичної біомаси в Україні. Для енергетичних цілей вона надходить після основних видів лісопромислової діяльності, таких як рубки головного користування, санітарні рубки (для поліпшення санітарного стану лісів) і рубки догляду за лісом.



Первинні лісові відходи

	Розподіл біомаси, %	
	Сосна	Ялина
Стовбур	69	59
Верхівка, гілки	16	27
Корні, пень	15	14
ВСЬОГО:	100	100



Надходження деревини з хвойних лісів Фінляндії

Тип рубки	Вік дерева	Об'єм, м ³ /га	Відходи рубки	
			м ³ /га	т н.е./га
Освітлення молодняку	10-20	-	15-50	3-9
1 проріджування	25-40	30-80	30-50	6-9
2 проріджування	40-60	50-90	20-40	4-8
3 проріджування	50-70	60-100	20-40	4-8
Головного користув.	70-100	220-330	70-130	13-24
За період обороту		360-600	155-310	30-58



Відходи деревообробки

Відходи деревообробки – це відходи, які утворюються в деревообробному виробництві. До них належать: обапіл, рейки, зрізки, короткомір, стружка, тирса, відходи виробництва технологічної тріски, деревний пил, кора.

При розпилюванні колод **утворюється 35% відходів від обсягу переробки деревини, при виробництві дверних і віконних блоків – 31%, паркету – 30%, а при виробництві меблів – 54%.**

За характером біомаси деревні відходи, які в подальшому можна буде використати, поділяють на такі види: відходи з елементів крони, відходи зі стовбурної деревини та відходи з кори.



Джерело:

<http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/27395/1/%D0%94%D0%B7%D1%8F%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87.pdf>

Каскадний підхід до використання деревної біомаси

Відповідно до каскадного підходу деревна біомаса повинна використовуватися відповідно до її найвищої економічної та екологічної доданої вартості, у такій пріоритетності:

1. виробу з деревини;
2. продовження терміну їх служби;
3. повторне використання;
4. переробка;
- 5. біоенергетика;**
6. утилізація.



Джерело:

<https://saf.org.ua/news/1399/>

Електронний облік деревини. Терміни

деревина - лісоматеріали, деревні хлисти та ялинки новорічні;

деревина дров'яна непромислового використання - лісоматеріали хвойних та листяних порід деревини, розрізані вздовж і поперек та/або колоті, що використовуються у якості палива в таких побутових пристроях для спалювання деревини, як печі, каміни і системи центрального опалення;

деревина дров'яна промислового використання - лісоматеріали хвойних та листяних порід деревини у вигляді колод, очищених від сучків, як правило з корою, призначені для промислового використання у виробництві теплової та електроенергії, трісок, стружок, піролізу, гідролізу тощо. Також можуть бути використані, за умови договору (контракту), у якості сировини для деревних плит. На вимогу споживача можуть поставлятися як у круглому, так і у розколотому виді;

деревний хлист - стовбур поваленого дерева, очищений від гілок, верхівіття та пенькової частини;

ділова деревина - усі круглі і колоті лісоматеріали, окрім деревини дров'яної промислового і непромислового використання та хмизу;

круглі лісоматеріали - лісоматеріали, отримані поперечним поділом стовбура поваленого дерева;

лісоматеріали - деревні матеріали, які добуваються шляхом розподілу на частини звалених дерев та деревних колод (удовж або поперек) для подальшого використання або переробки;

розкрязування - поперечне розрізання стовбура дерева на частини (сортименти);

сортимент - лісоматеріал круглий цільового призначення;

хмиз - лісоматеріали діаметром менше 4 см та довжиною до 6 м, що складаються з тонких стовбурів, верхівіття, гілок та сучків.

Джерело: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1343-21#Text>

ТУУ-00994207-005:2018 Деревина дров'яна. Класифікація, облік, технічні вимоги

Розміри деревини дров'яної промислового використання хвойних та листяних порід

Параметри	Розміри	Градація	Граничні відхили
- довжина, м	2,0 – 4,0	0,1	± 0,05
- товщина, см	від 5 см і більше	1,0	-

Розміри деревини дров'яної непромислового використання хвойних та листяних порід

Параметри	Розміри	Градація	Граничні відхили
- довжина, м	0,25 - > 1,0	0,01	± 0,02
	1 – 1,9		± 0,05
- товщина, см	від 2 см і більше	1,0	-

Кількість деревини дров'яної, що містить гнилизну, не має перевищувати 40 % обсягу партії, що постачається. Деревина дров'яна довжинами 1,0 м і товщинами 16 см (у верхньому відрізі) може постачатись у колотому вигляді.

Джерело:

https://sheplis.com.ua/fileadmin/user_upload/shepetivka/files/%D0%92%D0%98%D0%A2%D0%AF%D0%93%D0%98_%D0%B7%D0%9D%D0%94_%D0%B4%D0%BB%D1%8F_%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B8_%D0%B4%D0%BE_%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%B2_%D0%A2%D0%A3%D0%A3.pdf

Аукціонні торги з продажу необробленої деревини



ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
Державне Підприємство "Лісогосподарський Інноваційно-Аналітичний Центр"

ГОЛОВНА ПІДПРИЄМСТВО АНАЛІТИКА ІНФОРМАЦІЯ ЕОД БІРЖОВІ ТОРГИ КОНТАКТИ



План проведення біржових торгів

Серпень 2023							Вересень 2023							Жовтень 2023							Листопад 2023						
Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд
	1	2	3	4	5	6				1	2	3							1			1	2	3	4	5	
7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	12
14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19
21	22	23	24	25	26	27	18	19	20	21	22	23	24	16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26
28	29	30	31				25	26	27	28	29	30	23	24	25	26	27	28	29	27	28	29	30				
													30	31													

Аукціонні ціни

2023/I Вибрано 17 із 17 Вибрано 134 із 134 1 група Деревина д Твердолистяні

Сорт Діаметр Довжина Склад

Квартал	Область	Лісогосп	Сорт	Діаметр	Довжина	Склад	Початкова	Мін	Макс
2023/I	Івано-Франківська	Коломийське ЛГ	-	D0c (>=2)	1,00-1,90	П	1446.00	1446.00	1446.00
		Кіровоградська	Чорноліське ЛГ	-	>=2	1,0-1,0	В	810.00	810.00
	Львівська	Львівське ЛГ	-	D0c (>=2)	1,00-1,00	В	1308.00	0.00	0.00
		Львівський ЛСНЦ	-	D0c (>=2)	0,10-1,00	В	1350.00	1350.00	1350.00
		Рава-Руське ЛГ	-	D0c (>=2)	2,00-2,00	П	2400.00	0.00	0.00
		Самбірське ЛГ	-	D0c (>=2)	1,00-1,90	Н	1860.00	0.00	0.00
	Сумська	Тростянецький лісогосп	-	D0c (>=2)	1,00-1,00	В	1050.00	1050.00	1050.00
	Хмельницька	Кам'янець-Подільське ЛГ	-	D0c (>=2)	1,90-1,90	П	1400.00	1974.00	1988.00
		Старокостянтинівське ЛГ	-	D0c (>=2)	1,00-1,90	П	1420.00	1420.00	1420.00
		Хмельницьке ЛМГ	-	D0c (>=2)	1,90-2,00	П	1550.00	0.00	0.00
Черкаська	Ярмолинецьке ЛГ	-	D0c (>=2)	1,90-1,90	П	1200.00	1200.00	1200.00	
	Звенигородське ЛГ	-	2->	0,3-1,9	Н	1296.00	1296.00	1308.96	
		Корсунь-Шевченківське ЛГ	-	2->	1,0-1,0	В	1500.00	1500.00	1500.00

АНАЛІТИКА ІНФОРМАЦІЯ ЕОД БІРЖОВІ ТОРГИ КОНТАКТИ

АУКЦІОННІ ЦІНИ

- ФАКТИЧНІ ЦІНИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЛІСОПРОДУКЦІЇ В РОЗРІЗІ ОБЛАСНИХ УПРАВЛІНЬ
- ФАКТИЧНІ ЦІНИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЛІСОПРОДУКЦІЇ В РОЗРІЗІ КВАРТАЛІВ
- АУКЦІОННІ ОБ'ЄМИ
- ФАКТИЧНІ ОБ'ЄМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЛІСОПРОДУКЦІЇ В РОЗРІЗІ ОБЛАСНИХ УПРАВЛІНЬ
- ФАКТИЧНІ ОБ'ЄМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЛІСОПРОДУКЦІЇ В РОЗРІЗІ КВАРТАЛІВ

Джерело:

https://www.ukrforest.com/auction_next



Захисні ліси

До категорії захисних лісів відносяться лісові ділянки, що виконують функцію захисту навколишнього природного середовища та інженерних об'єктів від негативного впливу природних та антропогенних факторів, зокрема:

- *лісові насадження лінійного типу – **полезахисні лісові смуги***, державні захисні лісові смуги, лісові смуги уздовж забудованих територій населених пунктів;
- *лісові ділянки (смуги лісів)*, розташовані у смугах відведення каналів, залізниць та автомобільних доріг;
- *лісові ділянки (смуги лісів)*, що прилягають до смуг відведення автомобільних доріг державного значення і виділяються з категорії експлуатаційних лісів шириною 250 метрів з кожного боку дороги.



Джерело: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2016/04/position-paper-uabio-15-ua.pdf>

Дозвільна документація

Постанова КМУ № 761 від 23.05.2007 р. про врегулювання питань щодо спеціального використання лісових ресурсів

ПОРЯДОК видачі спеціальних дозволів на використання лісових ресурсів

Лісорубний або лісовий квиток є основним документом, на підставі якого:

- здійснюється спеціальне використання лісових ресурсів;
- ведеться облік дозволених до відпуску запасів деревини та інших продуктів лісу, встановлюються строки здійснення лісових користувань та вивезення заготовленої продукції, строки і способи очищення лісосік від порубкових решток, а також облік природного поновлення лісу, що підлягає збереженню;
- ведеться облік плати, нарахованої за використання лісових ресурсів.

Джерело: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2007-%D0%BF#Text>

Правила утримання та збереження полезахисних лісових смуг, розташованих на землях сільськогосподарського призначення затверджені Постановою КМУ № 650 від 22.07.2020 р.

Землекористувачами проводяться заходи з утримання та збереження полезахисних лісових смуг на підставі матеріалів лісовпорядкування або обстежень комісією з метою визначення необхідності проведення невідкладних заходів з поліпшення санітарного стану полезахисних лісових смуг, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (аварій, стихійного лиха тощо) у пошкоджених, малоефективних, зріджених, відмираючих насадженнях, які втрачають свої захисні функції.

Для проведення рубок догляду, реконструктивних рубок видається лісорубний квиток відповідно до [статті 69](#) Лісового кодексу України.

У разі коли стан насаджень загрожує життю, здоров'ю громадян чи майну громадян та/або юридичних осіб, видалення дерев здійснюється у найкоротші строки з подальшим оформленням акта та лісорубного квитка протягом місяця від початку рубки.

Джерело: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/650-2020-%D0%BF#Text>

Лісорубний квиток

Серія ЗА ЛРК
№ 010639

ЛІСОРУБНИЙ КВИТОК
« 03 » вересня 20 20 р.

Область Закарпатська Власник лісів або постійний лісокористувач ФГ «Рівнянське Д.М.Т.»
Лісництво Лисичівське Система рубок інші заходи пов. з вед. м. гос.
Вид, спосіб рубки Розрубка пряс. валок. - сув. Спосіб обліку по мліх
На підставі Календарного обмеження на матеріальний вибір на короткі
(наказ Мінлісгоспроду про затвердження розробничої лісооск. дан. і номер, акт обстеження лісових тощ)

дозволяється ФГ «Рівнянське Д.М.Т.»
рубати в рахунок інших доходів з вед. м. гос. (назва заводу) відповідно до заборони колектору
Лісотаксовий пояс другий Розряд такс третій

Категорія лісів	Номер кварталу	Номер виділу, ділянки	Площа ділянки, гектарів	Господарство	Забезпечення збереження підросту		Маса деревини, куб. метрів						Нормативна вартість, гривень					Належить сплатити з урахуванням індексації (знижки), гривень
					на площі, гектарів	кількість, тис. штук на 1 гектар	ділової	дров'яної	разом ліквідної стовбурної	ліквіду із крони	хворосту і сучків	разом	ділової	дров'яної	ліквіду із крони	хворосту і сучків	разом	
4	22	7	0,1 тве	-	-	9	41	50	2	6	58	1801	338	7	0	2146	2146	
4	25	14	0,1 тве	-	-	0	2	0	0	2	0	16	0	0	0	16	16	
4	26	28	0,1 тве	-	-	22	22	44	2	7	53	4389	193	6	0	4578	4578	

Усього:	0,3	-	-	-	31	65	96	4	13	113	6200	527	13	0	6740	6740
---------	-----	---	---	---	----	----	----	---	----	-----	------	-----	----	---	------	------

Підстава для індексації (знижки)
Строк внесення плати за деревину, що відпускається Згідно строків оплати
Вирубуванню не підлягають Не відмічені дерева та дерева за металіч. мітками

Строк закінчення заготівлі 31 грудня 20 20 р.
Вивезення дозволяється одночасно із злиттям

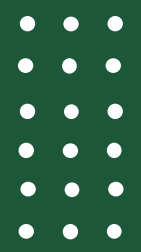
Строк закінчення вивезення 31 березня 20 21 р.
Умови аберагіання деревини Згідно санітарних правил в лісах України

Спосіб очищення кандівованіи

Розробка лісооск. проводиться згідно із технологічними картами.

Особливі умови

Категорія лісів	Номер кварталу	Номер виділу, ділянки	Площа ділянки, гектарів	Господарство	Забезпечення збереження підросту		Маса деревини, куб. метрів						Нормативна вартість, гривень					Належить сплатити з урахуванням індексації (знижки), гривень
					на площі, гектарів	кількість, тис. штук на 1 гектар	ділової	дров'яної	разом ліквідної стовбурної	ліквіду із крони	хворосту і сучків	разом	ділової	дров'яної	ліквіду із крони	хворосту і сучків	разом	
4	22	7	0,1 тве	-	-	9	41	50	2	6	58	1801	338	7	0	2146	2146	



2 Характеристики лісової біомаси та біопалив з неї

Характеристики лісової біомаси та біопалив

Паливні характеристики біомаси та біопалив з неї:

- розмір;
- щільність;
- вміст вологи;
- теплотворна здатність;
- хімічний склад;
- вміст летких речовин;
- вміст та характеристики золи.

Деревне біопаливо розрізняється за:

- походженням та джерелом отримання;
- торговою формою та властивостями.

	Нижча теплотворна здатність сухої деревини, МДж/кг	Зольність, % сухої маси	Температура плавкості золи, °C
Типові значення для листяних порід	19 (18,5–19,2)	0,3 (0,2–0,5)	
Типові значення для хвойних порід	19,2 (18,8–19,8)	0,3 (0,2–0,5)	
Типові значення для матеріалів з кори	20 (19–21)	4–5 (2–10)	
Типові значення для лісосічних залишків	19–20	1.5–2	
Типові значення для деревини з швидкорослих плантацій (верба та тополя)	18,6–19,2	2	
Ялина (з корою)	18,8	0,6	1426
Бук (з корою)	18,4	0,5	1340
Тополя швидкоросла	18,5	1,8	1335
Верба швидкоросла	18,4	2,0	1283

Джерело: Wood fuels handbook. Production. Quality requirements. Trading. AEBIOM, 2008.

Залежність теплотворної здатності деревини від її вологості

М, %	МВт·год/т	ГДж/т	М, %	МВт·год/т	ГДж/т
15	4,27	15,36	38	2,93	10,54
16	4,21	15,15	39	2,87	10,33
17	4,15	14,94	40	2,81	10,12
18	4,10	14,73	41	2,76	9,91
19	4,04	14,52	42	2,70	9,71
20	3,98	14,31	43	2,64	9,50
21	3,92	14,10	44	2,58	9,29
22	3,86	13,89	45	2,52	9,08
23	3,80	13,68	46	2,47	8,87
24	3,75	13,47	47	2,41	8,66
25	3,69	13,27	48	2,35	8,45
26	3,63	13,06	49	2,29	8,24
27	3,57	12,85	50	2,23	8,03
28	3,51	12,64	51	2,17	7,82
29	3,45	12,43	52	2,12	7,61
30	3,40	12,22	53	2,06	7,40
31	3,34	12,01	54	2,00	7,19
32	3,28	11,80	55	1,94	6,98
33	3,22	11,59	56	1,88	6,77
34	3,16	11,38	57	1,82	6,56
35	3,11	11,17	58	1,77	6,35
36	3,05	10,96	59	1,71	6,15
37	2,99	10,75	60	1,65	5,94

18,5 МДж/кг за вологості (М 0%)

Для практики використовуються наступні значення:

Пелети (М 10%)

17 МДж/кг = 4,7 кВт·год/кг

Дрова (М 20%)

14,4 МДж/кг = 4 кВт·год/кг

Деревна тріска (М 30%)

12,2 МДж/кг = 3,4 кВт·год/кг

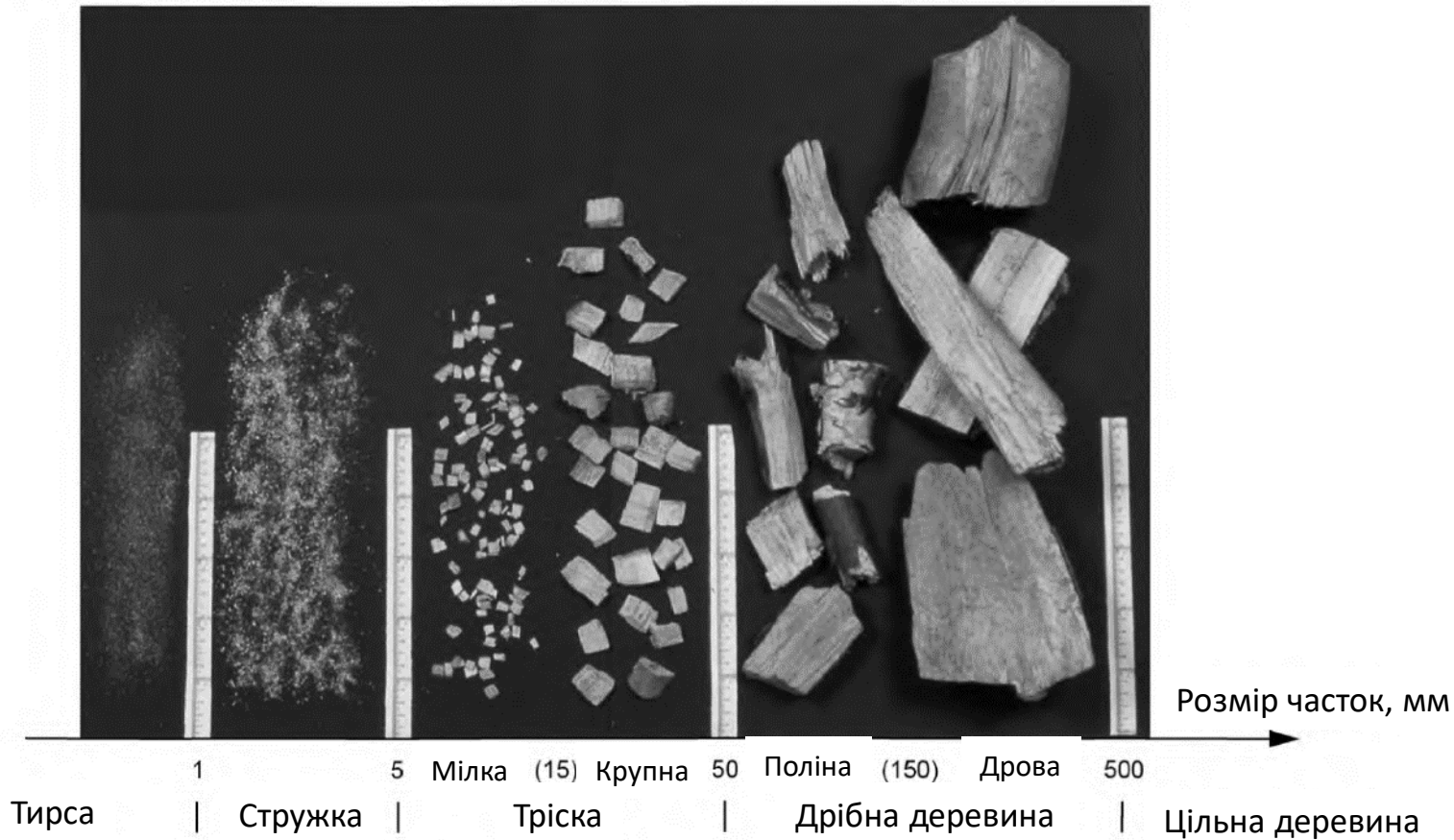
Свіжозрубана деревина М 50-60%

*Деревина, яка зберігалася літом
М 25-35%*

*Деревина, яка зберігалася декілька
років М15-25%*

Джерело: Nike Krajnc Wood
fuels handbook. FAO, 2015.

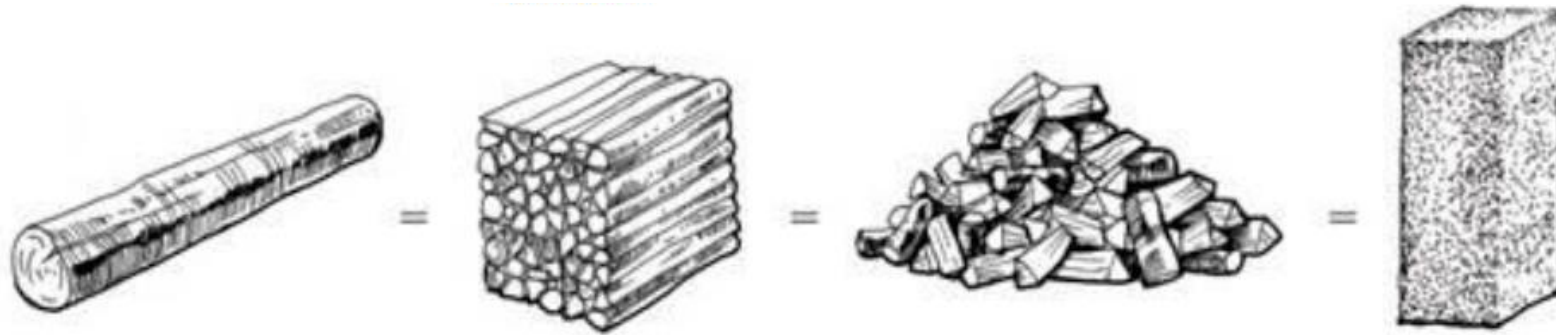
Класифікація деревного палива за розміром



Джерело: ISO 17225-1 Тверде біопаливо. Технічні характеристики та класи палива.
Частина 1. Загальні вимоги

Щільність деревини

1 м³ круглий ліс = 1,4 склад. м³ метрових дров = 2 насипних м³ нарубаних дров = 3 насипних м³ середньої лісової тріски (G50)



Насипна щільність та об'ємна теплотворна здатність деревини залежно вмісту вологи

Вміст вологи	Насипна щільність, кг/м ³				Теплотворна здатність кВт·год/м ³			
	Бук	Дуб	Сосна	Ялина	Бук	Дуб	Сосна	Ялина
%								
20	277	280	216	188	1048	1062	867	759
30	316	320	246	216	1022	1034	846	740
40	369	374	287	251	986	998	818	716
50	443	449	345	302	936	948	780	682

Джерело: Nike Krajnc Wood fuels handbook. FAO, 2015.

Торгові форми деревного біопалива

Торгова форма	Типовий розмір частинок	Загальні виробничі процеси
Повне дерево	Понад 500 мм	Не оброблене дерево або очищене від гілок
Тріска	5...100 мм	Різання гострими інструментами
Дроблена деревина	Різний	Дроблення тупими інструментами
Стволова деревина / Круглий ліс	Понад 100 см	Різання гострими інструментами
Поліна	Від 50 до 100 см	Різання гострими інструментами
Дрова	Від 5 до 100 см	Різання гострими інструментами
Обапіл та обрізки	Різний	Різання гострими інструментами
Кора	Різний	Відходи очищення дерев від кори (подрібнені або ні)
В'язанка	Різний	Повздожнє укладання та зв'язування
Паливний пил, порошок	Менше 1 мм	Механічне подрібнення (помел, розпилювання, та ін.)
Тирса	1...5 мм	Різання гострими інструментами
Стружка	1...30 мм	Стругання гострими інструментами
Брикети	Діаметр більше 25 мм	Механічне стиснення (пресування)
Гранули (Пелети)	Діаметр менше 25 мм	Механічне стиснення (пресування)



Категорії дров

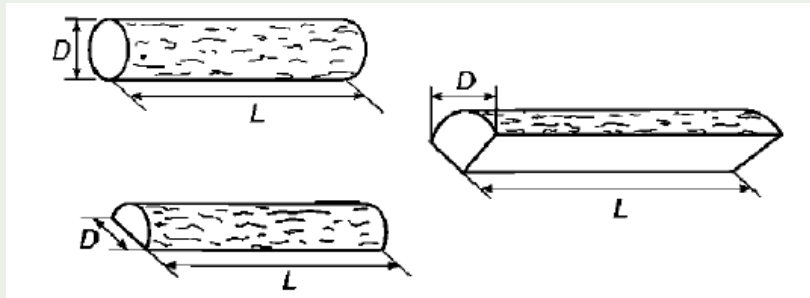
Хвойні породи деревини	Листяні породи деревини М'які породи	Листяні породи деревини Тверді породи
Сосна, ялина, туя та інші	Липа, осика, тополя та інші	Дуб, бук, граб та інші
Відрізняються високим вмістом смоли, яка не згорає повністю і засмічує своїми залишками димар і внутрішні частини топки. При використанні такого палива неминуха кіптява на склі каміна, якщо воно є. Для даного виду палива характерна більш тривала сушка дров.	Через невисоку щільності дрова з таких порід швидко згоряють, не утворюють вугілля, володіють низькою питомою теплотворною здатністю.	Дрова з таких порід деревини забезпечують стабільну робочу температуру в топці і високу питому теплотворну здатність

Дрова для топки необхідно ретельно та заздалегідь готувати. Хороші дрова повинні сохнути не менше року. Мінімальний час сушіння залежить від місяця укладання дровітні (в днях):

Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
220	190	140	120	100	80
Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
310	300	280	270	250	240

Джерело: <https://bio.ukr.bio/ua/articles/3336/>

Характеристики дров

Нормовані характеристики	Походження:	Деревна біомаса
	Вказують породу деревини	
	Торгова форма	Стовбур / круглий ліс, поліна, дрова
	Розміри (см)	
	Довжина (L) (максимальна для окремих кусків), см	
	L20- < 20 см	
	L20 (20±2) см	
	L25 (20±2) см	
	L30 (20±2) см	
	L33 (20±2) см	
	L40 (20±2) см	
	L50 (20±2) см	
	L100 (20±2) см	
	L100+ >100 (вказують максимальне значення)	
	Діаметр (D) (максимальний для окремих кусків), см	
	D2-; D5; D10; D15; D20; D25; D30; D35; D35+	<2 см (деревина для розпалювання); 2 см ≤ D ≤ 5 см; 5 см ≤ D ≤ 10 см; 10 см ≤ D ≤ 15 см; 10 см ≤ D ≤ 20 см; 10 см ≤ D ≤ 25 см; 20 см ≤ D ≤ 35 см; >35 (вказують максимальне значення)
	Вміст вологи, M (% на робочий стан)	
	M10; M15; M20; M25; M30; M35; M40; M45; M55; M55+	≤ 10 %; ≤ 15 %; ≤ 20 %; ≤ 25 %; ≤ 30 %; ≤ 35 %; ≤ 40 %; ≤ 45%; ≤ 50 %; ≤ 50 %; > 55% (вказують максимальне значення)
	Вихід летких речовин на 1 м ³ (штабелю або вільно насипаного палива) або на 1 кг (на робочий стан)	
Довідкові характеристики	Відношення вологи до сухої маси, U (%); Питома енергомісткість, E (МДж/м ³) або нижча теплота згоряння, Q (МДж/кг); Об'ємна доля розколотого матеріалу (% кусків); поверхня зрізів; гниль та пліснява; висушування	

L – довжина; D – діаметр

Джерело: ISO 17225-1 Тверде біопаливо. Технічні характеристики та класи палива. Частина 1. Загальні вимоги

Визначення кількості дров

Одиницею виміру кількості паливних дров зазвичай служить щільний кубічний метр – кількість деревини, що повністю займає 1 м³ без пустот між полінами. Для переведення складового об'єму (що враховує проміжки між полінами) в щільний, служать коефіцієнти, що приймаються згідно ГОСТ 3243-83:

Довжина, м	Хвойні породи				Листяні породи			
	Круглі		Розколоті	Суміш круглих та розколотих	Круглі		Розколоті	Суміш круглих та розколотих
	тонкі	середні			тонкі	середні		
0,25	0,79	0,81	0,77	0,77	0,75	0,80	0,76	0,76
0,33	0,77	0,79	0,75	0,75	0,72	0,78	0,74	0,74
0,50	0,74	0,76	0,73	0,73	0,69	0,75	0,71	0,71
0,75	0,71	0,74	0,71	0,72	0,65	0,72	0,69	0,69
1,00	0,69	0,72	0,70	0,70	0,63	0,70	0,68	0,68

Джерело:
<https://saf.org.ua/wp-content/uploads/2016/10/Manual-preparation-biomass-projects-2016.pdf>

Щільність деяких видів деревини (кг/м³)

Порода дерева	Вологість деревини, %										
	Абсолютна (відношення маси води до маси сухої речовини)										
	15	20	25	30	40	50	60	70	80	100	Свіж.*
	Відносна (відношення маси води до маси всієї деревини)										
	13,0	16,7	20,0	23,1	28,6	33,3	37,5	41,2	44,4	50,0	
Тополя	460	470	480	500	540	570	610	650	690	760	700
Дуб	700	720	740	760	820	870	930	990	1050	1160	990
Граб	810	830	840	860	930	990	1060	1130	1190	1330	1060

Діючий стандарт ДСТУ EN 15234-5:2018 Біопаливо тверде. Контролювання якості палива. Частина 5. Дрова для непромислового використання

Маса складометру суміші круглих та колотих дубових дров довжиною 0,5 м і вологістю 37,5%: $930 * 0,71 = 660$ кг

Магазин дров для населення ДроваЄ



ДроваЄ

Магазин дров
для населення

Купити дрова

Тех. підтримка
044 334 54 32

Увійти

Сосна

Група 2

Якщо вам потрібні дрова, які швидко розпалюються та легко рубаються, сосна підійде якнайкраще. Розпаливши їх, ви одразу відчуєте неповторний аромат лісу. Розгорівшись, ці поліна швидко наганняють високу температуру. Дрова сосни мають менший час горіння, якщо порівнювати з твердими породами.

Температура горіння:	624 °C
Теплотворна здатність, 12% вологості:	2373 кВт-год/м ³
Теплотворна здатність, 50% вологості:	961 кВт-год/м ³
Об'ємна теплотворність:	1990 ккал/дм ³



Щільність кг/м³ (12% вологості)

510

1м³ дров вологістю 12% може замінити

≈ 241 м³ газу

Сформувати замовлення

Найпопулярніші породи



Електронний облік деревини дров'яної непромислового використання здійснюється за групами порід:
перша група – береза, дуб, бук, ясень, граб, клен, модрина;
друга група – сосна, вільха;
третья група – ялина, кедр, ялиця, осика, липа, тополя, верба.

Джерело: <https://drovae.gov.ua/>

*Дані взяті з відкритих джерел

Магазин дров для населення ДроваЄ



ДроваЄ Магазин дров для населення

Купити дрова

Тех. підтримка
044 334 54 32

Увійти

Філія "Київське лісове господарство"

20 км !

Друга група

Неколоті

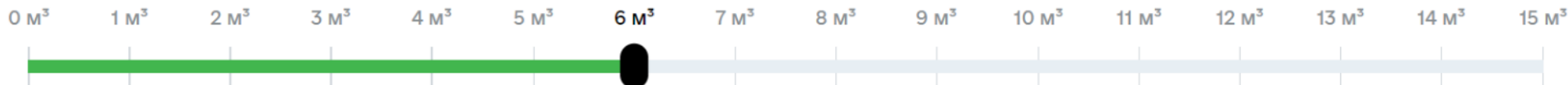
Сосна звичайна 1 090 грн м³

Вкажіть об'єм

Крок замовлення кубатури залежить від можливостей постачальника у межах 15 м³ на опалювальний сезон для одного громадянина

6 м³

Сума 6 540 грн



доступно з 15 м³

Джерело: <https://drovae.gov.ua/>

Класифікація деревинних трісок за розмірами частинок

Згідно ДСТУ ISO 17225-4 «Тверде біопаливо. Технічні характеристики та класи. Частина 4. Сортуння деревинних трісок»

Основний клас грубого розміру ^a (мінімальний вміст 60% мас.), мм	Вміст мілкої фракції ($\leq 3,15$ мм), % мас.	Вміст грубого класу (у дужках – довжина частинок) % мас.	Максимальна довжина частинок ^b , мм	Максимальна площа поперечного перерізу грубих частинок ^c , см ²
P16S	$3,15 < P \leq 16$	≤ 15	≤ 6 ($> 31,5$ мм)	≤ 45
P31S	$3,15 < P \leq 31,5$	≤ 10	≤ 6 (> 45 мм)	≤ 4
P45S	$3,15 < P \leq 45$	≤ 10	≤ 6 (> 63 мм)	≤ 6

^a – Число у позначенні класу деревинних трісок (P – клас) відповідає розміру круглих отворів сита, через яке проходить частина палива, рівна основному класу грубого розміру, визначеному за EN 15149-1. Клас деревинних трісок за розміром частинок встановлюють однозначно. З усіх можливих класів обирають клас з найменшим числовим значенням.

^b – Довжину та площу поперечного перерізу визначають тільки для частинок класу грубого розміру. Якщо поперечний переріз частинок деревинних трісок $< 0,5$ см², допускається не більше 2 кусків на 10 дм³ проби, які перевищують максимальну довжину.

^c – Для вимірювання площі поперечного перерізу кусків палива використовується прозорий шаблон з нанесеною на нього сіткою, площа клітин якої дорівнює 1 см². Кусок палива вміщують позаду такого шаблону перпендикулярно його поверхні та візуально оцінюють площу перерізу куска.

Технічні характеристики деревинних трісок

Згідно ДСТУ ISO 17225-4

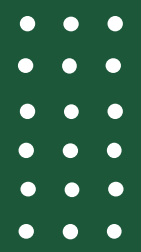
Найменування показника	Найменування технічної характеристики	Одиниця вимірювання	Значення технічної характеристики для деревинних трісок основного класу			
			A1	A2	B1	B2
Нормовані характеристики	Походження та джерело отримання		1.1.1 Цілі дерева без кореневої системи 1.1.3 Деревні стовбури 1.1.4 Відходи лісозаготівлі 1.2.1 Хімічно необроблені деревні відходи	1.1 Лісові дерева, деревні насадження та інша природна деревина 1.2.1 Хімічно необроблені деревні відходи	1.1 Лісові дерева, деревні насадження та інша природна деревина 1.2 Побічні продукти та відходи деревообробної промисловості 1.3.1 Хімічно необроблена використана деревина	
	Розмір частинок <i>P</i>	мм	Встановлюють за табл. на попередньому слайді			
	Масова частка вологи, <i>M</i>	% на робочій (вологий) стан	M10 ≤ 10 M25 ≤ 25	M35 ≤ 35	Вказують мінімальне значення	
	Зольність, <i>A</i>	% на сух. стан	A1,0 ≤ 1,0	A1,5 ≤ 1,5	A3,0 ≤ 3,0	
	Насипна щільність, <i>BD</i>	кг/м ³ за вільного заповнення на робочий стан	BD150 ≥ 150 BD200 ≥ 200 BD250 ≥ 250	BD150 ≥ 150 BD200 ≥ 200 BD250 ≥ 250 BD300 ≥ 300	Вказують мінімальне значення	

Технічні характеристики деревинних трісок (продовження)

Найменування показника	Найменування технічної характеристики	Одиниця вимірювання	Значення технічної характеристики для деревинних трісок основного класу			
			A1	A2	B1	B2
Нормовані характеристики	Масова частка:					
	- азоту, N	% на сух.	Не встановлюють		$N_{1,0} \leq 1,0$	
	- сірки, S	% на сух.	Не встановлюють		$S_{0,1} \leq 0,1$	
	- хлору, Cl	% на сух.	Не встановлюють		$Cl_{0,05} \leq 0,05$	
	Вміст миш'яку, As	мг/кг на сух.	Не встановлюють		≤ 1	
	Вміст кадмію, Cd	мг/кг на сух.	Не встановлюють		$\leq 2,0$	
	Вміст хрому, Cr	мг/кг на сух.	Не встановлюють		≤ 10	
	Вміст міді, Cu	мг/кг на сух.	Не встановлюють		≤ 10	
	Вміст свинцю, Pb	мг/кг на сух.	Не встановлюють		≤ 10	
	Вміст ртуті, Hg	мг/кг на сух.	Не встановлюють		$\leq 0,1$	
	Вміст нікелю, Ni	мг/кг на сух.	Не встановлюють		≤ 10	
Вміст цинку, Zn	мг/кг на сух.	Не встановлюють		≤ 100		
Довідкові характеристики	Нижча теплота згорання, Q^e	МДж/кг або кВт·год/кг на робочий стан	Вказують мінімальне значення			

Приклад позначення:

Деревна тріска M40 (вміст вологи max. 40%) відповідно до – EN ISO 17225-4: Клас A1, A2, B1 і частинки - розміром P16S; від 80 кВт: P16S & P31S



3 Виробництво дров

Технологія виробництва дров

Паливна деревина виробляється у вигляді круглого лісу або колотих полін. Для виробництва дров використовується низькоякісна деревина.

Операції виробництва дров: навантаження сировини, її доставку, розвантаження, штабелювання, зберігання та сушку, подачу на переробку, розкряжування, розколювання, облагородження, штабелювання готових дров, їх пакування, маркування, відвантаження та розвантаження у споживача.



Валка дерев та розкрязування

Можливі два способи звалювання дерев:

- без кореневої системи (з відділенням стовбурної частини дерева від кореневої системи (з залишенням пня))
- з кореневою системою.

Основний вид звалювання – без кореневої системи. Дерево відділяють від кореневої системи, залишаючи над рівнем землі пень висотою не більше 1/3 діаметра дерева, але не більше 10 см від шийки кореня.

Розрізняють **механізоване звалювання дерев ручним моторним інструментом (бензиномоторними пилами)** і **машинне – з використанням одно- і багатоопераційних машин.**

Нині в Україні, найпоширеніше звалювання дерев бензиномоторними пилами, які застосовують для звалювання дерев, очищення дерев від гілля, розкрязування хлестів (стовбурів), виконання підготовчих робіт та допоміжних робіт.

Професійні пилки характеризуються значною потужністю, широким спектром функціональних можливостей і можуть працювати протягом року по 10-16 годин на добу. Потужність їх двигунів від 2,0 до 6,0 кВт, довжина шини від 35 до 90 см. Витрати палива у двотактних двигунів на 20–30% вищі ніж у чотиритактних.

Самохідна багатоопераційна лісозаготівельна машина харвестер.



Трелювання

Трелювання – операція переміщення дерев, стовбурів або сортиментів в умовах бездоріжжя від місця звалювання до місця відвантаження на лісовозний транспорт (верхній склад або відвантажувальний пункт). Трелювання здійснюється у виключно важких умовах – при повному бездоріжжі, на будь-яких ґрунтах влітку або по сніговій цілині взимку, із численними перешкодами у вигляді пнів, гілля, наметів тощо.

На сьогодні тракторами виконується понад 80 % основного обсягу робіт з трелювання. У процесі трелювання можуть бути задіяні трактори загального призначення, спеціальні трелювальні трактори та багатоопераційні лісозаготівельні машини (звалювально-трелювальні, харвардери та ін.).

До сучасних машин маніпуляторного типу відносяться **форвардери**, що представляють собою самозавантажувальну машину для трелювання сортиментів.



Машини для виробництва дров

Дровоколи (колуни):

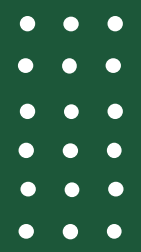
- Ручні
- Гвинтові
- Гідравлічні або цепні.

Привід: від електродвигуна, валу відбору потужності або гідросистеми трактора; власного двигуна або комбінованого приводу.



Автоматизовані та напіваавтоматизовані установки для виробництва дров, які мають механізовані системи основних операцій: подачі деревини; розколювання (розрізання) та виведення готових полін. Можуть бути обладнані маніпуляторами.





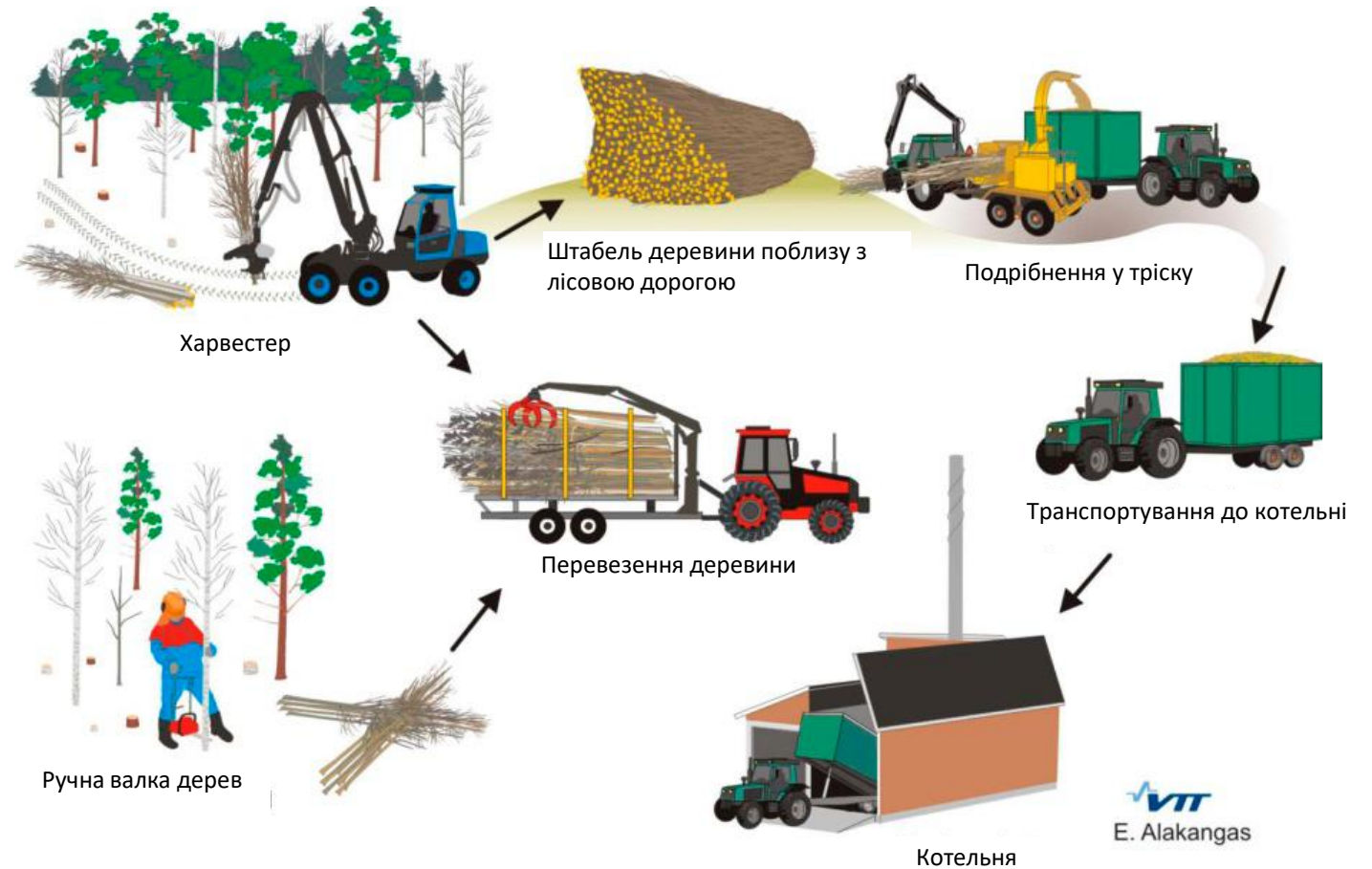
4 Виробництво деревинних трісок

Сировина для деревинних трісок

Для виробництва паливних трісок може використовуватися більша номенклатура сировини ніж для виробництва дров. Зокрема, може використовуватися як тонкомірна деревина, так і великомірна деревина неправильної форми (пні, обломки стовбурів, стовбури з кроною).

Основні види сировини:

- **низькоякісна деревина;**
- **відходи лісопильних та деревообробних підприємств, відбракування при сортуванні, тонкомірна деревина від рубок догляду та вибіркових рубок;**
- **відпрацьовані дерев'яні конструкції та матеріали;**
- **відходи та неліквіди деревини від лісосічних робіт;**
- **дерева та кущі різних насаджень.**

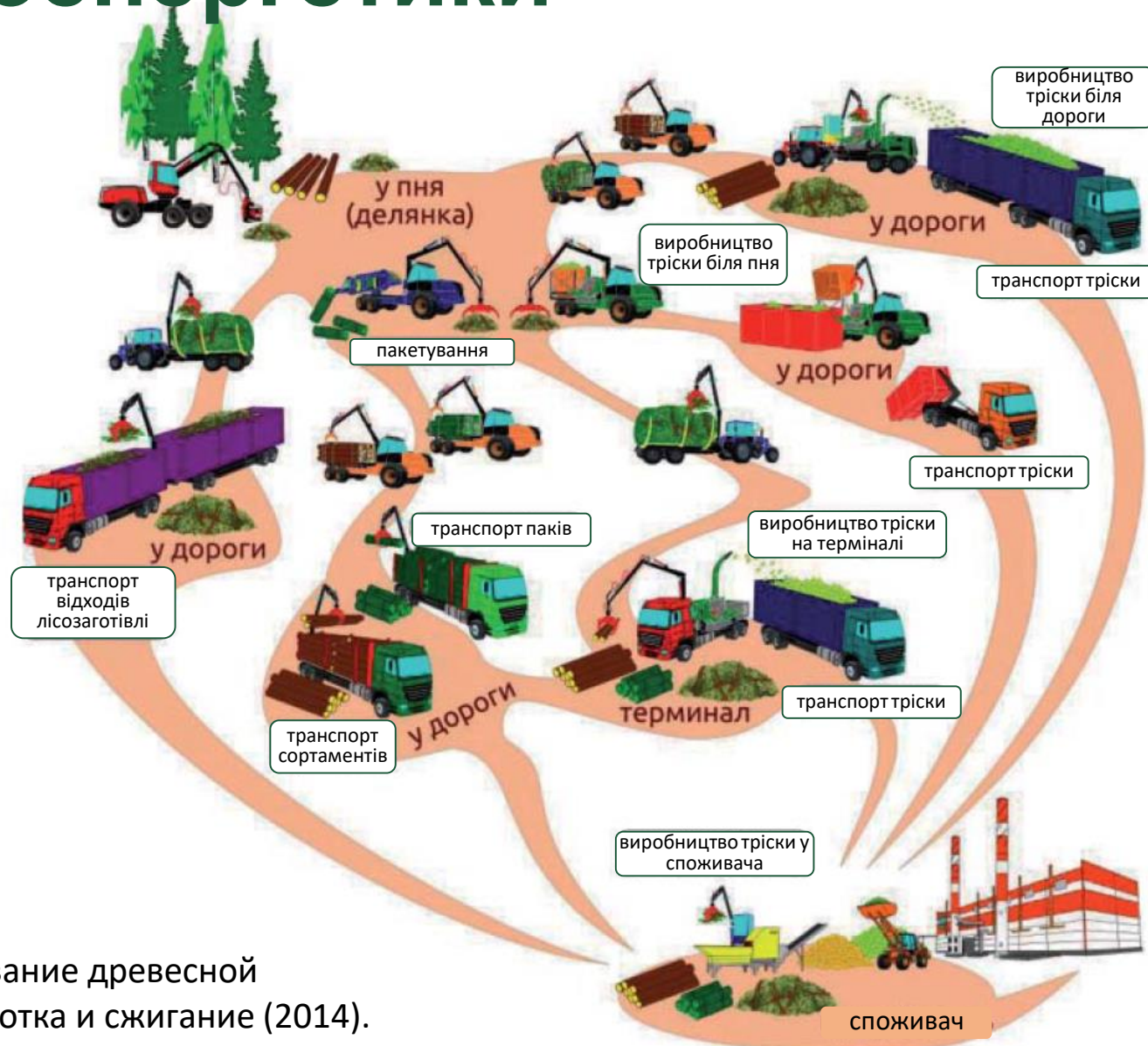


Комплексна технологія використання деревини для біоенергетики

Комплексна заготівля ділової та деревної біомаси для виробництва паливної тріски дозволяє знизити витрати на планування, управління та інші основні витрати з розрахунку на кубічний метр лісопродукції.

Крім того, застосування тільки одних лісозаготівельних машин для виконання різних робіт дозволяє мінімізувати витрати.

Операції подрібнення деревної біомаси може виконуватися на ділянці (у пня), на вантажному майданчику біля лісовозної дороги, на терміналі або у споживача (ТЕС, котельня).



Джерело: В.С. Сюнев Энергетическое использование древесной биомассы: заготовка, транспортировка, переработка и сжигание (2014).

Приклади операцій з порубковими рештками



Формування рулонів із лісосічних відходів



Завантаження рулонів лісосічних відходів



Завантаження лісосічних відходів у вантажівку



*Виробництво деревинних трісок з порубкових решток
рубальною машиною на автомобільному шасі*

Джерело:

<https://www.spencereca.com/service/brush-bales/>;
<https://www.wenita.co.nz/residue-recovery/>;
<https://www.jenz.de/en/customers-statements/customer-statements-view/high-powered-and-flexible/6/>

Подрібнювачі деревини

Класифікація обладнання для подрібнення деревини:

- за способом виконання технологічного процесу — мобільне й стаціонарне;
- за способом агрегування — навісне на трактор, напівпричіпне до трактора, причіпне до трактора, пересувне з приводом від електродвигуна або власного двигуна внутрішнього згорання (бензинового або дизельного), самохідне — в трьох варіантах: на шасі автомобіля, на гусеничному та на колісному ході, стаціонарне з приводом від електродвигуна або власного двигуна внутрішнього згорання;
- за типом робочого органа для подрібнення деревної маси — барабанні, дискові, молоткові, диско-молоткові та шнекові подрібнювачі;
- за типом завантажувального пристрою — лоткове та бункерне;
- за способом завантаження деревної маси: цю функцію виконують уручну, з допомогою власного маніпулятора чи окремого завантажувача.



Подрібнювачі деревини (продовження)

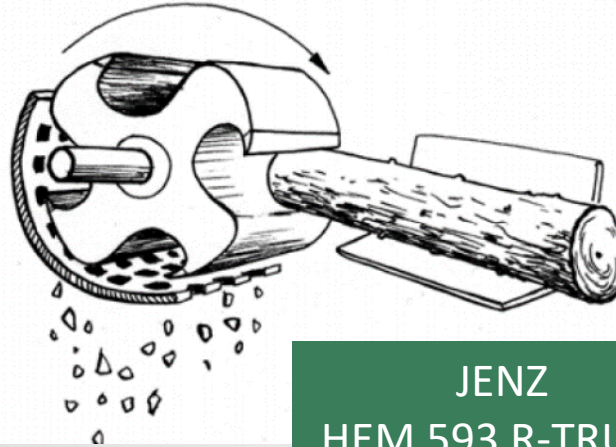
- Дискові



ОЛНОВА DP660 T
40 к.с.
8 м³/год



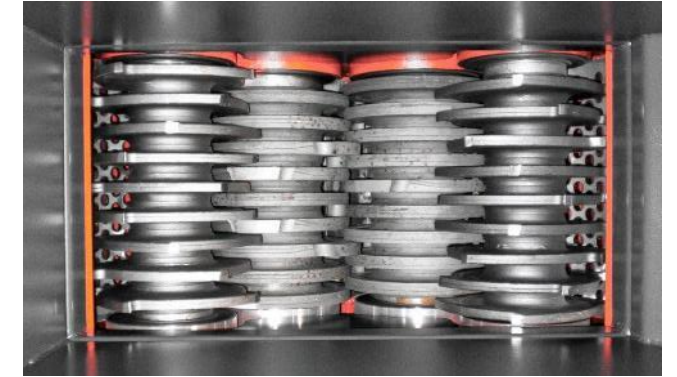
- Барабанні



JENZ
HEM 593 R-TRUCK
510 к.с.
до 270 м³/год



- Шредери



WEIMA ZM40
2 X 18 кВт



Дискова рубальна машина

Рубальна машина *Хеммель-Україна RM 52* навісна на трактор - призначена для подрібнення відходів деревообробки на технологічну і паливну тріску. Агрегатується із причепом.



Технічні характеристики рубальної машини

Параметр	RM52.2	RM52.3
Потужність трактора, кВт (к.с.)	від 80 кВт	
Привід механізмів різання	Вал відбору потужності	
Привід механізмів подачі	гідросистема трактора	
Частота обертання диска, об./хв	1000	
Максимальний діаметр деревини, мм	180	
Мах. продуктивність, м.куб./год.	15	
Висота викидання тріски, мм	24440	
Розмір фракції тріски на виході, мм		
- довжина (ширина)	25-50	10-25
- товщина	5-10	3-5
Габаритні розміри (Д:Ш:В), мм	1660x1250x2426	
Вага, кг	600	850

Мобільний барабанний подрібнювач

Мобільний барабанний подрібнювач *JENZ 540R-Truck* використовується для отримання тріски із деревини м'яких порід діаметром до 560 мм та твердих – діаметром до 420 мм



Технічні характеристики JENZ 540R-Truck

Параметр	Значення
Продуктивність, нас. м ³	до 120
Дизельний двигун	MAN EURO6
Потужність двигуна, кВт (к.с.)	265 (360)
Вікно подачі (ШхВ), мм	790x650
Діаметр подрібнюючого ротору, мм	820
Кількість ножів, шт	8 (16)
Вивантаження тріски	вентилятором із механічним приводом
Кількість осей	3
Максимальна швидкість, км/год	80
Габаритні розміри (Д:Ш:В), мм	7500x2550x3800
Вага, кг	20000



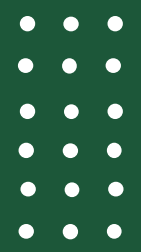
Шредер

Подрібнювач *Hammel* типу *VB 750* призначений для подрібнення різноманітних відходів деревини (сира та суха деревина, коріння дерев, пеллети, кабельні котушки, шпали), побутових та будівельних відходів.



Технічні характеристики VB 750

Модель	VB 750 DK	VB 750 D	VB 750 E
Тип	мобільний на гусеницях		стаціонарний
Привід	дизельний двигун		2 електричних двигунів
Потужність, кВт	257	257	2x110
Продуктивність, т/год	15-60	15-60	15-60
Розмір подрібнюваного матеріалу, мм	2500-5000	2500-5000	2500-5000
Розмір подрібненого матеріалу, мм	150-400	150-400	150-400
Частота обертання робочих валів, хв ⁻¹	23-43	23-43	23-43
Висота викиду подрібненого матеріалу, мм	3700	3400	3400
Вага, тонн	16	15	15



5 Транспортування деревної біомаси

Транспортування деревини

Розрізняють транспортування сировини (біомаси) та транспортування готової продукції.

Перевезення сировини здійснюється вантажівками, тракторами або автопоїздами-сортаментами.

Малі партії дров до 6-8 м³ перевозять **насіпом** у кузовах вантажівок або причепах (*к-т повнодеревності 0,4*).

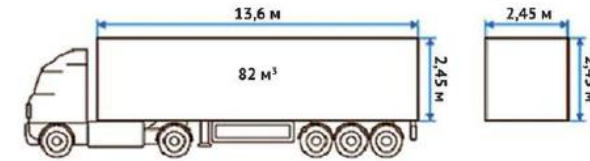
Штабелювання дров більш ефективно використовує вантажопідйомність (*к-т повнодеревності 0,67*). Але при цих способах перевезення вантажні операції потребують значних витрат часу. Тому при значних обсягах виробництва дров використовують їх доставку на палетах, сітках об'ємом 1-3 м³, при цьому вантажні операції можуть проводитися механізовано, зокрема, маніпуляторами.



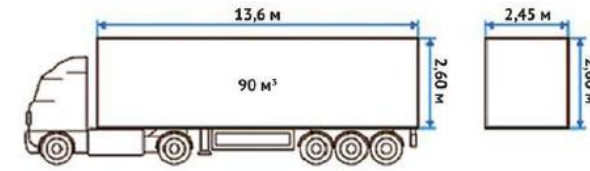
Транспортування деревинних трісок



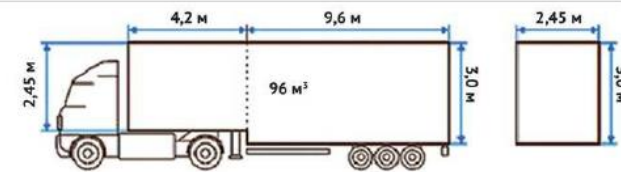
Автотранспорт для транспортування тріски:
 а – автомобіль контейнеровоз із змінним контейнером;
 б – автомобіль-трісковоз;
 в, г – автомобіль трісковоз з причепом і напівпричепом



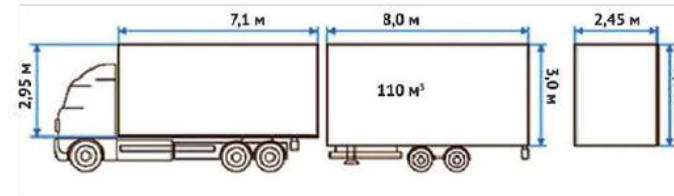
Вантажопідйомність
20-24 т;
Внутрішні розміри:
13,6x2,45x2,45 м;
Об'єм: 82 м³



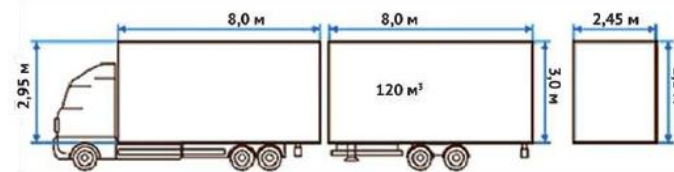
Вантажопідйомність
20-24 т;
Внутрішні розміри:
13,6x2,45x2,6 м;
Об'єм: 90 м³



Тип – JUMBO
Вантажопідйомність
20-24 т;
Внутрішні розміри:
13,8x2,45x3,0 м;
Об'єм: 96 м³



Автоцепка
Внутрішні розміри:
7,1x2,45x3,0 м;
Об'єм: 2x60 м³



Автоцепка
Внутрішні розміри:
8,0x2,45x3,0 м;
Об'єм: 2x60 м³

Джерело: В.С. Сюнев Энергетическое использование древесной биомассы: заготовка, транспортировка, переработка и сжигание (2014).

Джерело: Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні. Практичний посібник / За ред. Г. Гелетука (2015).

Сервіс перевірки походження легальності деревини



ДП "Лісогосподарський
Інноваційно-Аналітичний Центр"

<https://open.ukrforest.com/>



Перевірка за
номером
бирки >



Перевірка за
номером
автомобіля >



Перевірка за
номером
ТТН >



6 Зберігання деревної біомаси

Склади лісопиломатеріалів та дров повинні мати огорожі.

При зберіганні тріски у купах під час опадів звожується не дуже глибокий поверхневий шар, а характеристики основної маси палива залишаються незмінними. При такому способі зберігання в періоди ясної погоди тріска підсушується, тому для запобігання злежуванню, започаткуванню процесів гниття, утворенню плісняви та іншого необхідно виконувати ворухіння забуртованої тріски. Приблизно раз на два тижні потрібно переміщувати купу з тріскою на інше місце. В середньому за 2-3 місяці втрата вологи складає 7-10%.

Існуючий досвід зберігання тріски в складських приміщеннях, що не обладнані системами якісної вентиляції, свідчить про негативні наслідки через утворення великої кількості пари в середині приміщень.

Зберігання тріски під агроволокном, що захищає від опадів та є паропроникним



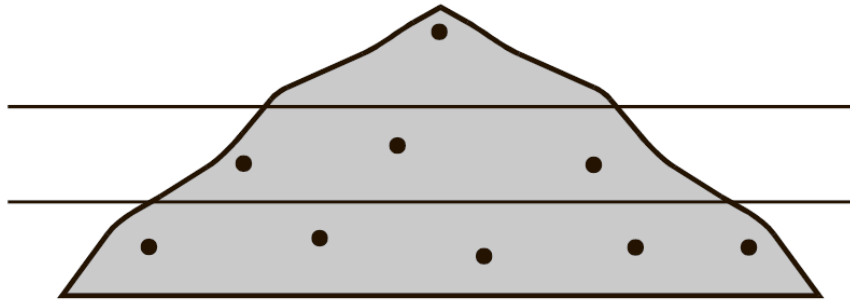
Джерело:

<https://kobzarenko.com.ua/ua/produkcija/tehnika-dlya-solomi/164-agrovolokno.html>

7 Оцінка якості деревної біомаси

- Відбирання проб

ДСТУ EN ISO 18135:2022 Біопаливо тверде. Відбирання проб



Позначені можливі точки відбирання проб



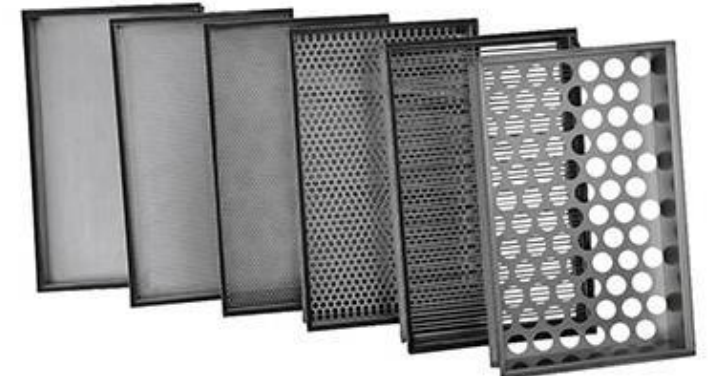
- Візуальний контроль (однорідність, відсутність гнилі та сторонніх домішок)



- Визначення розмірів



- Визначення вологості



Відео: На що потрібно звернути увагу при купівлі дров?



Джерело: <https://www.youtube.com/watch?v=Q6QsQ5Q8GdY>

Спецтехніка: спилювання валка обрізка дерев, корчування пнів, перевезення деревини, тріска



Джерело: https://youtu.be/044J3n7Tn_E



European Bank
for Reconstruction and Development



Програма управління знаннями для розвитку сталої біоенергетики

Дякую!

Семен Драгнєв



Експерт UABIO, к.т.н.



+380 66 324 84 80



dragnev@uabio.org



<https://uabio.org>

