



Програма управління знаннями для розвитку сталої біоенергетики

Заготівля та постачання для енергетичних потреб біомаси від обрізки та видалення садів і виноградників

Желєзна Т.А., к.т.н.

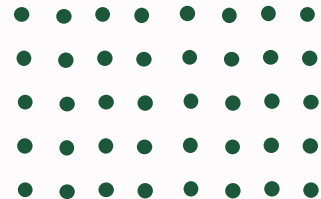
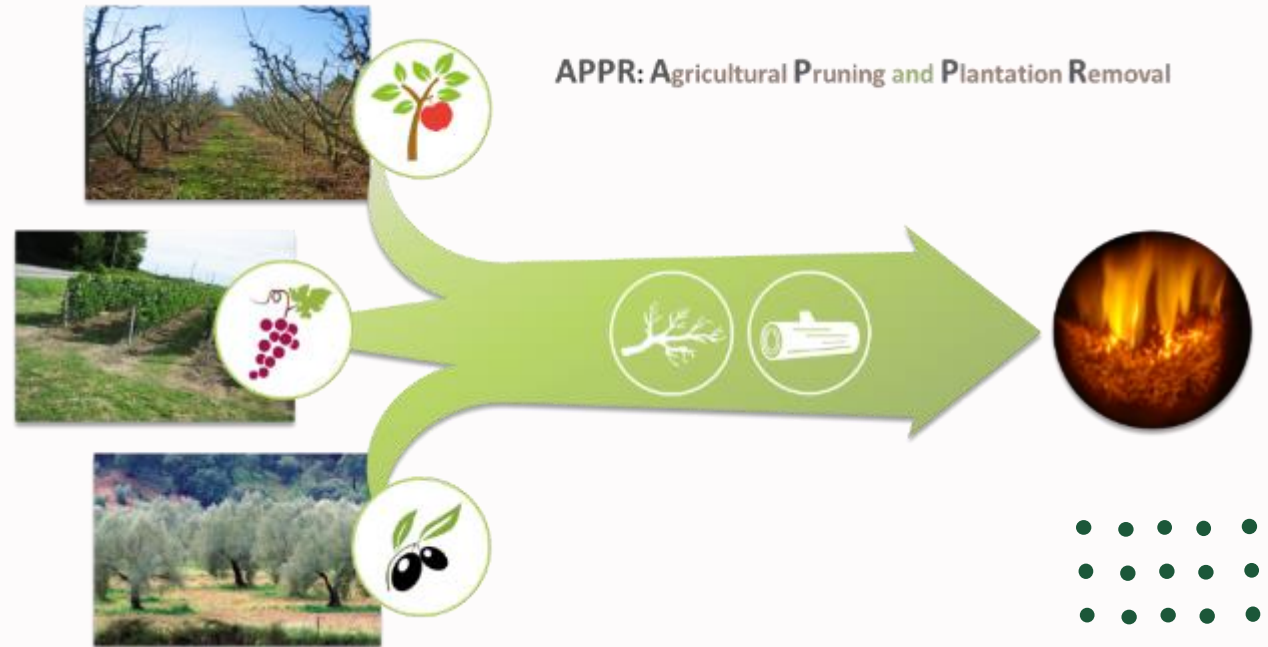
ТОВ «НТЦ «Біомаса»

Біоенергетична асоціація України, експерт



Зміст

- 01 Загальна інформація про біомасу від обрізки та видалення багаторічних сільськогосподарських насаджень (ОВБСН) та її використання
- 02 Ланцюжки вартості біомаси ОВБСН та їх складові
- 03 Технології заготівлі біомаси ОВБСН
- 04 Кращі європейські приклади



Багаторічні сільськогосподарські насадження

Багаторічне сільськогосподарське насадження – це сільськогосподарське угіддя, що використовується під штучно створені деревні, кущові або трав'янисті багаторічні насадження, призначені для отримання врожаю плодово-ягідної, технічної та лікарської продукції, а також для декоративного оформлення територій: **сади, виноградники, ягідники, плодові розплідники, плантації** та ін.

Обрізка саду - процедура, що має велике значення для стану рослин та якості врожаю. Вона регулює обмінні процеси всередині дерева, перерозподіляючи життєві ресурси і направляючи їх до необхідних частинах дерева. Вважається, що найкращий час для обрізки дерев - це пізня зима й рання весна до того, як почнеться новий ріст. Виходячи з намічених цілей, виділяють шість видів обрізки: **омолоджуюча, формуюча, регулююча, відновлювальна, санітарна**.

Обрізка виноградників є важливим агротехнічним прийомом, що сприяє збільшенню врожайності та покращенню якості плодів. Передбачає **видалення** непотрібних та пошкоджених гілок, збереження оптимальної форми рослини та стимулювання росту нових пагонів: Обрізання винограду восени, Проміжне обрізання навесні, Обрізання прищеп винограду навесні.

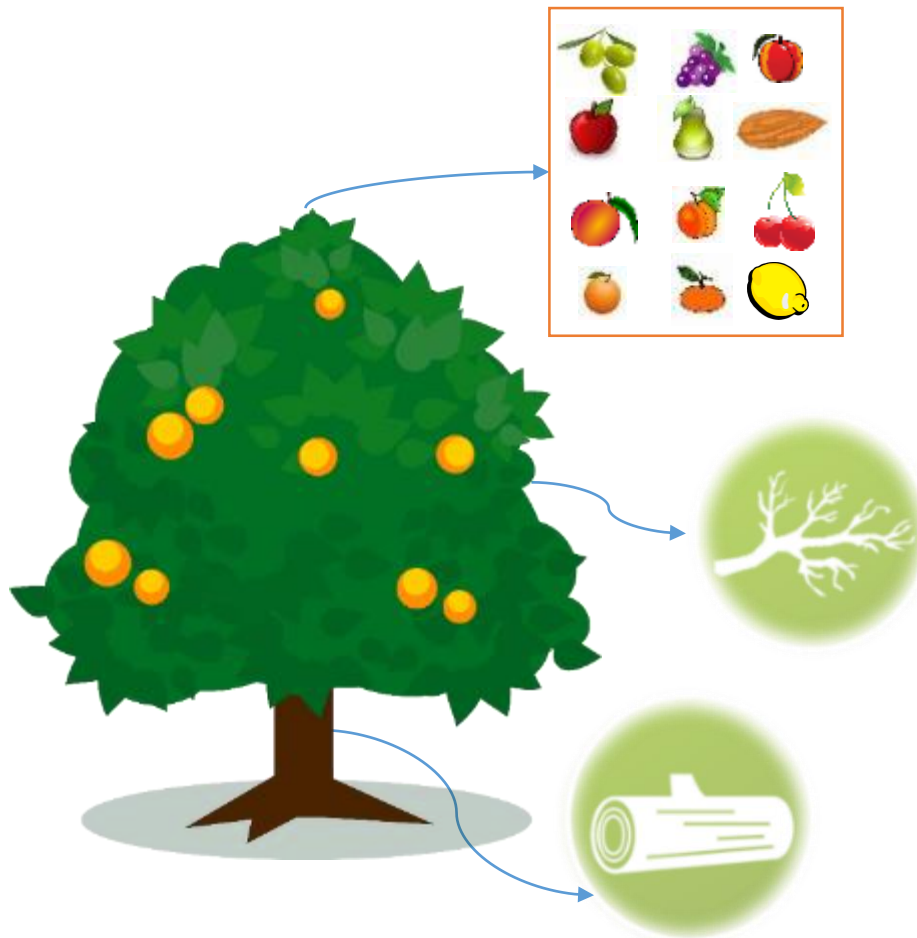
Корчування старих плантацій (втрата плодоношення/збитковість/потреба у ділянці землі)



<https://almedia.com.ua/skhema-obrizki-vinogradu-zagalni-principi-ta-etapi-roboti/>

<https://www.unian.ua/society/10481115-yak-pravilno-obrizati-dereva-sanitarna-obrizka-plodovih-derev-foto.html>

Утворення біомаси ОВБСН



Зазвичай власник не розглядає біомасу ОВБСН як суттєве джерело доходу

Фрукти / виноград

- Урожай збирають один раз на рік.
- Продуктивність коливається від 1 до понад 50 т/га (залежить від виду культур, технології вирощування, місцевих умов та ін.)
- **Основне** джерело доходу та **цільовий** продукт для вирощування

Деревна біомаса від обрізки

- **Обрізка** дерев – усталена практика садівництва. Обрізки зазвичай утворюються 1 раз на рік або в декілька років (в залежності від культури та агрономічних практик).
- **Обсяг** утворення: **1-5** т/га.
- **Форма**: кускове паливо або тюки.
- **Використання**: іноді товстіші частини збираються і використовуються як дрова, але в основному обрізки залишаються біля плантацій і спалюються просто неба або, рідше, мульчуються.

Деревна біомаса від видалення садів (виноградників)

- **Видалення** плантації – це розкорчовування дерев наприкінці терміну експлуатації плантації.
- **Обсяг** утворення: до **50** т/га (в садах)
- **Форма**: дрова або кускове паливо
- Фракції деревини сильно **забруднені** ґрунтом (наприклад, коріння)
- **Використання**: в основному не використовується.

Загальний вигляд біомаси ОВБСН

Дрова з біомаси ОВБСН



Коріння фруктових дерев



Подрібнена виноградна лоза



Подрібнені обрізки дерев



Лісові тріски (для порівняння)



Тріски з фруктових дерев



Тюки з обрізок яблунь



Біомаса ОВБСН:

- ✓ **Співставний** енерговміст з лісовою деревиною (+).
- ✓ **Більш різноманітні** форми, зазвичай **вищий** вміст золи (-).

Біомаса ОВБСН – склад та паливні характеристики

Показники	Обрізки						ДЕРЕВНІ ТРІСКИ (для порівняння)
	Яблуня	Груша	Абрикос	Черешня	Вишня	Слива	
Вологість*, %	6,73	5,57	6,09	6,09	6,88	5,94	40
LHV, МДж/кг	17,06	16,76	17,19	16,76	17,13	17,12	10,4 (19,0 с.м.)
Зольність, %	1,52	3,98	1,99	2,64	2,69	3,89	0,6...1,5
Елементарний склад, %:							
вуглець	47,36	46,53	48,16	46,11	45,76	48,15	50
водень	6,42	5,91	6,47	6,69	6,83	6,52	6
кисень	45,3	46,6	44,64	45,98	46,3	44,34	43
азот	0,74	0,76	0,54	1,02	0,92	0,81	0,3
сірка	0,18	0,20	0,19	0,20	0,19	0,18	0,05

* Вологість в дослідженні, що є джерелом даної таблиці. Зазвичай вологість обрізок **35-40%**, LHV р.м. – **9-12** МДж/кг

Джерело: https://www.researchgate.net/publication/271189331_Energy_potential_of_fruit_tree_pruned_biomass_in_Croatia

Показники	Соснові тріски*, клас В EN-ISO 17225	Обрізки мигда- левих дерев	Обрізки перси- кових дерев	Обрізки олив- кових дерев	Обрізки виноградників
Вологість, % р.м.	≤ 35	34	38	28	42
Зольність, % с.м.	≤ 3,0	4,6	3,7	4,8	3,5
LHV, МДж/кг, р.м.	-	10,6	10,5	12,5	9,2
LHV, МДж/кг, с.м.	18,2	17,4	18,3	18,2	17,4

* Для порівняння. р.м. – робоча маса, с.м. – суха маса. LHV – нижча теплотворна здатність.

Джерело: Проєкт uP_running (2016-2019) www.up-running.eu

Біомаса ОВБСН – склад та паливні характеристики (2)




Показники	БРИКЕТИ		ГРАНУЛИ		
	з виноградної лози	з деревної тирси (для порівняння)	з біомаси видалених плодових дерев	з виноградної лози	деревні (для порівняння)
Вологість, w-% a.r.	11	4-8	13	10	≤ 10
Зольність, % d.b.	3,4	0,5-1,1	4,8	4,5	≤ 0,7
LHV, МДж/кг d.b.	18,0	19,0	18,1	17,7	19,0
Густина, т/м ³	0,61-0,72	1,15-1,25	~1,0	~1,0	1,2
Насипна щільність, кг/м ³ a.r.	760	800-1000	530	710	600-750
Азот N, % d.b.	0,85	< 0,3	0,5-1,0	0,81	< 0,3
Сірка S, % d.b.	0,05	< 0,04	0,01	0,07	< 0,04
Хлор Cl, % d.b.	0,05	< 0,03	< 0,03	0,02	< 0,03
Температура плавлення золи, °С	1300	> 1100	> 1000	1380	> 1100

LHV – нижча теплотворна здатність; a.r. – робоча маса, d.b. – суха маса.

Джерела: <https://agrobioheat.eu/>; <https://ihe.nas.gov.ua/index.php/journal/article/view/443/373>; <https://bio.ukr.bio/ua/articles/2050/>

Характеристики біомаси/біопалив ОБСН в Україні

№ / розташування демо-ланцюга	Вид біопалива ОБСН	Фото	Вихід БМ, т/га	W, % р.м.	A, % с.м.	Розмір частинок	Насипна щільність, кг/м ³ р.м.	
Вінницька обл.	1	Тріска з обрізок яблунь		1,6...5,9	34.3 (-)	2.0 (-)	P45B (EN 14961-1) (8-45 мм, 75% по масі)	270
Вінницька обл.	2	Гранули з видалених фруктових дерев		19,3...56,3 (наземна частина)	12.6 (-)	4.8 (-)	Діаметр 8 мм Довжина різна, до 40 мм (відповідають ENplus тільки по розмірам)	530 (-)
Київська обл.	3	Крупна тріска з обрізок фруктових дерев Кускове біопаливо (hog fuel)		7...10 (обрізка 1 раз на 3 роки)	46.2 (-)	2.3 (-)	P125 (EN 14961-1) (3,15-125 мм, 75% по масі)	270
Одеська обл.	4	Брикети з виноградної лози NIELSEN		2,2...4,4	11.0 (+ клас B)	3.4 (+ клас B)	Діаметр 50 мм Довжина різна, ~ 60 мм (ISO 17225-3, клас B)	760
Запорізька обл.	5	Тріска з обрізок яблунь		2,2...3,3	41.5 (-)	4.3 (-)	P100 (EN 14961-1) (16-100 мм, 75% по масі)	280

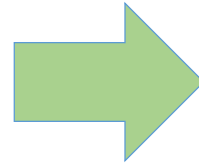
Джерело: проєкт uP_running <https://www.up-running.eu/>; <https://cordis.europa.eu/project/id/691748>

A photograph of an olive grove with a large pile of cut olive branches in the foreground. The trees are mature and spaced out. The ground is covered with dry leaves and some green grass.

Потенціал біомаси ОВБСН в Європі та його використання

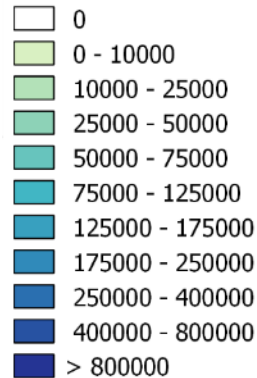
Потенціал біомаси ОВБСН в Європі

Потенціал біомаси від обрізки
> 13 млн т сухої речовини на рік
(еквівалент 26 млн т свіжої речовини)

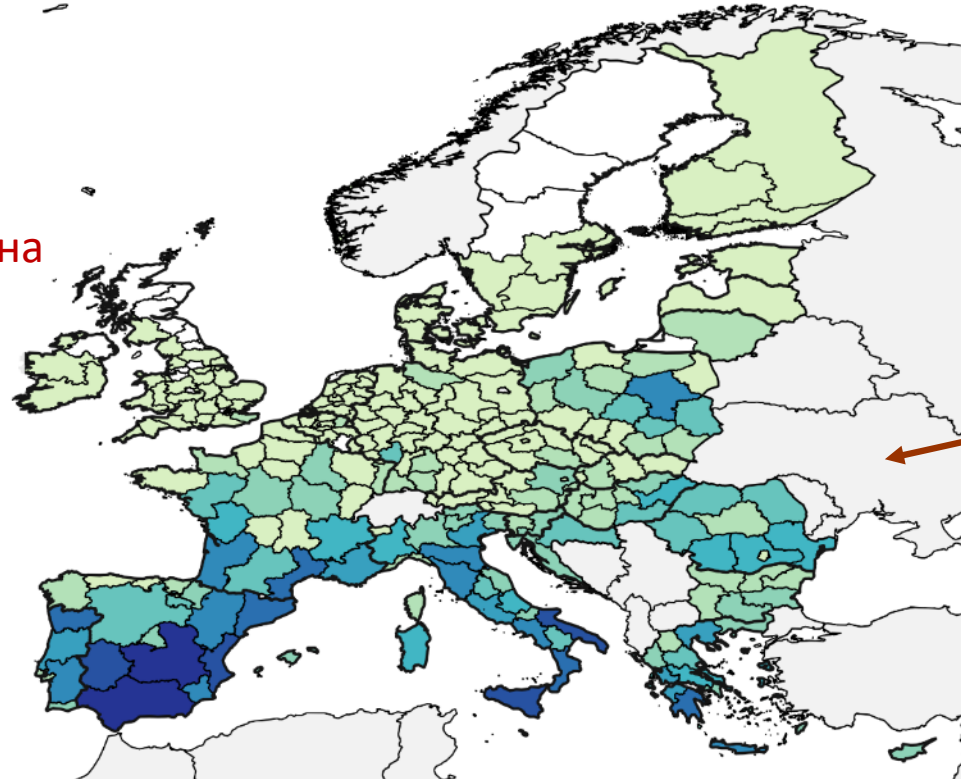


Загальний потенціал біомаси ОВБСН
> 20 млн т сухої речовини на рік
(еквівалент 40 млн т свіжої речовини)

TOTAL PRUNING POTENTIAL (t d.m./yr)



← Україна



Потенціал біомаси
ОВБСН в Україні:
251 тис. т с.р./рік
(114 тис. т н.е./рік)
Джерело: оцінка БАУ

Структура енергетичного потенціалу деревної біомаси в Україні (2021)



Всього: 2700 тис. т н.е.
(~10% загального потенціалу біомаси)



**Біомаса ОБСН;
114; 4%**



**Відходи
деревообробки,
213, 8%**



Поточний стан та перспективи використання біомаси ОВБСН в Україні

Поточне звичайне поведження

Спалювання у відкритих вогнищах



Заорювання у ґрунт

Альтернативне використання

компостування / енергія



Дрова

- ❖ Окремих стратегічних документів/цілей щодо енерговикористання біомаси ОВБСН **не існує**.
- ❖ Біомаса ОВБСН на концептуальному рівні стала розглядатися як додаткове джерело біопалива лише **останні кілька років** (підхід БАУ).
- ❖ Основні **поточні** способи поведження – **зберігання або спалювання на краю плантації**. Є поодинокі приклади подрібнення обрізок із розкиданням по плантації, використанням на власні енергопотреби або виробництвом гранул.
- ❖ Серед фермерів існує переконання, що ланцюжок енергетичного використання даних видів відходів є дуже **складним**, а їх збір та переробка дуже **затратними** (праця, енергія).
- ❖ Виробництво енергії/біопалива з біомаси ОВБСН є **перспективним і важливим напрямком** для підвищення енергетичної безпеки на місцевому та національному рівнях.
- ❖ Існують **бар'єри** і **рушійні сили** розвитку даного напрямку.

Напрямки утилізації біомаси від обрізки садів і виноградників в країнах ЄС

Країна / джерело біомаси	Вихід біомаси від обрізки, т/га/рік	Напрямки утилізації біомаси від обрізки садів/виноградників			
		Спалювання на відкритому повітрі	Подрібнення та прикопування у ґрунт	Використання як дрова	Комерційне виробництво енергії
ІСПАНІЯ / оливкові дерева	1-4	90%	5%	5%	-
ФРАНЦІЯ / виноградники	4	10%	80%	10%	<1%
ІТАЛІЯ / мигдалеві дерева	~1	50%	20%	20%	10%
ПОЛЬЩА / фруктові сади і виноградники	1,5-4,5 (зерняткові) 2-6 (кісточкові)	<1%	95%	3%	<1%
ГРЕЦІЯ: - фруктові сади і виноградники;	немає даних	<1%	90%	10%	<1%
- мигдалеві дерева;		<1%	80%	20%	<1%
- оливкові дерева.		<1%	70%	30%	<1%
НІДЕРЛАНДИ / зерняткові культури	4,5	<1%	99%	<1%	<1%
СЛОВАЧЧИНА / кісточкові культури	немає даних	-	70%	30%	-
СЛОВЕНІЯ / зерняткові культури	немає даних	<1%	99%	<1%	-

Джерело: проєкт uP_running <https://www.up-running.eu/>; <https://cordis.europa.eu/project/id/691748>

The image shows an olive grove with several trees. In the foreground, there is a large, neat pile of cut olive branches, likely prepared for biomass. The ground is covered with dry leaves and twigs. The text is overlaid in the center of the image.

**Створення ланцюгів доданої вартості.
Підходи до заготівлі біомаси ОВБСН**

Створення ланцюжка доданої вартості

Біомаса ОВБСН



ЕНЕРГІЯ

Будь який життєздатний ланцюжок доданої вартості передбачає, що кожний його учасник отримує **ВИГОДИ**

Власник біомаси (фермер, кооператив, с/г компанія)



ЕКОНОМІЧНІ

- Продаж деревини
- Зменшення витрат на управління обрізками

НЕЕКОНОМІЧНІ

- Збереження часу
- Уникання докучливих операцій
- Відсутність заходів відкритого спалювання

Треjder, постачальник, сервісна компанія



ЕКОНОМІЧНІ

- Отримання доходу
- ## НЕЕКОНОМІЧНІ
- Диверсифікація діяльності
 - Можливість для інтегрованих контрактів (обрізка + збирання)

Перевізник



ЕКОНОМІЧНІ

- Отримання доходу
- ## НЕЕКОНОМІЧНІ
- Диверсифікація діяльності
 - Можливість для інтегрованих контрактів (фрукти + деревина від обрізки)

Споживач



ЕКОНОМІЧНІ

- Біомаса за низькою ціною
- ## НЕЕКОНОМІЧНІ
- Диверсифікація джерел енергії
 - Підвищення конкурентоспроможності

Підходи до технологічних операцій ланцюжка доданої вартості

Якість біомаси ОБСН впливає на її ціну

- Необхідно уникати потрапляння ґрунту та каміння під час витягування / вирівнювання / зберігання тощо.
- Вологий подрібнений матеріал почне розкладатися в купі. Необхідно залишити гілки/лозу на відкритому повітрі на строк від 2 тижнів для висушування.
- Необхідно складати біомасу на майданчик з твердим покриттям.

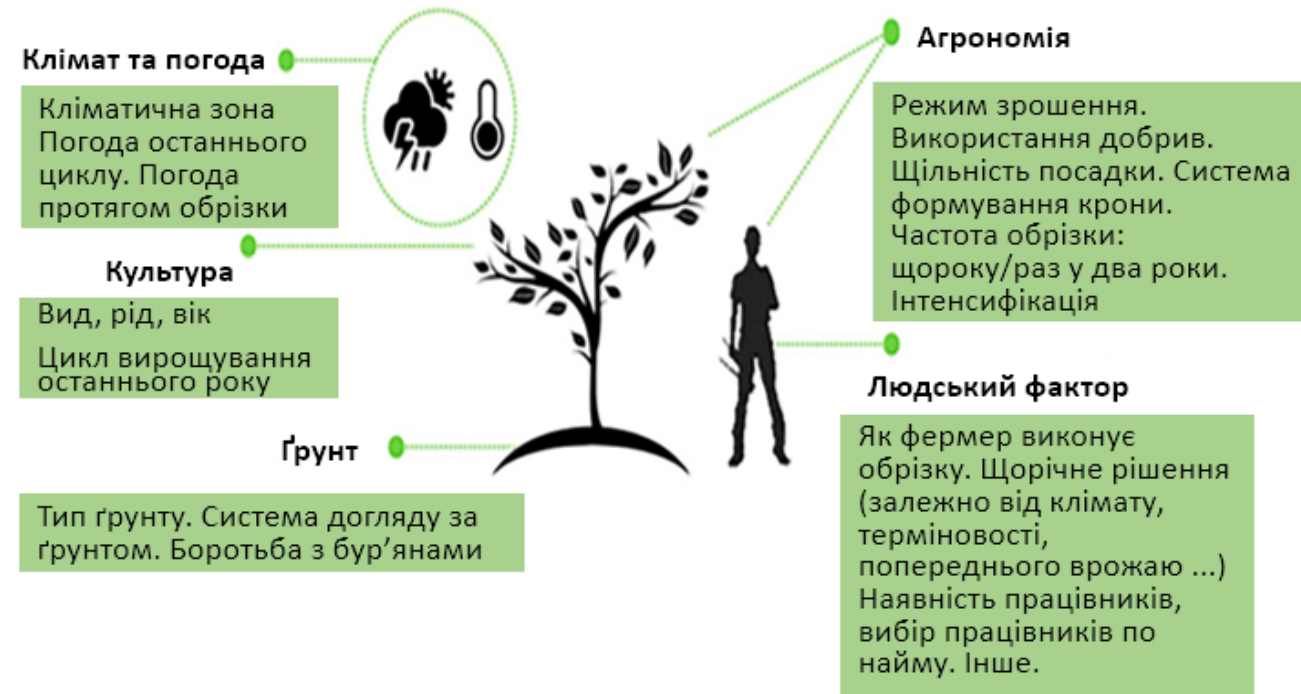
Оптимальна кількість операцій та їх ефективність впливають на рентабельність

- **Збирання** – ключовий етап. Впливає на якість та кінцеву вартість (більше 50%).
- Необхідна швидкість та потужність.
- **Маневреність**: вибір машин повинен відповідати розміру плантацій. Час на маневри може суттєво
- Тюки та біг-беги потребують використання трактора у садах (виноградниках) для їх вивезення.
- Тривалість завантаження / розвантаження.
- Втрати: частка біомаси, що залишилася на ґрунті.

Оптимальна бізнес-модель – запорука успіху

- Всі учасники ланцюжку повинні знайти **вигоду**, для чого треба вибрати оптимальну **бізнес-модель**.
- Нематеріальні вигоди можуть змінити ситуацію.

Фактори впливу на ланцюжок



Збирання обрізок – згрібання / стягування на край плантації



(варіант 1)



Основні характеристики операції:

- Обладнання: трактор, оснащений граблями/вилами
- Швидко (+)
- Незначні інвестиції (+)
- Але: великий обсяг ґрунту і каміння (-)

Подрібнення обрізок поблизу плантації



(варіант 1)

Подрібнювачі із ручною подачею



Великі подрібнювачі з механічною подачею



Рекомендується застосування **молоткових дробарок**, оскільки вони більше підходять для подрібнення **забрудненої** деревини. Рубальні машини з робочими елементами лезами/ножами швидко зношуються і псуються через наявність у біомасі каміння та інших абразивних забруднень.

Демонстраційний проєкт з енергетичного використання деревини від обрізки садів у Запорізькій області (проєкт uP_running Програми ЄС Горизонт 2020)

Відео: Збір та подрібнення біомаси від обрізки садів інтенсивного типу

Варіант заготівлі: переміщення обрізок на край плантації, подрібнення з ручним завантаженням



Поєднання збирання біомаси обрізок із подрібненням



(варіант 2)



Подрібнювач навісний
спереду із
вивантаженням у
причеп



Подрібнювач навісний
ззаду із
вивантаженням у
причеп



Подрібнювач навісний ззаду
із розвантаженням у
контейнер, що змонтований
на підйомнику спереду



Самохідний
подрібнювач



Подрібнювач
причіпний із
розвантаженням
у біг-бегі



Подрібнювач
причіпний із
розвантаженням у
причеп



Подрібнювач
причіпний із
контейнером, який
нахиляється



Подрібнювач причіпний
із контейнером, який
піднімається для
розвантаження

Багато систем та рішень
представлені на ринку

Фронтальні подрібнювачі обрізок



(варіант 2б)



Biomass 150 (SERRAT), Іспанія
Трактор 150 к.с. Подрібнення **ротором**.
Подрібнює гілки діаметром до 8-10 см.
Розмір подрібнення може налаштуватися
<https://www.serratmulchers.com/biomass150/>



Biomasa Natura (PICURSA), Іспанія
Трактор 100-180 к.с. Подрібнення **молотками**. Є сита.
Економне енергоспоживання.
<https://www.picursa.com/en/machine/biomasa-mulcher-natura-frontal/#features-tab>

Основні характеристики:

- Зазвичай необхідна велика потужність обладнання
- Зазвичай отримується добре подрібнена біомаса (+)
- Запобігання наїзду на гілки (+)

Задні подрібнювачі обрізок



(варіант 2а)

Розвантаження у причеп



PICKER/R 160 (Berti, Італія)

Вага: 1190 кг

Трактор: 60-120 к.с.

Кількість молотків: 22

Макс. діаметр віток: 80 мм

Розвантаження у контейнер



PICKER/C 160 (Berti, Італія)

Вага: ~1850 кг

Висота при нахилі контейнера для розвантаження: 2 м (стандартний), 2,6 м (покращений). Гідравлічний привід.

Кількість молотків: 22

Макс. діаметр віток: 80 мм

Задні подрібнювачі обрізок (2)



(варіант 2а)

Розвантаження: у причеп



PMA 16CR (PROMAGRI)

у контейнер



TRISA BIO (BELAFER)

у біг-бег



TRP 145 RT (Kuhn, Франція)

Основні характеристики:

- Подрібнювачі розроблені на базі **мульчувачів**. Робочий пристрій - важкий металевий (сталевий) ротор з встановленими на ньому рухомими **молотками** (ножами) або нерухомими різцями.
- Подрібнена біомаса є **неоднорідною** (-) (при застосуванні молоткових дробарок без сит; варіант з ситами використовується **рідше**, оскільки таке обладнання більш чутливе до каміння і має дорожче технічне обслуговування, але якість подрібнення – вище).
- Трактор **проїжджає** по гілках (-). Більш **економічні**, загалом **надійні** (+).
- Різні моделі (переважно італійські та іспанські).

Вага: 1200 кг

Необхідна потужність ел. приводу: 59 кВт

Ротор (Ø 465 мм, висока швидкість) з 8 рядами важких молотків (загалом 20)

Поєднання збирання біомаси обрізок із подрібненням у тріски



(варіант 2)



Подрібнювач у тріски
навісний спереду,
розвантаження у причеп

Обмежена кількість і рішень
представлена на ринку



Подрібнювач у тріски
причіпний із
розвантаженням у біг-бегі



Подрібнювач у тріски
причіпний із
розвантаженням у причеп



Подрібнювач у тріски
причіпний з контейнером,
що піднімається для
розвантаження

Задні подрібнювачі обрізок у тріски



(варіант 2)



Marev Alba (Costruzioni Nazzareno), Італія

Конструкція сприяє **очищенню** біомаси від землі і каменів в процесі збирання і подачі до подрібнювача.

Робочий елемент для подрібнення: ротор з лезами

Ø віток: макс. до 80 мм, рекомендований до 40 мм

Необхідна потужність ел. приводу: 52 кВт



EuroPruning - PC50 (ONG SNC, Італія), прототип

Інноваційна система подрібнення у тріски: ротор, на якому можуть бути змонтовані два різних типи гвинтоподібних **ножів**.

Гомогенні тріски з розміром часток класу P45

Можлива опція збору трісок у причеп або контейнер

Економне енергоспоживання. [10.1371/journal.pone.0261810](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261810)

Задні подрібнювачі обрізок у тріски (2)



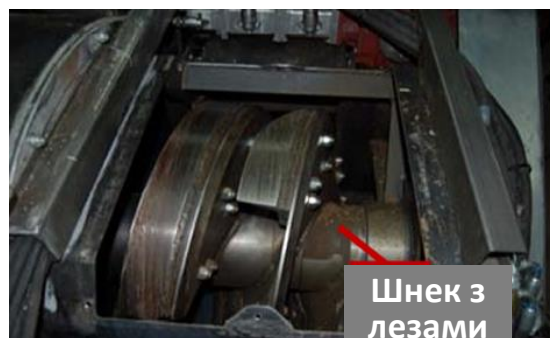
(варіант 2)



EuroPruning - PC50 (ONG SNC, Італія),
прототип (продовження)



Існує 4 опції роботи: збирання трісок у причеп (2 варіанти), у біг-бег, у власний контейнер



Основні характеристики обладнання:

- Подрібнювачі у **тріски**: «чисте різання» (clean/fine cut) без розламування і дроблення.
- Тільки **4** моделі на ринку (3 німецькі та 1 італійська) + **1** прототип.
- Більш **однорідна** подрібнена біомаса (+), але не така, як тріски з лісової деревини.
- Подрібнювачі менш потужні, ніж шредери. Складніше технічне обслуговування (-).

Розмір та форми подрібненої біомаси від обрізки дерев



Тріски
(подрібнення у тріски)

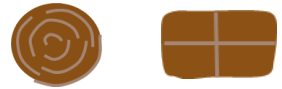


Крупні частки
(подрібнення молотковою
дробаркою)



Мілка фракція
(відсіяна, подрібнення
дробаркою)

Поєднання збирання обрізок з тюкуванням



(варіант 2)



Прес-підбирач для обрізок (малі рулони) із інтегрованим накопичувачем



Рулонний прес-підбирач для сіна/соломи, який використовують для тюкування обрізок



Прес-підбирач для сіна/соломи у прямокутних тюках, який використовують для тюкування обрізок



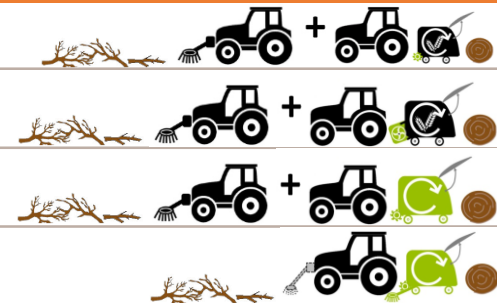
Прес-підбирач для обрізок у рулонах



Прес-підбирач для обрізок у прямокутних тюках

ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ БІОМАСИ ОБРІЗОК

ПОЄДНАННЯ
ЗБИРАННЯ ІЗ
ТЮКУВАННЯМ



Вологі гілки легко підсушуються у тюках (+)
Навантаження/розвантаження тюків потребує більше часу (-)
Необхідно подрібнювати тюки перед спалюванням (-) (не завжди)

Вартість: 10,000-150,000 € (нові моделі); середня ціна близько 50,000 €

Тюкування обрізок

 
(варіант 2)



QuickPower 930 (CAEV), Італія

Вага: 500 кг

Розмір тюка: 60 см*40 см

Вага тюка: 25-35 кг. Регулюється

тиском всередині камери

Діаметр віток: до 35 мм

Економне енергоспоживання

Необхідна потужність ел. приводу: 15 кВт



EuroPruning - PRB1,75 (PIMR, Польща), прототип

Вага: ~3100 кг

Розмір тюка: \varnothing 1,2 м, довжина 1,2 м

Вага тюка: 250-330 кг

Підбирання біомаси з мінімальним забрудненням ґрунтом/камінням навіть з «голої» землі

<https://eurageng.eu/downloads/45>



Подрібнювач SERRAT T2400 (Іспанія), встановлений на прес-підбирач соломи CLASS для підбирання та подрібнення обрізок дерев

Вага: 2000-2200 кг

Кількість молотків: 20

(подрібнення перед тюкуванням)

Діаметр віток: до 80 мм

Тюкування обрізок (2)



Miniroto (Lerda), Італія

Вага: 700 кг

Розмір тюка: діаметр 45 см, довжина 70 см

Вага тюка: 25 кг

Тюкування виноградної **лози** і невеликих віток

Необхідна потужність ел. приводу: 10 кВт

Основні характеристики варіанту заготівлі:

- Необхідно рухатися по обрізкам
- Обмеження щодо діаметра та довжини обрізок
- Щільність тюків – до 200 кг/м³ у рулонах
- Після тюкування необхідно зібрати тюки з плантації та подрібнити (*не завжди*) у споживача

Поєднання обрізки зі збиранням та подрібненням



(варіант 3)



Модель Speedy cut (FAVARETTO, Італія)
Подрібнення молотковою дробаркою
<https://www.mdpi.com/1996-1073/13/6/1359>



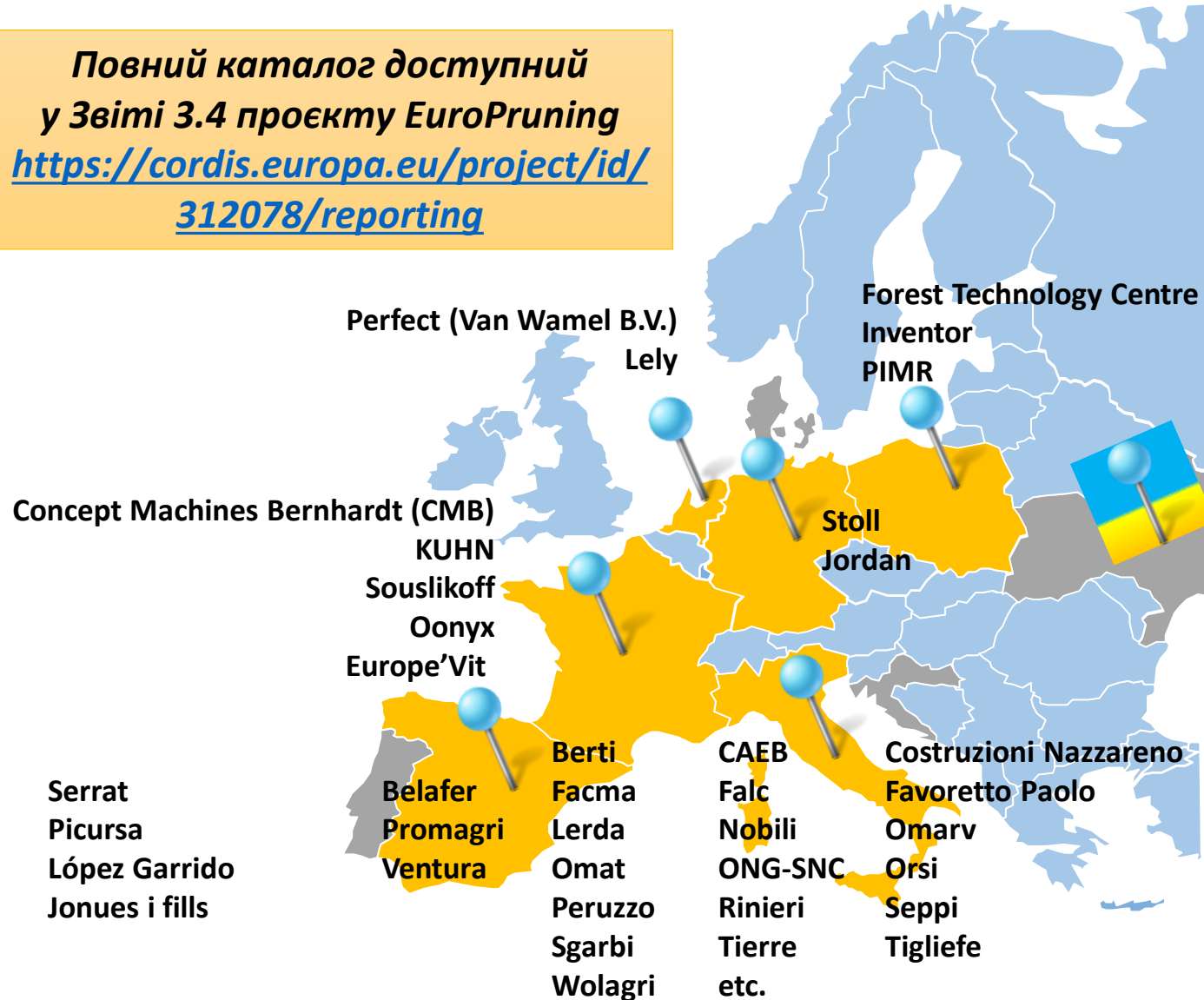
Прототип, розроблений у проєкті Vineyards4Heat
<https://vineyards4heat.eu/>

Основні характеристики:

- **Обладнання в процесі розвитку/розробки:** 1 система на ринку, 1 прототип.
- Зменшуються витрати на операції (+).
- Біомаса не контактує з ґрунтом (+)
- Основний сектор застосування: інтенсивні культури з механічною обрізкою (наприклад, виноградники)

Доступне в Європі спеціалізоване обладнання для поводження з обрізками

Повний каталог доступний у Звіті 3.4 проєкту EuroPruning <https://cordis.europa.eu/project/id/312078/reporting>



Maxi-Marin Group (Кропивницький) пропонує подрібнювачі гілок / лози (Італія) <https://maximarin.com/ua/>

Зерма-Україна (Каховка, тимчасово окупована) виробляє подрібнювач деревини Green Bull – молоткова дробарка (за визначенням виробника)



https://www.youtube.com/watch?v=rtl_J1PRegg

Заготівля деревини від видалення плантацій



Варіант 1: Викорчовування цілого дерева, подрібнення та подальша обробка



Основні характеристики

- Великі подрібнювачі (закордонного виробництва є дорогими - 300-500 тис. €)
- Отримана біомаса містить каміння та ґрунт. Її якість **гірша** порівняно з трісками з лісової деревини.
- При опції подрібнення дерев у міжрядді (без стягування на край плантації), забруднення біомаси значно **менше**.



Заготівля деревини від видалення плантацій (2)



Варіант 2: Окрема рубка наземної частини дерева

2а: Подрібнення на місці, без переміщення/стягування на край плантації

2б: Переміщення на край плантації (обережне, щоби уникнути забруднення), подрібнення дробаркою/подрібнювачем

2в: Транспортування до центру, де виконується подрібнення (зазвичай, у випадку невеликої відстані).

2г: Рубка наземної частини (одна з опцій вище) + окреме видалення пнів



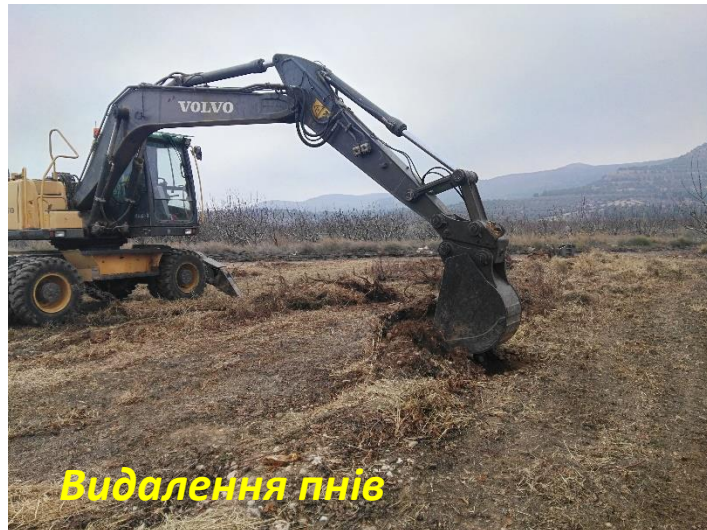
Заготівля деревини від видалення плантацій (3)



Фото з демонстраційної заготівлі в Іспанії (Gruyser – Ecoadeso, грудень 2017 р.). Проект uP_running



Рубка дерев



Видалення пнів



Подрібнення дерев



Заготівля деревини від видалення плантацій (4)



Варіант 2: Окрема рубка наземної частини дерева (продовження)

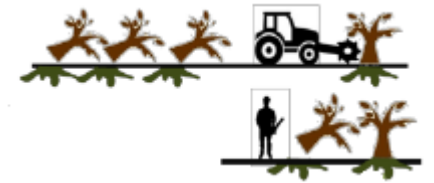
Основні характеристики:

Біомаса (опції 2а-2в) не забруднена (+)

Висока вартість операцій рубки (-)

Пні залишаються на плантації (опції 2а-2в). Додаткові витрати на їх викорчовування (-)

Виробляються деревні тріски 2-х видів якості: з наземної частини, з пнів/коріння (опція 2г)



Варіант 3: Інтегрована рубка наземної частини з подрібненням – в стадії розвитку

Обладнання: трактор великої потужності з великим шредером, встановленим спереду.

Основні характеристики:

Операція за один прохід (+). Висока продуктивність, т/год (+). Біомаса не забруднена (+)

Високі інвестиції в обладнання (-)

Пні залишаються на плантації. Додаткові витрати на їх викорчовування (-)

Відсутність доступної комерційної системи обладнання. Залежно від типу дерев, система різання/згинання може потребувати адаптації (-).



Розмір та форми подрібненої біомаси від видалення плантацій



Тріски з фруктових дерев
(подрібнення лісовою
рубальною машиною)



Подрібнена деревина
(подрібнювач з високими
обертами робочого елемента)



**Деревина, подрібнена
дробаркою** (великі шматки,
негомогенний матеріал)

Можливі проблеми неомогенності подрібненої деревини

Наявність занадто крупних шматків або великої кількості дуже дрібних часток може призводити до **проблем** в енергетичному обладнанні. При значній неомогенності подрібненого матеріалу необхідно виконувати **просіювання** (вартість в Європі – 5-10 євро/т).

Забивання шнеку



Утворення перемичок у паливних бункерах



Наявність занадто великих шматків




Можливі проблеми забрудненості біомаси ОВБСН

Забрудненість біомаси **землею** (особливо від необтрушеного коріння дерев) призводить до високих показників **зольності**: > 10-20% (вище значення для забрудненого землею коріння)
Каміння негативно впливає на **робочі елементи** подрібнювачів (особливо – лез/ножів).

Для уникнення/мінімізації забруднення землею та камінням необхідно:

- ✓ Збирати біомасу з ґрунту, вкритого рослинністю (не «голою»).
- ✓ Не скребити ґрунт (підняти граблі).
- ✓ Не збирати біомасу у дощ і з вологого ґрунту.
- ✓ Складувати біомасу на площадках з твердим покриттям.
- ✓ Використовувати чисті (не забруднені сторонніми матеріалами) вантажівки і причепи.



The image shows an olive grove with several trees. In the foreground, there is a large pile of cut olive branches, likely prepared for biomass. The ground is covered with dry leaves and twigs. The text is overlaid in the center of the image.

Порівняння питомих витрат різних варіантів
заготівлі та постачання біомаси ОВБСН

Варіанти ресурсно-логістичних ланцюжків постачання біомаси з інтенсивних садів

ВАРІАНТ ПОДРІБНЕННЯ	ПЕРЕЛІК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ	СКЛАД ОБЛАДНАННЯ
1. Дисковий подрібнювач навісний на трактор (<i>окремі збір та подрібнення</i>)	1.1 вивезення <u>обрізок</u> на край саду; 1.2 подрібнювання обрізок із ручним завантаженням; 1.3 перевезення біопалива на склад. (3 механізатора, 3 робітника <i>ручної праці</i> ; всі операції – 71 робочий день)	трактор із волокушою садовою; трактор із навісним дисковим подрібнювачем деревини; трактор із причепом (або бортовий вантажний автомобіль).
2. Підбирач-подрібнювач з контейнером причіпний для трактора (<i>поєднані збір та подрібнення</i>)	2.1 підбирання та подрібнювання <u>обрізок</u> ; 2.2 перевезення біопалива на склад (2 механізатора; всі операції – 25 робочих днів)	трактор з причіпним подрібнювачем з контейнером; трактор із причепом (або бортовий вантажний автомобіль).
3. Мобільний високопродуктивний подрібнювач на автомобільному шасі (<i>окремі збір та подрібнення</i>)	3.1 вивезення <u>обрізок</u> на край саду; 3.2 подрібнювання обрізок (є ручна праця); 3.3 навантаження тріски; 3.4 перевезення біопалива на склад. (4 механізатора, 3 робітника <i>ручної праці</i> ; всі операції – 12 робочих днів)	трактор із волокушою садовою; мобільний барабанний подрібнювач на шасі вантажного автомобіля телескопічний навантажувач; бортовий вантажний автомобіль.
4. Дробильна установка для деревних відходів від викорчування (<i>окремі збір та подрібнення</i>)	4.1 викорчування дерев, струшування ґрунту; 4.2 збирання і переміщення деревини; 4.3 навантаження деревини; 4.4 подрібнення дробаркою (є ручна праця) (8 механізаторів, 1 робітник <i>ручної праці</i> ; 72 роб. дня)	екскаватор; фронтальний навантажувач; дробильна установка для деревних відходів начіпна із автономним дизельним двигуном; бортовий вантажний автомобіль

Варіант 1. Використання дискового подрібнювача навісного на трактор

Ручна обрізка.
Вирівнювання для
полегшення збору



Перевезення на край
плантації



Ручне завантаження до
подрібнювача



Транспортування,
вивантаження



Вихідні умови:

- Площа саду під насадженнями: 100 га.
 - Схема посадки: 1,5 x 4,0 м.
 - Довжина гону: 100 м. Основна зимня обрізка.
- Порода: яблуня.
Кількість рослин: 1667 дерев/га.
Вихід обрізок: від 2 до 4 т/га.



Діаметр обрізок – до 160 мм

Варіант 2. Використання причіпного подрібнювача з контейнером

Ручна обрізка.
Вирівнювання для
полегшення збору



Поєднаний збір та подрібнення



Транспортування,
розвантаження



Вихідні умови: Площа саду під насадженнями: 100 га. Порода: яблуня. Схема посадки: 1,5 x 4,0 м.
Кількість рослин: 1667 дерев/га. Довжина гону 100 м. Основна зимня обрізка. Вихід обрізок від 2 до 4 т/га.



Діаметр обрізок – до 60 мм

Варіант 3. Використання самохідного барабанного подрібнювача

Ручна обрізка.
Вирівнювання для
полегшення збору



Перевезення на
край плантації



Подрібнення
обрізок



Навантаження
тріски



Перевезення
тріски
вантажівкою



Вихідні умови: Площа саду під насадженнями 100 га. Порода: яблуня. Схема посадки: 1,5 x 4,0 м. Кіль-ть: 1667 дерев/га. Довжина гону 100 м. Основна зимня обрізка. Вихід обрізок від 2 до 4 т/га.



Приклад: 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**

Варіант 4. Використання дробильної установки

Викорчовування
дерев



Збирання і переміщення /
навантаження деревини



Подрібнення
деревини



Навантаження
тріски



Перевезення тріски
вантажівкою



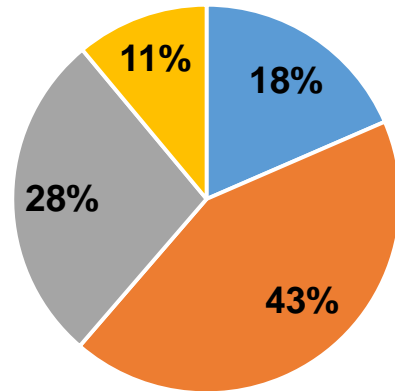
Вихідні умови. Площа саду під насадженнями: 20 га (яблуня). Вихід деревини з корінням: 50 т/га.



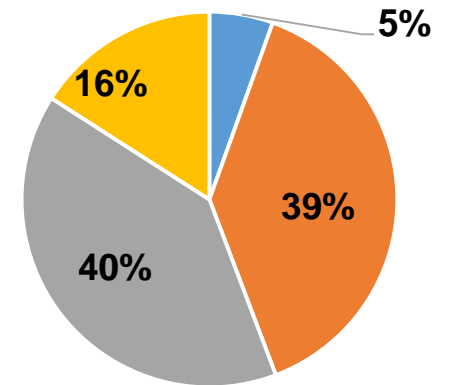
Приклад: Дробильна установка Dorpstadt AK 235 подрібнює різні види відходів деревини, зокрема, пні і коріння. За рахунок заміни калібрувальних решіток розмір **фракції біомаси** можна регулювати від **30 до 320 мм**.

Структура витрат на виробництво та транспортування біомаси ОВБСН – якісна оцінка для порівняння варіантів

Транспортування на 10 км трактором з причепом при виході обрізок 2 т/га

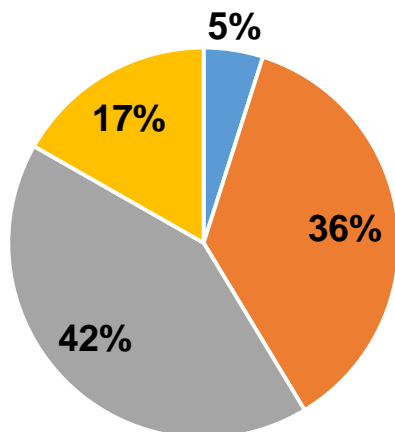


- Оплата праці
- Паливно-мастильні матеріали
- Амортизація
- ТО і поточний ремонт



Вар. 1. Дисковий подрібнювач навісний на трактор
ВСЬОГО: 1100 грн/т

Вар. 2. Причпний подрібнювач з бункером
ВСЬОГО: 766 грн/т

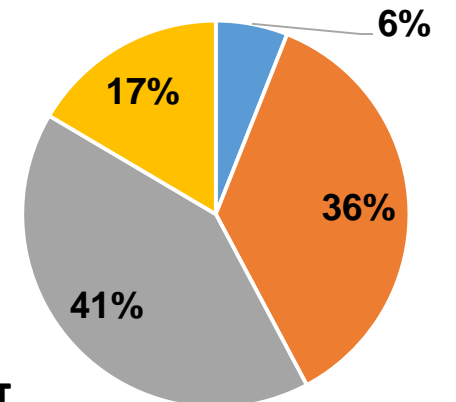


*Транспортування на 20 км вантажівкою
при виході обрізок 2 т/га*

Вар. 3. Самохідний барабанний
подрібнювач. **ВСЬОГО: 871 грн/т**

*Транспортування на 20 км вантажівкою
при виході біомаси 50 т/га (видалення)*

Вар. 4. Дробарка. **ВСЬОГО: 848 грн/т**





Кращі практики енергетичного використання
біомаси ОВБСН в ЄС та в Україні

Кращі практики енергетичного використання біомаси ОБСН в ЄС та в Україні

Місце розташування, рік започаткування проєкту	Вид та обсяг БМ	Спосіб енергетичного використання БМ. Перспективи розвитку
ІСПАНІЯ , м. Сокуельямос, 2011, («Pelets Combustible de la Mancha S.L.»)	Виноградна лоза , 20 тис. т/рік (пелети, тріска)	Комерційне виробництво пелет та тріски . Виконується пошук партнерів для будівництва ТЕС на біопаливі з виноградної лози.
ІСПАНІЯ , м. Вілафранка-дель-Пенедес, 2015 р.	Виноградна лоза , в середньому 225 т/рік (подрібнена БМ)	Виробництво теплової енергії для місцевого винного заводу (котел 120 кВт) та місцевої системи ЦТ (котел 400 кВт). Планується розширення кількості споживачів за рахунок інших винних заводів та приєднання нових об'єктів до системи ЦТ. Потенціал лози: 30 тис. т/рік.
ІТАЛІЯ , м. Калімера, 2010 р.	БМ від обрізки насаджень оливкових дерев , 8 тис. т/рік (подрібнена БМ)	Виробництво електроенергії на електростанції 1 МВт (технологія – органічний цикл Ренкіна). Власник електростанції планує також виробництво пелет з обрізок оливкових дерев.
ФРАНЦІЯ , комуна Марленайм (фермерське виноробне господарство), 2010 р.	БМ від обрізки та видалення виноградників , 12 т/рік (тріска).	Виробництво теплової енергії для власних потреб господарства (котел 50 кВт). Планується частковий перехід з тріски на пелети, а також використання БМ від видалення виноградників.
УКРАЇНА , с. Шабо (Одеська область), 2015 р.	Виноградна лоза , 1-1,5 тис. т/рік (подрібнена БМ)	Виробництво технологічної пари для виноробної компанії Шабо; забезпечення опалення у зимовий період (паровий котел 1,6 т пари/год). Планується закупівля сучасного обладнання для підбирання і подрібнення виноградної лози безпосередньо у рядку. Розглядається можливість розширення території заготівлі біомаси ОБСН.

Джерело: проєкт uP_running <https://www.up-running.eu/>; <https://cordis.europa.eu/project/id/691748>

Приклад: виробництво теплової енергії з виноградної лози (Шабо, Україна)

- Розташування: с. Шабо, Одеська обл.
- Рік започаткування проекту: 2015.
- Обсяг споживання лози: 1,0-1,5 тис. т/рік.
- Площа виноградників компанії Шабо для збирання лози: 1000 га (загалом у компанії 1200 га).
- Радіус заготівлі: 10 км.

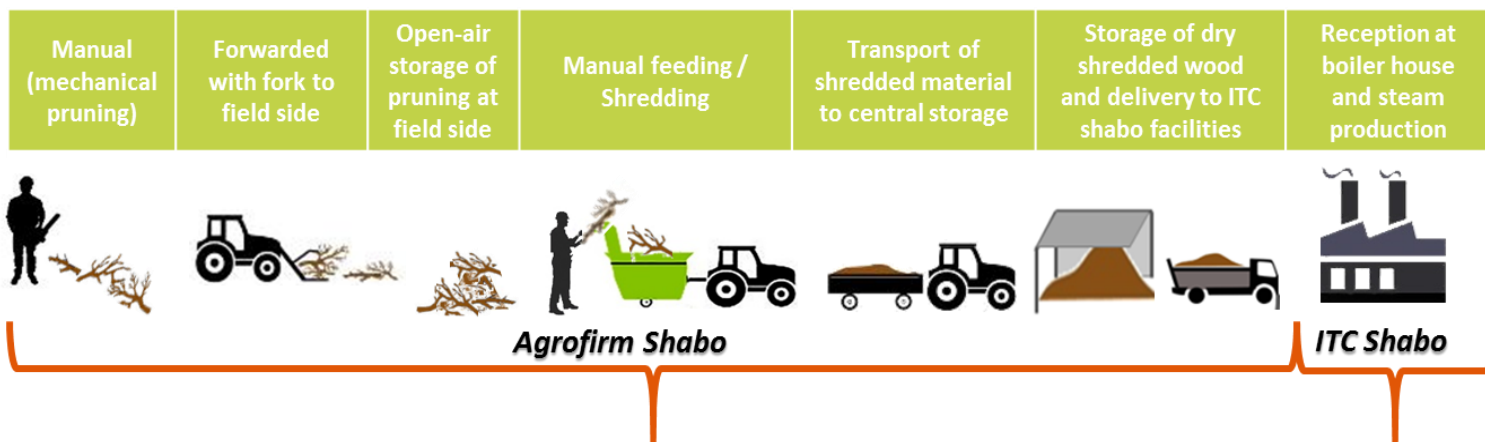
МОДЕЛЬ:
Агропромислове виробництво
теплової енергії з обрізок

SINCE  1822
SHABO



Купи обрізок лози біля виноградника

Приклад: виробництво теплової енергії з виноградної лози (Шабо, Україна) (2)



Паровий котел 1,6 т пари/год із системою паливоподачі, пристосованої до подрібненої виноградної лози (ТОВ «Котлозавод Крігер», Україна)

Вироблена пара використовується у технологічному процесі

Для очищення димових газів використовується мультициклон

Щодня споживається від 3,0 до 9,0 т подрібненої виноградної лози

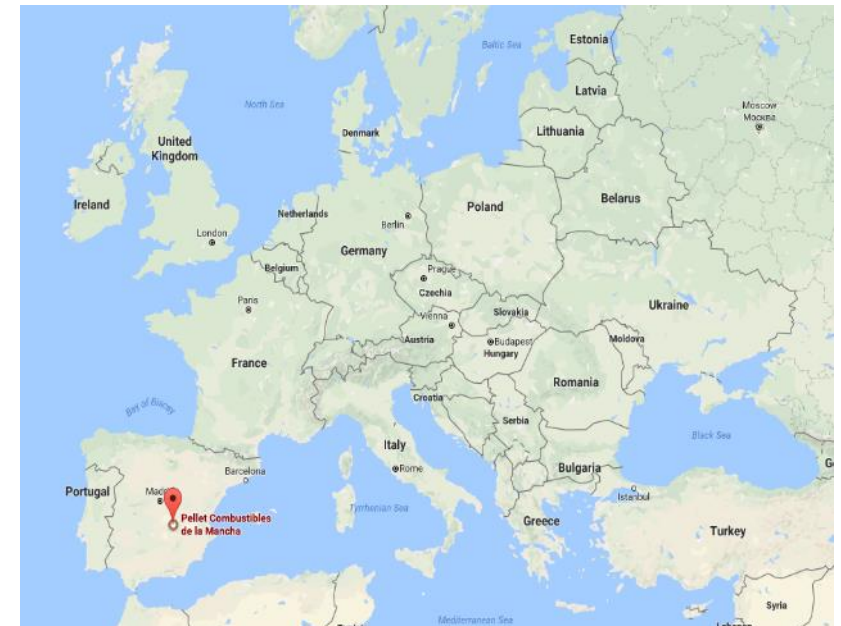


Приклад: виробництво гранул / трісок з лози (Pelets de la Mancha, Іспанія)



МОДЕЛЬ
Потужне виробництва пелет
та тріски

- Розміщення: Sociéllamos, Іспанія.
- **Найбільше пелетне виробництво з біомаси від обрізки у світі.**
- Рік започаткування: 2011.
- Обсяг споживання біомаси: до 20 тис. т/рік.
- Радіус заготівлі: 30 км.
- Інвестиції (початкові): 5,8 млн. €



Приклад: виробництво гранул / трісок з лози (Pelets de la Mancha, Іспанія) (2)



Необхідна інтенсивна підготовка для **зменшення** вмісту ґрунту та пилу у кінцевих продуктах

100 % використання виноградної лози (жодної іншої сировини)

Лоза залишається на 60-90 днів на плантації для зменшення вологості до 30%

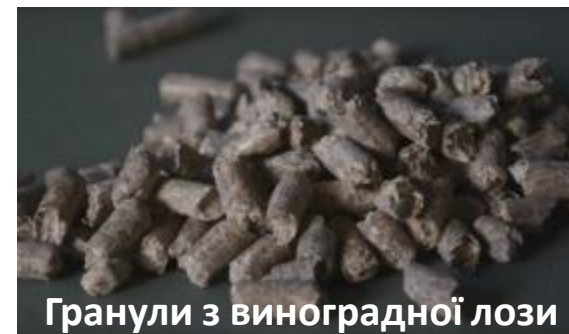
Гранули

- Для різних груп споживачів
- Приблизно на 30% дешевше ніж альтернативні промислові пелети
- Постачаються у 15 кг мішках, біг-бегах або насипом

Тріски

- Переважно для ТЕЦ
- Різні розміри часток (P20, P40 або більше) та вологість (менше або більше 20%) залежно від специфікації споживача
- Постачаються у біг-бегах або насипом

Інші ринкові сегменти для пелет та трісок: підстилка для коней, біопаливо для барбекю



Приклад: Використання біомаси видалених садів для виробництва енергії компанією NUFRI (Mollerussa, Іспанія)

- Компанія NUFRI управляє 5 тис. га садів; щорічно переробляє 600 тис. т фруктів; виробляє 170 тис. т консервацій
- Механізовані загони компанії з вересня по травень здійснюють сервісну **послугу з викорчовування** старих садів на 25-30% дешевше від конкурентів, а біомасу забирають для **енергетичного використання**.
- **Енергообладнання на біомасі:** ТЕЦ 10 МВт_т + 2 МВт_е, котельня 10 МВт
- Основна паливна сировина – деревина, отримана зі старих садів.
- Обсяг біомаси: 17 тис. т/рік. Радіус заготівлі: до 40 км.
- Середні розміри саду: 1-3 га. Обсяги біомаси: 50 т/га, вологістю 45%.



Відкритий майданчик площею 10 га для зберігання біомаси

Приклад: Використання біомаси видалених садів для виробництва енергії компанією NUFRI (Mollerussa, Іспанія) (2)

- З огляду на низьку якість біомаси, коріння дерев змішують з **надземною** деревиною, додають **10% побічної продукції кукурудзи на зерно та деревину енергетичної тополі**.
- Зольність отриманого сумішевого біопалива 5-6%, вологість до 15%.



Приклад: Використання біомаси ОББСН як палива для ТЕС (ACCIONA MIAJADAS, Іспанія)

- Потужність ТЕС: 15 МВт_е
- Паливо: 55 тис. т/рік соломи + 45 тис. т/рік деревних трісок (з обрізок і видалених дерев)
- **Використання біомаси ОББСН як складової палива ТЕС: у 2015 р. розпочалося використання 1000 т/рік обрізків оливкових дерев + 1000 т/рік деревини від видалення фруктових плантацій**
- 2 трейдери забезпечують ТЕС біомасою ОББСН
- ТЕС приймає лише біомасу, що відповідає встановленим параметрам якості



Приклад: Використання біомаси від обрізки та видалення садів для опалення теплиць компанією AGRIFRANJA (Іспанія)

- Невелика агрокомпанія, 70 га персика і мигдалю
- Виконується періодичне викорчовування частини садів і регулярна обрізка дерев.
- Механізований збір та подрібнення біомаси.
- **Опалення теплиць біомасою** (заміщено використання дизельного пального).
- Рушійні сили проєкту: знайомство з позитивним досвідом іншої компанії; значна економія на заміщенні дизельного пального.



Висновки після вивчення успішних європейських практик

- ✓ Існує **багато** прикладів успішного, економічно обґрунтованого використання біомаси ОВБСН.
- ✓ В багатьох випадках збором відходів займається **відокремлене** підприємство/компанія.
- ✓ Економічні переваги отримують як фермери, сервісні компанії, так і споживачі біопалива.
- ✓ Споживання біомаси може бути для **власних** потреб або для **продажу**.
- ✓ Обрізки використовуються у вигляді **трісок** чи **гранул**.
- ✓ Збір/заготівля реалізується як **механізованим**, так і **ручним** способом.
- ✓ Основною проблемою перед стартом проєктів є відсутність працюючих моделей для слідування та скептицизм власників плантацій.



Кращі результати: обсерваторія проєкту uP_running

Search Filters

Select the data to be visualized

- Field Measurements Prunings
- Field Measurements Plantation Removal
- Mechanized Collection Prunings
- Mechanized Collection Plantation Removal
- Value chains

Select/Deselect All

Country

All Countries

Search

Advanced Search

Crop Species

- olives
- apples
- peaches
- nectarine
- cherries
- tangerines
- grapefruit
- chestnuts
- other
- vineyards
- pears
- apricot
- plum
- oranges
- lemons
- hazelnuts
- almonds

Select/Deselect All

Observatory map of biomass from agrarian pruning and plantation removal



Legend for agrarian pruning and plantation removal experiences

Type of Experience	Biomass Type	up_running experiences	Other experiences	Flagship case
Biomass productivity (field measurement)	Agrarian prunings			-
	Plantation removals			-
Mechanized Collection	Agrarian prunings			-
	Plantation removals			-
Value Chains	Both			

<http://www.up-running-observatory.eu/>

- ✓ Більше **20** існуючих **ланцюжків вартості** в Європі (визначені проєктами uP_running і EuroPruning projects). Існують інші меншого масштабу (не внесені)
- ✓ **10** прикладів **кращих практик** (детальна інформація).
- ✓ Дані **366** польових вимірювань виходу біомаси ОБСН (т/га)
- ✓ **41** приклад механізованого збирання біомаси

Україна:

Загалом **36** пунктів даних, у т.ч. **1** приклад кращої практики (Шабо, Одеська обл.)

Кращі результати: демонстраційні ланцюжки проекту uP_running



Із 20 створених і розглянутих демонстраційних ланцюжків (у т.ч. 5 в Україні):

- ✓ 8 включали дробарки або рубальні машини, що завантажуються **вручну** (Греція – 3, Іспанія - 1, **Україна** – 4)
- ✓ 7 використовували харвестери з **інтегрованими** дробарками (Греція – 2, Іспанія – 2, Італія – 3)
- ✓ 3 застосовували потужні **стаціонарні** дробарки або рубальні машини (Іспанія – 2, Італія – 1)
- ✓ 1 включав навантажувач для віток і молоткову дробарку (обидва з **ручним** завантаженням) (**Україна**)



Реальні фото робіт по реалізації українських демо-ланцюжків біомаси ОБСН

Джерело: проєкт uP_running <https://www.up-running.eu/>; <https://cordis.europa.eu/project/id/691748>

Додаткові тематичні матеріали проєкту uP_running Програми ЄС Горизонт 2020



Українська сторінка сайту проєкту → Документи → Інші матеріали <https://www.up-running.eu/>

<i>Монографія 1. Біомаса від обрізки і викорчовування сільськогосподарських насаджень: ПРАКТИЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ, ОТРИМАНІ ПРОЕКТОМ UP_RUNNING</i>	
<i>Монографія 2. Управління рештками від обрізок плантацій фруктових дерев: ДОСЯГНЕННЯ ПОЗИТИВНОГО КОМПРОМІСУ МІЖ ЯКІСТЮ ГРУНТІВ ТА ПЕРЕТВОРЕННЯМ У БІОЕНЕРГІЮ</i>	
<i>Монографія 3. Виробничі ланцюги з використання аграрної біомаси і викорчовуваних насаджень: УРОКИ І ДОСВІД ПЕРЕДОВИХ ПРАКТИК (включно з Додатком “Флагмани успіху 2”)</i>	
<i>Презентації з Всеукраїнського воркшопу “Відновлювана енергія з обрізків та викорчовування багаторічних насаджень”, 22 лютого 2018</i>	

- Відео: Демонстраційні проєкти, реалізовані в Україні https://www.youtube.com/watch?v=in_jLrB2SXI
- Відео: Виробництво гранул з деревини від видалення старих садів (ТОВ «ТРИАДА-МК, Вінницька обл.) <https://www.youtube.com/watch?v=TDVsvuZJ8t4>
- Всі відео проєкту uP_running (на різних мовах з англійськими субтитрами) https://www.youtube.com/@up_running4316

*Додатково: відео, підготовлене в рамках проєкту AgroBioHeat Програми Горизонт 2020
Енергетичне використання виноградної лози в Україні*
<https://www.youtube.com/watch?v=ffKW2w7iuUY&t=159s>

Демонстраційні проєкти, реалізовані в Україні, в рамках виконання проєкту uP_running Програми ЄС Горизонт 2020

ВІДЕО: Збір та використання біомаси від обрізки та викорчовування с/г насаджень



Take-off for sustainable supply of woody biomass from agrarian pruning and plantation removal



Проект «Стале використання деревної біомаси від обрізки та викорчовування багаторічних сільськогосподарських насаджень»

<http://www.up-running.eu>

Call H2020-LCE-2015-3
Coordination and support action



Фінансування від програми ЄС з досліджень та інновацій «Горизонт 2020» за грантовою угодою № 691748



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No 691748
This document reflects only the author's view and INEA is not responsible for any use that may be made of the information it contains



European Bank
for Reconstruction and Development



VYTAUTAS MAGNUS
UNIVERSITY
MCMXXII

Програма управління знаннями для розвитку сталої біоенергетики

Дякую!

Тетяна Желєзна



Експерт UABIO, к.т.н.



+380 67 588 5585



zhelyezna@uabio.org



<https://uabio.org>

