



ЗВІТ

з виконання наукового дослідження «Карта енергетичного потенціалу біомаси у Вінницькій області»

Замовник: Департамент житлового-комунального господарства, енергетики та інфраструктури обласної державної адміністрації

Виконавець: ТОВ «Науково-технічний центр «Біомаса»

2018

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ У ЗА 2017 РІК	5
2. ВИРОБНИЦТВО ТА СПОЖИВАННЯ ПАЛИВНОЇ БІОМАСИ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ	8
2.1. Оцінка обсягів споживання біопалив	8
2.2. Оцінка обсягів виробництва біопалив	14
3. ЗАКОНОДАВЧА БАЗА РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ	19
3.1. Основні документи та їх положення	19
3.2. Існуючі бар'єри та пропозиції по їх подоланню	21
4. ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ БІОМАСИ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	24
4.1. Деревна біомаса	24
4.2. Відходи сільського господарства.....	31
4.2.1. Первинні відходи сільського господарства.....	31
4.2.2. Вторинні відходи сільського господарства.....	36
4.3. Енергетичні культури.....	38
4.4. Зведений енергетичний потенціал біомаси.....	46
4.5. Енергетичні характеристики різних видів біомаси.....	53
5. КАРТИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ БІОМАСИ	56
6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТІВ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНОЇ БІОМАСИ.....	59
6.1. ТЕО проектів використання дров	59
6.2. ТЕО проектів використання тріски.....	61
6.3. ТЕО проектів виробництва і використання пелет	62
6.4. ТЕО проектів використання тюків соломи.....	63
6.5. ТЕО проектів виробництва та використання брикетів з соломи	64
6.6. ТЕО проектів вирощування верби для енергетичного використання	65
6.7. ТЕО проектів вирощування міскантусу для енергетичного використання.....	66
7. СТВОРЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ ПО ЗАГОТІВЛІ ТА ПЕРЕРОБЦІ БІОМАСИ	68
7.1. ЗАКОНОДАВЧІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ТА ДІЯЛЬНОСТІ КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ... 68	
7.2. ВИРОБНИЦТВО ТРІСКИ З ПОРУБКОВИХ РЕШТОК.....	70
7.3. ЗАГОТІВЛЯ ДЕРЕВНОГО ПАЛИВА ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗАХИСНИХ ЛІСОСМУГ	72
7.4. ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР	76
7.5. ЗАГОТІВЛЯ ТА ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	77
7.6. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЕКОНОМІЧНО ДОЦІЛЬНОЇ КОМБІНАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	82
8. ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ НА ЕКОЛОГІЧНУ СИТУАЦІЮ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ... 84	
8.1. Викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю.....	84
8.2. Стан ґрунтів.....	87
ВИСНОВКИ	90
ДОДАТОК 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ДАНИМИ ГУСВ	92

СТРУКТУРА СПОЖИВАННЯ ПАЛИВ У 2017 РОЦІ	92
СТРУКТУРА ВИРОБНИЦТВА ТА СПОЖИВАННЯ ТЕПЛОВОЇ І ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У 2017 РОЦІ	96
ДОДАТОК 2. ЕНЕРГЕТИЧНА КУЛЬТУРА ПАВЛОВНІЯ	100
ДОДАТОК 3. БАЗОВІ ІНСТРУКЦІЇ ЩОДО НАПОВНЕННЯ ОНЛАЙН-КАРТИ ТА КОРИСТУВАННЯ ГІС-ІНСТРУМЕНТОМ	103
ДОДАТОК 4. ОЦІНКА ВАРТОСТІ ЗБИРАННЯ І ДОСТАВКИ ПОРУБКОВИХ РЕШТОК ДО ДОРОГИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДЕРЕВНОЇ ТРІСКИ	112
ДОДАТОК 5. СТАДІЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТІВ З ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР	114
СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	117
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	119

Вступ

Заміщення викопних палив та імпортованих енергоносіїв відновлюваними джерелами енергії і альтернативними видами палива є пріоритетом національної політики України в енергетичному секторі. Цей стратегічний напрямок зафіксований в Енергетичній стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» та Національному плані дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. Цілі по рівню використання ВДЕ, поставлені в цих документах, є загальнодержавним орієнтиром для розвитку сектору відновлюваної енергетики і у відповідних пропорціях мають бути реалізовані у всіх регіонах України.

Біомаса є одним з основних джерел відновлюваної енергії і видів альтернативного палива України. Загальний потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання, оцінюється в країні у близько **21** млн. т н.е./рік (або **30** млн. т у.п./рік). Ресурси біомаси розподілені нерівномірно по областях України і залежать від рівня лісистості, стану розвитку лісового та сільського господарства, деревообробної та інших видів промисловості, а також ряду інших факторів.

Вінницька область розташована у центральній частині України у природно-кліматичній зоні – Лісостеп. Загальна площа області – 2651,3 тис. га (що складає близько 4,4% загальної території України), чисельність населення – 1 573 213 чол. (близько 3,7% загального населення країни) [1].

Лісистість області становить близько **13,1%**, що є дещо нижчим за показник середньої лісистості України – 15,9% [2]. Область характеризується високорозвиненим сільським господарством і, за даними 2017 року, займає перше місце серед регіонів України по виробництву зернових та зернобобових культур, цукрових буряків фабричних та картоплі [3]. Наявність великих врожаїв сільськогосподарських культур означає утворення значної кількості побічних продуктів, рослинних відходів та залишків, принаймні частина з яких може бути використана на енергетичні потреби.

За обсягом споживання палив Вінницька область знаходиться на 8 місці серед регіонів України з 3,4% сумарного по країні річного обсягу споживання палив [4]. По використанню вугілля, яке займає 56% у структурі споживання палив області – 6 місце, по природному газу (28%) – 14 місце [5]. Очевидно, що Вінницька область має доволі велику потребу у заміщенні викопних палив відновлюваними джерелами енергії, і у першу чергу – біопаливами, враховуючи великі потенційні ресурси паливної біомаси в регіоні. На вирішення цієї проблеми спрямована Програма підвищення енергоефективності та заміщення споживання енергоресурсів у Вінницькій області на 2017-2022 роки.

В даному дослідженні виконано оцінку теоретичного та технічно досяжного потенціалу біомаси, доступної для виробництва енергії, і розроблено карту енергетичного потенціалу біомаси Вінницької області.

1. Паливно-енергетичний баланс Вінницької області у за 2017 рік

За показниками 2017 року, баланс між виробництвом та споживанням паливно-енергетичних ресурсів у Вінницькій області є:

позитивним по електроенергії (1900,1 млн. кВт·год) і альтернативним видам палива (69,8 тис. т);

нульовим по тепловій енергії;

від'ємним по нафті, нафтопродуктам (-144,8 тис. т), природному газу (-821,5 млн. м³), вугіллю (-2081,3 тис. т) і мазуту (-6,5 тис. т) (**Таблиця 1.1**) [6].

Із паливно-енергетичних ресурсів в області виробляється електроенергія (4247,9 млн. кВт·год/рік), тепла енергія (822,6 тис. Гкал/рік) і альтернативні види палива (145,2 тис. т/рік). Від'ємний баланс по нафті/нафтопродуктам, природному газу, вугіллю і мазуту пояснюється тим, що вони не виробляються в регіоні.

Основна частина електроенергії у Вінницькій області генерується на Ладизинській ТЕС (95% загального річного обсягу). Електроенергія виробляється також об'єктами відновлюваної енергетики: сонячними електростанціями (близько 4%), малими ГЕС (1%), біогазовими установками (0,1%) (**Рис. 1.1**). Щодо структури виробництва теплової енергії, то 86% (706,8 тис. Гкал/рік) виробляється котельними, решта – Ладизинською ТЕС (115,8 тис. Гкал/рік).

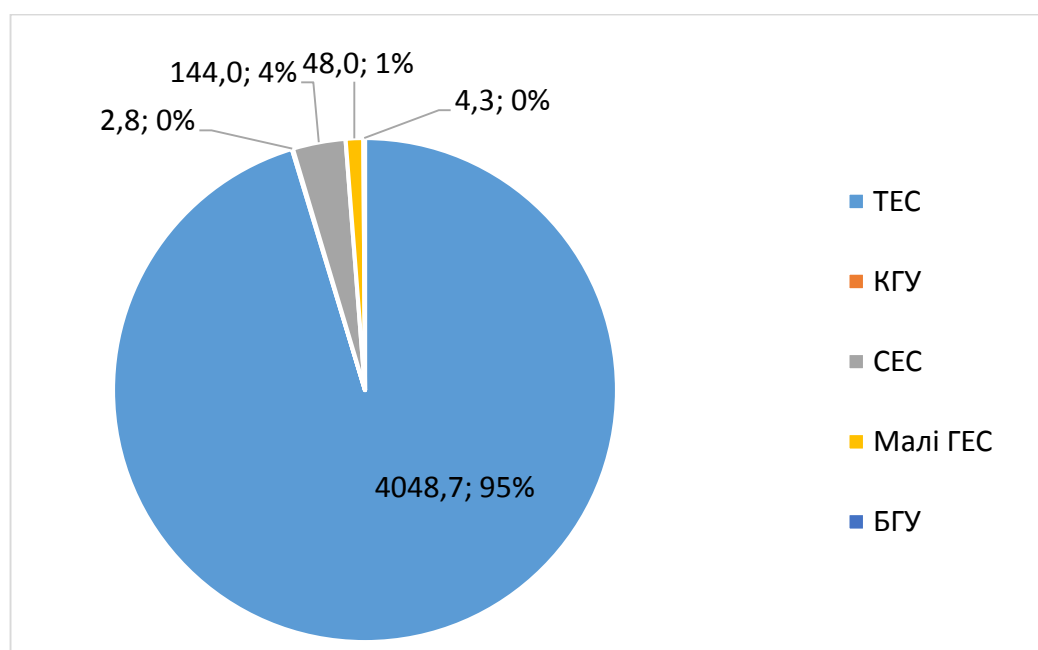


Рис. 1.1. Структура виробництва електроенергії у Вінницькій області (млн. кВт·год), 2017 р. (загалом – 4247,9 млн. кВт·год) [6].

Загальне річне споживання палив в області становить близько **2747,3** тис. т у.п., з яких **56%** припадає на вугілля (1541,5 тис. т у.п, або 2081,3 тис. т), **35%** – на природний газ (944,9 тис. т у.п., або 821,5 млн. м³) (**Рис. 1.2**). Решту складають нафта, нафтопродукти (8%, 144,8 тис. т), альтернативні види палива (1,3%, 75,4 тис. т) і мазут (0,3%, 6,5 тис. т).

Таблиця 1.1. Виробництво та споживання ПЕР у Вінницькій області у 2017 році [6].

№	Показники за 2017 рік	Електроенергія, кВт·год	Теплова енергія, Гкал	Види палива				
				нафта, нафтопродукти, т	природний газ, м ³	вугілля, т	мазут, т	альтернативні види палива, т
1.	Загальний обсяг видобутку первинних енергетичних ресурсів							
2.	Загальний обсяг виробництва енергії в регіоні, в т.ч. на:	4 247 888 988	822 569					145 208
	АЕС							
	ГЕС, ГАЕС							
	ТЕЦ							
	ТЕС	4 048 723 000	115 772					
	Котельні		706 797					
	Когенераційні установки	2 814 079						
	Об'єкти відновлюваної енергетики:							
	Сонячні електростанції	144 014 676						
	Малі ГЕС	47 998 344						
	Сміттєспалювальні заводи (біогазові установки)	4 338 889						
3.	Загальний обсяг споживання енергії в регіоні, в т.ч.:	2 347 750 497	822 569	144 841	821 501 512	2 081 337,7	6 515,5	75 410
	Населенням	1 334 154 752	578 864		501 575 234			
	Бюджетними організаціями та установами	153 141 004	156 750		16 774 522			
	Іншими споживачами	860 454 741	86 955		297 954 221			
4.	Баланс між виробництвом та споживанням енергії (+/-)	1 900 138 491	0	-144 841	- 821 501 512	-2 081 337,7	-6 515,5	69 798

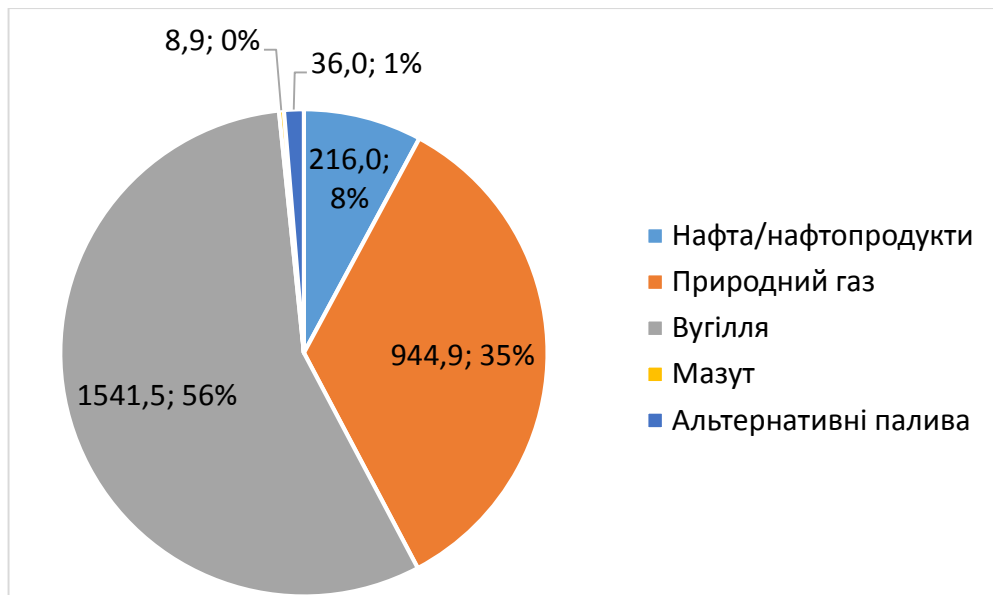


Рис. 1.2. Структура загального споживання палив у Вінницькій області (тис. т у.п.), 2017 р. (загалом – 2747,3 тис. т у.п.)¹

Основним споживачем електроенергії, теплової енергії і природного газу в області є населення – відповідно, 57% загального річного обсягу (1334, 1 млн. кВт·год), 70% (578,9 тис. Гкал) і 61% (501,6 млн. м³/рік.). Крупними споживачами природного газу є також промисловість і теплопостачальні підприємства (**Рис. 1.3**).

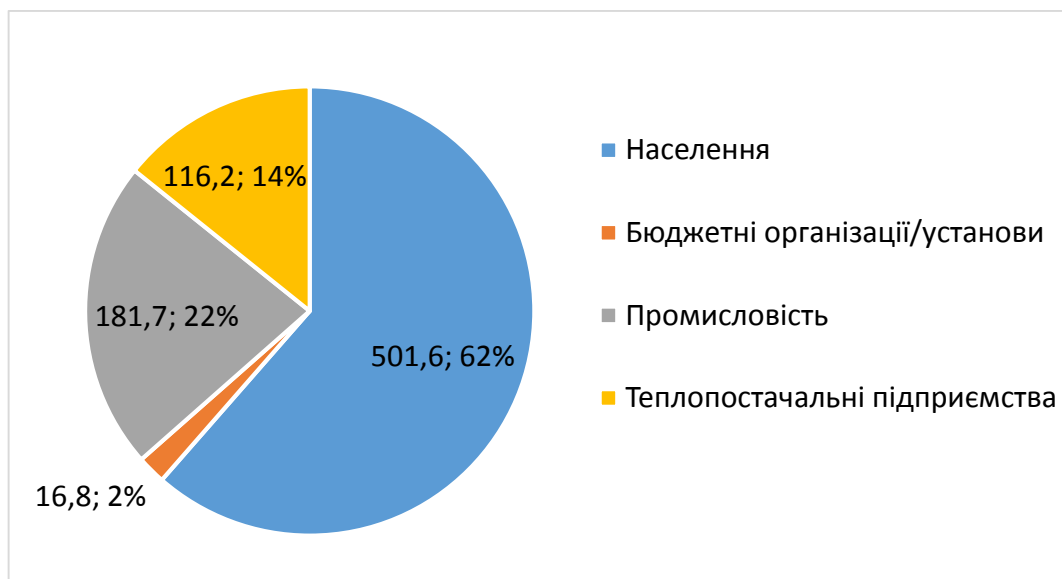


Рис. 1.3. Структура споживання природного газу у Вінницькій області (млн. м³), 2017 р. (загалом – 821,5 млн. м³) [6].

Треба зазначити, що дані щодо виробництва і споживання ПЕР (у т.ч. альтернативних видів палива) у 2017 р., отримані від Вінницької ОДА, *відрізняються* від даних за 2017 р., наданих Головним управлінням статистики у Вінницькій області. Характеристику ПЕК

¹ Перерахунок у тони умовного палива (т у.п.) зроблений авторами звіту, виходячи з натуральних одиниць згідно даних, отриманих від Вінницької ОДА.

області, виконану за статистичними даними ГУСВ, наведено у Додатку 1. Споживання паливної біомаси (як виду альтернативних видів палива) станом на 2017 рік, деталізоване за даними ДССУ і ГУСВ, представлено у розділі 2. До споживання паливної біомаси включено, серед іншого, дрова, які згідно Закону України «Про альтернативні види палива» є видом альтернативного палива.

2. Виробництво та споживання паливної біомаси у Вінницькій області

2.1. Оцінка обсягів споживання біопалив

За статистичними даними ГУСВ 2017 року, поточний рівень споживання твердих біопалив у Вінницькій області у вигляді дров, брикетів, пелет (гранул), тріски та ін. видів становить близько **292,6** тис. т/рік (близько 129,8 тис. т у.п.). Однією з найбільших складових споживання твердих біопалив є дрова (36% загального обсягу) – у 2017 році спожито **180,7** тис. м³ щільн. (близько 106,6 тис. т або 36,4 тис. у.п.) дров для опалення, у тому числі населенню було відпущено 63,7 тис. м³ щільн. (Таблиця 2.1, Рис. 2.1). Іншою крупною складовою є лушпиння соняшника (19%) – у 2017 р. у якості палива використано **55,6** тис. т. (30,4 тис. т у.п.).

Таблиця 2.1. Споживання твердих біопалив у Вінницькій області [4], [7], [8].

Вид біопалива ¹⁾	2010	2013	2014	2015	2016	2017
Дрова для опалення, м ³ щ., всього	77410,2	107480,7	130747	172996,9	176801,2	180666,8
у т.ч. підприємства	35801,7	59474,0	75469,4	96592,8	104739,4	116915,3
населення	41608,5	48006,7	55277,5	76404,1	72061,8	63751,5
Паливні брикети та гранули з деревини та іншої природної сировини, т	–	3318,0	4738,6	6144,7	20841,4	17792,9
Стружка і тріска деревні, т	...	...	...	...	28010,8	35514,8
Інше тверде біопаливо рослинного походження, т,	...	...	...	...	49416,2	132668,9
у т.ч. лушпиння соняшникове ²⁾			43256,9	69176,2	45037,3	55615,2
деревні відходи ²⁾			1764,9	889,8	1366,2	1781,5
Всього, т³⁾	45672,0	66731,6	81879,3	108212,9	202581,1	292570,0⁴⁾

1) Якщо не зазначено окремо, то споживання відноситься до підприємств області.

2) Статистичні дані ДССУ і ГУСВ по споживанню даного виду біомаси на енергетичні потреби включені до цієї категорії біопалива авторами звіту.

3) Для визначення загального обсягу біопалив об'єм дров перераховано авторами у тони через щільність деревини 0,59 т/м³.

4) Для порівняння: за інформацією, отриманою від Вінницької ОДА, у 2017 році в області було спожито 75,4 тис. т альтернативних видів палива (без уточнення по видам палива). Пояснення різниці у цифрах може полягати в тому, що дані Вінницької ОДА не враховують дрова, які теж є видом альтернативного палива.

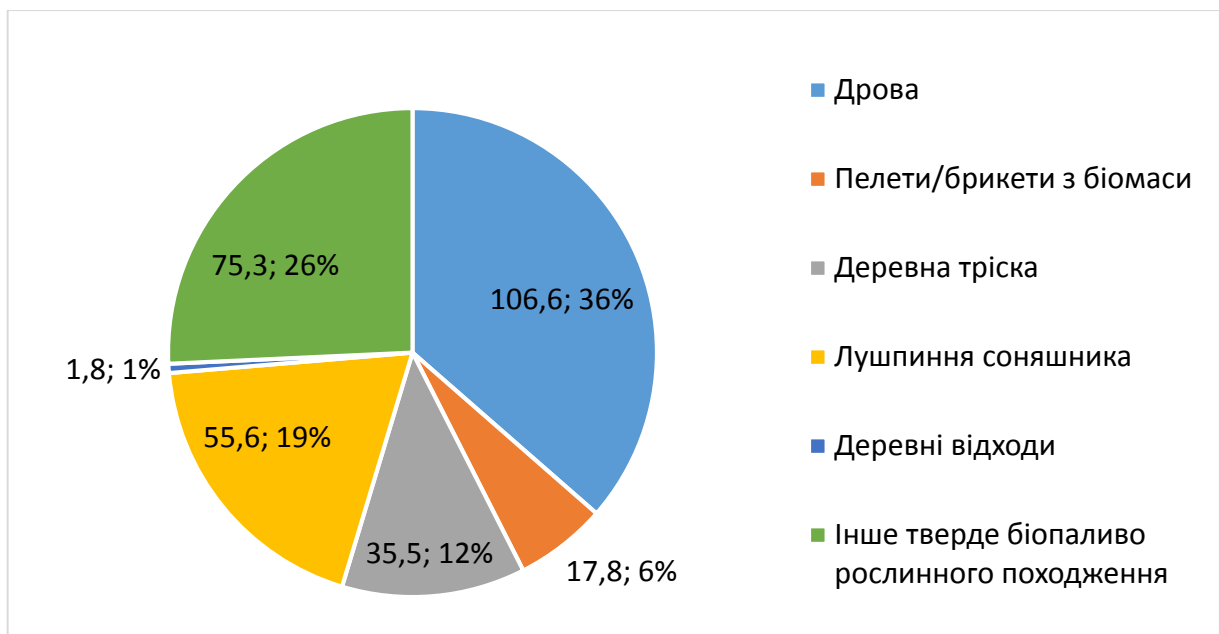


Рис. 2.1. Структура споживання твердих біопалив у Вінницькій області (тис. т), 2017 р. (загалом – 292,6 тис. т) [4], [7], [8].

Використання підприємствами дров для опалення, а також паливних брикетів та гранул з біомаси в розрізі районів області представлено в **Таблиці 2.2**. Споживання підприємствами дров для опалення в розрізі видів економічної діяльності надано у **Таблиці 2.3**.

Котельними Вінницької області споживається близько 62,5 тис. т біопалив на рік, у тому числі: дров – 40,1 тис. т (67,9 тис. м³ щ.), пелет з деревини – 4,5 тис. т, брикетів з деревини – 3,1 тис. т, деревної тріски – 3,9 тис. т, деревних відходів – 60,8 т, соломи – 281 т, пелет з соломи – 100 т, брикетів з соломи – 224,8 т, лушпиння соняшника – 10,2 тис. т². Структуру споживання біопалив цими котельними представлено на **Рис. 2.2**, з якого видно, що основна частка споживання припадає на дрова (64%) і лушпиння соняшника (17%).

Треба зазначити, що в області впродовж останніх років ведеться активна робота, направлена на скорочення споживання природного газу, зокрема, виконується переведення котелень бюджетної та комунальної сфери на біопалива. Аналіз зібраних даних показав, що наразі найбільша кількість котелень Вінницької області використовує у якості палива природний газ (407 од. або 36% від загальної кількості, **Рис. 2.3**), хоча є і досить невелика кількість комбінованих котелень, де встановлені як газові, так і твердопаливні котли (8 од. або 1%). Дещо менше (356 од. або 32%) – це котельні на біомасі. Майже 10% складають котельні на вугіллі (97 од.), а котелень на вугіллі та біомасі вже вдвічі більше – 217 од. або 19%. Неідентифікованими залишилися котельні на твердому та альтернативному паливі (37 од. або 3%).

² Підраховано авторами звіту із даних, наданих Вінницькою ОДА.

Таблиця 2.2. Використання окремих видів біопалива підприємствами по містах обласного значення та районах Вінницької області у 2017 р. [4], [7] *

	Дрова для опалення, м ³ щільн.	Паливні брикети та гранули з деревини та іншої природної сировини, т	Деревні відходи, т	Лушпиння соняшникове, т
Усього	116915,3	17792,9	1781,5	55615,2
м. Вінниця	24848,2	10161,4	150,7	55615,2
м. Жмеринка	3418,6	–		
м. Козятин	1425,5	... ¹		
м. Ладижин	2450,4	... ¹		
м. Могилів-Подільський	2393,6	... ¹		
м. Хмільник	2172,2	1888,7		
<i>райони</i>				
Барський	4074,2	6,4		
Бершадський	10905,4	73,6	0,0	
Вінницький	5201,3	905,5	0,5	
Гайсинський	1626,8	858,0	76,8	
Жмеринський	4014,7	... ¹	-	
Іллінецький	3382,1	405,5		
Калинівський	2262,2	67,0	153,8	
Козятинський	514,8	... ¹		
Крижопільський	14290,9	155,7	1000,0	
Липовецький	1337,9	252,0		
Літинський	2655,2	83,5	-	
Могилів-Подільський	1125,9	466,6		
Мурованокуриловецький	1217,9	250,2		

	Дрова для опалення, м ³ щільн.	Паливні брикети та гранули з деревини та іншої природної сировини, т	Деревні відходи, т	Лушпиння соняшникове, т
Немирівський	2160,6	176,6		
Оратівський	1178,1	–		
Піщанський	2913,7	... ¹	0,7	
Погребищенський	3207,4	... ¹		
Теплицький	2593,4	–		
Тиврівський	1090,1	... ¹		
Томашпільський	972,3	46,0		
Тростянецький	1948,4	... ¹		
Тульчинський	3974,8	350,0		
Хмільницький	912,6	310,5	119,0	
Чернівецький	553,0	... ¹		
Чечельницький	1674,6	... ¹	280,0	
Шаргородський	1010,7	–		
Ямпільський	3407,8	321,8		

¹ Дані не оприлюднюються з метою забезпечення виконання вимог закону України «Про державну статистику» щодо конфіденційності статистичної інформації.

* Інформацією щодо обсягів використання дров для опалення та інших видів біомаси населенням ГУСВ не володіє, оскільки обстеження цих показників не передбачено державним статистичним спостереженням.

Таблиця 2.3. Основні напрямки використання дров для опалення підприємствами у 2017 році за видами економічної діяльності [4].

	Усього, м ³ щільн.	У тому числі, м ³ щільн.	
		на перетворення в інші види палива та енергії	кінцеве споживання
Усього	116915,3	90287,3	15419,5
Сільське господарство, лісове господарство та рибне господарство	7976,6	5222,8	2753,8
Промисловість	38739,3	26376,4	1154,4
добувна промисловість і розроблення кар'єрів	–	–	–
переробна промисловість	27092,0	14825,5	1058,0
постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	11480,7	11480,7	–
водопостачання; каналізація, поводження з відходами	166,6	70,2	96,4
Будівництво	193,4	149,2	44,2
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	254,9	139,2	115,7
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	4213,4	1766,1	2447,3
Тимчасове розміщення й організація харчування	206,4	206,4	–
Інформація та телекомунікації	... ¹	... ¹	... ¹
Операції з нерухомим майном	... ¹	... ¹	... ¹
Професійна, наукова та технічна діяльність	683,3	520,6	162,7
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	... ¹	... ¹	... ¹
Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	42806,0	36457,2	6348,8
Освіта	7462,4	6954,1	508,3
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	13459,7	11677,7	1782,0
Надання інших видів послуг	... ¹	... ¹	... ¹

¹ Дані не оприлюднюються з метою забезпечення виконання вимог закону України «Про державну статистику» щодо конфіденційності статистичної інформації.

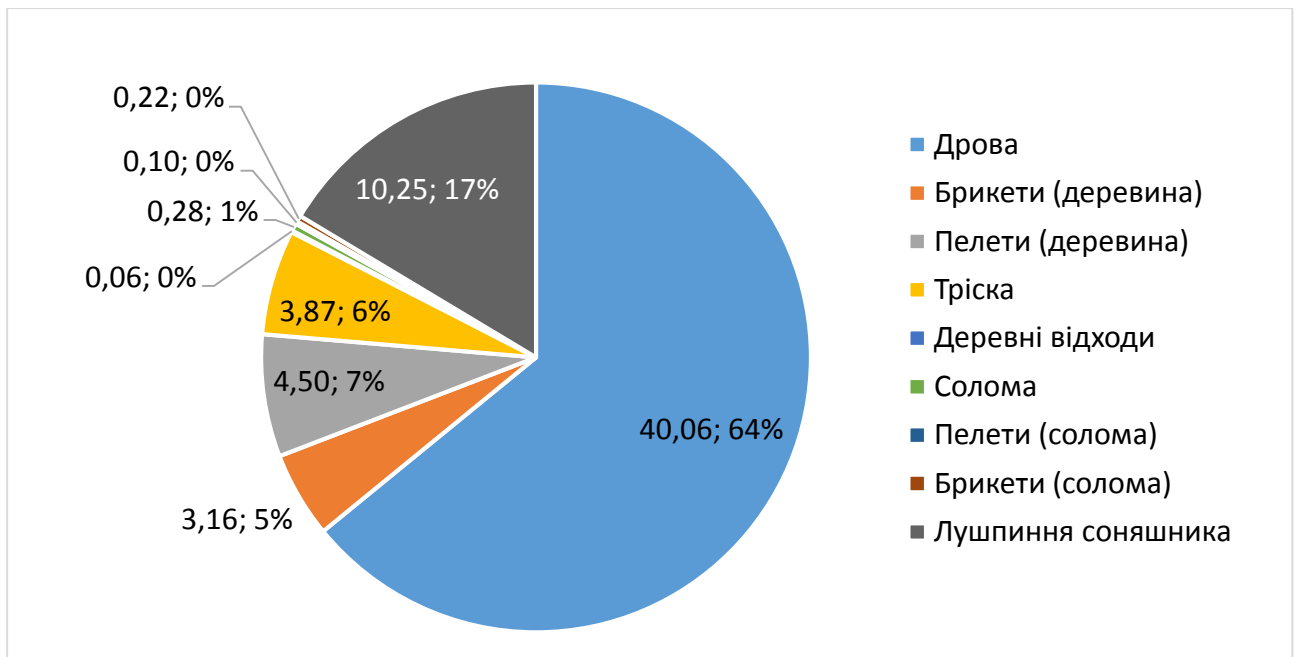


Рис. 2.2. Структура споживання твердих біопалив котельними у Вінницькій області (тис. т) (загалом – 62,5 тис. т)³

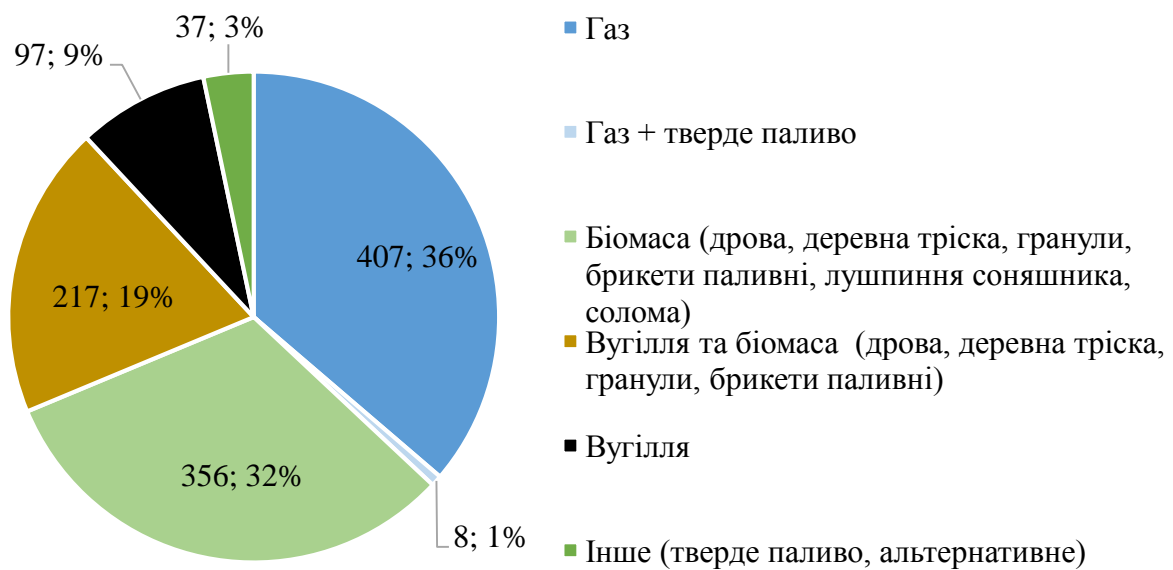


Рис. 2.3. Розподіл кількості котелень Вінницької області за видом палива³.

Окрім твердих біопалив, у 2017 році у Вінницькій області було також використано 4117 тис. м³ біогазу [9]. За даними НКРЕКП [10], в області встановлено «зелений» тариф на виробництво електроенергії з біогазу ТОВ «Агробудтехнології» [11] (м. Вінниця, перша черга когенераційної установки, початок дії ліцензії на виробництво електроенергії 30.07.2015) і ТОВ «АЕУ Енерго» (полігон ТПВ біля с. Стадниця Вінницького району, початок дії ліцензії на виробництво електроенергії 23.04.2015).

³ Підраховано авторами звіту із даних, наданих Вінницькою ОДА.

Крім того, агропромхолдинг ПАТ «Миронівський хлібопродукт» до кінця 2018 року планує завершити першу чергу будівництва біогазового комплексу загальною потужністю 20 МВт (в районі с. Василівка Тульчинського району). Таким чином МХП вирішить проблему утилізації курячого посліду та частини стічних вод зі свого дочірнього підприємства «Вінницька птахофабрика». Перша черга біогазового комплексу потужністю 10 МВт перероблятиме 460 т курячого посліду на добу, а введення в експлуатацію другої черги дозволить збільшити цей обсяг вдвічі. Установа вироблятиме електроенергію та підігріватиме воду для потреб підприємств компанії МХП в Ладижині [12].

2.2. Оцінка обсягів виробництва біопалив

Оскільки в Україні відсутня офіційна статистика по виробництву окремих видів біопалива (окрім заготівлі дров для опалення), оцінка обсягів виробництва біопалива у Вінницькій області ґрунтується на інших доступних даних, у тому числі результатах досліджень, виконаних в рамках різних проектів.

Результати оцінки об'ємів виробництва біопалива у Вінницькій області представлено в **Таблиці 2.4**. Із даних таблиці видно, що в області виробляються пелети з деревини, соломи і лушпиння соняшника, брикети з деревини, заготовлюються дрова і тріска. У 2017 році також було вироблено 15 тон біоетанолу на ДП «Гайсинський спиртовий завод», але зараз підприємство не здійснює виробничу діяльність, а надає послуги по зберіганню після спиртової барди на бардполях [77].

Таким чином, орієнтовний обсяг виробництва твердих біопалив у 2015 році – не менше **307** тис. т, або близько 136 тис. т у.п. (не по всім виробникам наявні об'єми виробництва). Основними складовими виробленого твердого біопалива є дрова (66% загального обсягу) і пелети з лушпиння соняшника (13%) (**Рис. 2.4**). Частина вироблених пелет експортується, причому тенденцією останніх років є зменшення обсягів експорту (**Таблиця 2.5**).

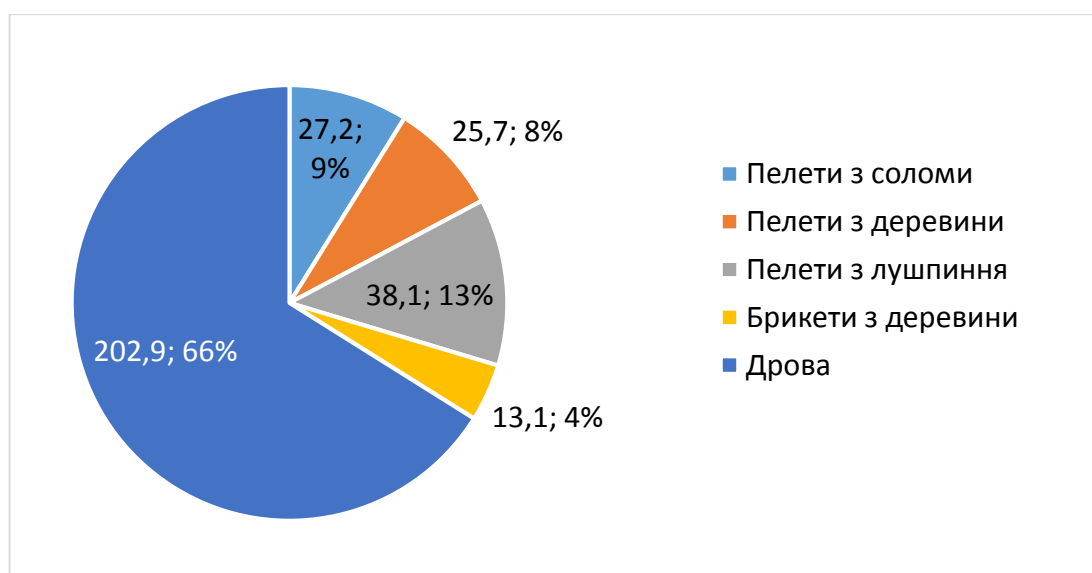


Рис. 2.4. Орієнтовна структура виробництва твердих біопалив у Вінницькій області (тис. т), 2017 р. (загалом – близько 307 тис. т) [6], [8].

Таблиця 2.4. Інформація про виробництво альтернативних видів палива суб'єктами господарювання Вінницької області у 2017 році [6].

№ п/п	Повне найменування суб'єкта господарювання, що має у користуванні об'єкт (адреса)	Назва об'єкта альтернативної енергетики, місце знаходження (адреса)	Загальна встановлена потужність (вид продукції)	Обсяг виробництва палива за 2017 рік (т)
Виробництво твердого біопалива (брикети, паливні гранули (пелети), тощо)				
1	ТОВ "Барлінек Інвест" http://www.barlinek.ua/	м. Вінниця, вул. Чехова, 7-в	Пелети з деревини	25300 (6500 т пелет з деревини за даними дослідження проекту UNDP [13])
			Брикети з деревини	9200
2	ПАТ "Вінницький олійжировий комбінат" http://vioil.com/ua/about-us/manufacturing/	м. Вінниця, Немирівське шосе, 26	Пелети з лушпиння соняшника http://vioil.com/ua/products/pellets/	37210 (20350 т пелет з лушпиння за даними дослідження проекту UNDP [13])
3	ТОВ «Біоенерджи-Вінниця»	Жмеринський район, смт. Браїлів, вул. Заводська, 7	20 тис. т/рік паливних пелет із соломи	10792 (11000 т – середньорічне виробництво пелет з соломи у сезон 2015-2016 рр. за даними дослідження проекту UNDP [13])
4	ТОВ «АВІС»	смт. Крижопіль, вул. Куйбишева, 82	виробництво пелет з лушпиння соняшника: 3,5 тис. т/рік https://bio.ukrbio.com/ru/sell/pellets/7534/	868
5	ТОВ "ВІН-ПЕЛІТА", м. Київ, вул. Котовського, 11 https://vin-pellet.com.ua/ua/	Липовецький р-н, смт. Турбів, вул.Миру, 17	75 тис. т пелет з соломи та інших рослинних агровідходів	16000 (20000 т пелет з соломи за даними дослідження проекту UNDP [13])
6	ТОВ «ГрінЕнергоТехнології»	Літинський р-н, с. Журавне, вул. Центральна, 23	300 т (паливний брикет типу RUF з деревини)	1560

№ п/п	Повне найменування суб'єкта господарювання, що має у користуванні об'єкт (адреса)	Назва об'єкта альтернативної енергетики, місце знаходження (адреса)	Загальна встановлена потужність (вид продукції)	Обсяг виробництва палива за 2017 рік (т)
7	Фермерське господарство Герасименка В.І.	Лінія по виробництву пелет Теплицький район, с. Соболівка, вул. Ватутіна, 40	пелети з соломи	150
8	ТОВ «Термолюкс-К» https://termolux-k.ua.market/	Тиврівський район, смт. Сутиски, вул. Жовтнева, 130	16 м. куб./год	
9	ТОВ "Гампел" м. Київ http://gampell.eu/	Цех по виробництву паливних пелет с. Красносілка Бершадського району, вул. Яблунова 4а	10000 т (пелети з пшеничної соломи)	300
10	ФОП "Перепелиця Людмила Петрівна" м. Бершадь, вул. Будкевича 94	Бершадський район, м. Бершадь, вул. Шевченко 80	2000 т (брикети з деревини)	1500
11	ПП "Кирилюк С.В."	Гайсинський район, м. Гайсин, вул. Івана Богуна, 49	300 кг/год (пелети)	
12	ТОВ "Біотерм"	Гайсинський район, с. Бубнівка	1500 кг/год (пелети)	
13	ФОП "Черепанов Євген Вікторович"	Іллінецький район, с. Білки, вул. Лісова, 7	250 т/місяць (паливні брикети з деревини)	850
14	СТОВ "Агрофірма Світанок"	Козятинський район, с. Непедівка	2500 т/год (брикети з соломи ¹⁾)	

№ п/п	Повне найменування суб'єкта господарювання, що має у користуванні об'єкт (адреса)	Назва об'єкта альтернативної енергетики, місце знаходження (адреса)	Загальна встановлена потужність (вид продукції)	Обсяг виробництва палива за 2017 рік (т)
15	ТОВ "Гріненерготехнологія"	Літинський район, с. Журавне	1000 т в рік (пелети з деревини)	400
16	ПП "Мартиросян Нвер Алавердович"	Немирівський район, м. Немирів, вул. Соборна	3-4 т (брикети)	
17	Фермерське господарство «Вищеольчедаєвське» ¹⁾	с. Обухів, Мурованокуриловецький р-н	брикети з соломи, 5 т/день	
18	ВОКСЛП «Віноблагроліс» м. Вінниця, вул. Сергія Зулінського, 9	ДП «Райагроліс» (діяльність у 22 районах області)	Заготівля дров, деревної тріски	Заготівля дров для опалення ^{2) 5)} : 2015 р. – 153,71 тис. м ³ 2016 р. – 84,35 тис. м ³ 2017 р. – 141,65 тис. м ³
19	Вінницьке ОУЛМГ м. Вінниця, вул. Пирогова, 26	Держлісгоспи (11 підприємств) розташовані по 11 районах області	Заготівля дров, деревної тріски	Заготівля дров для опалення ^{3) 5)} : 2015 р. – 190,2 тис. м ³ 2016 р. – 240,7 тис. м ³ 2017 р. – 225,7 тис. м ³
Всього по твердому паливу, орієнтовно (2015 рік)⁴⁾				Пелети з соломи: 27,2 тис. т Пелети з деревини: 25,7 тис. т Пелети з лушпиння: 38,1 тис. т Брикети з деревини: 13,1 тис. т Дрова: 343,91 тис. м ³ (~ 202,9 тис. т) Загалом: 307,0 тис. т За даними дослідження проекту UNDP [13]: Пелети з деревини – 12000 т Пелети з лушпиння – 20350 т Пелети з соломи – 46850 т

№ п/п	Повне найменування суб'єкта господарювання, що має у користуванні об'єкт (адреса)	Назва об'єкта альтернативної енергетики, місце знаходження (адреса)	Загальна встановлена потужність (вид продукції)	Обсяг виробництва палива за 2017 рік (т)
20	ДП "Гайсинський спиртовий завод"	М. Гайсин, Плеханова 28	600 кг/год (біоетанол)	15 [77]

1) Додано авторами звіту за даними Аналітичної записки БАУ №20 «Аналіз можливостей виробництва та використання брикетів з агробіомаси в Україні» <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-20-ua.pdf>

2) Додано авторами звіту за даними ВОКСЛП «Віноблагроліс» (лист № 519 від 09.10.2018).

3) Додано авторами звіту за даними Вінницького ОУЛМГ (лист № 02-21/1807 від 10.10.2018).

4) Додано авторами звіту як узагальнення інформації, представленої в таблиці.

5) Сумарний обсяг заготівлі дров для опалення ДП «Райагроліс» та держлісгоспами Вінницького ОУЛМГ у 2017 р. (367,35 м³ щільн.) перевищує цифру по заготівлі дров для опалення в області, надану ГУСВ (334,03 м³ щільн.). Дані за 2015-2016 рр. також не сходяться.

Таблиця 2.5. Обсяги експорту пелет з біомаси із Вінницької області [13].

Вид пелет	Обсяг експорту, т				
	2012	2013	2014	2015	2016
Пелети з деревини	38 382	24 361	19 777	27 603	5 249
Пелети з лушпиння соняшника	32 987	37 218	42 113	44 651	8 876
Пелети з соломи	951	2 184			

3. Законодавча база розвитку біоенергетики в Україні

3.1. Основні документи та їх положення

Законодавча база виробництва та споживання біомаси/біопалив в Україні включає наступні нормативно-правові акти:

Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [14].

Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року [15].

Концепція реалізації державної політики у сфері теплопостачання [16].

Закон України «**Про альтернативні види палива**» [17].

Закон України «**Про альтернативні джерела енергії**» [18].

Закон України «**Про внесення змін до Закону України «Про теплопостачання» щодо стимулювання виробництва теплової енергії з альтернативних джерел енергії**» [19].

Закон України «**Про теплопостачання**» [20].

Підзаконні акти:

Порядок встановлення, перегляду та припинення дії "зеленого" тарифу на електричну енергію для суб'єктів господарської діяльності та приватних домогосподарств [21].

Порядок розрахунку середньозважених тарифів на теплову енергію, вироблену з використанням природного газу, для потреб населення, установ та організацій, що фінансуються з державного чи місцевого бюджету, її транспортування та постачання [22].

В **Енергетичній стратегії** України на період до 2035 року зазначено загальнодержавні цілі по внеску біомаси, біопалива та відходів до загального постачання первинної енергії в країні. У 2035 році цей внесок повинний скласти **11** млн. т н.е., або **11,5%** ЗППЕ.

Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року визначає національні цілі з розвитку ВДЕ, у тому числі біоенергетики. Згідно НПДВЕ, обсяг виробництва теплової енергії з біомаси в системах опалення та охолодження має становити **5000** тис. т н.е. у 2020 році, у т.ч. з твердої біомаси – 4850 тис. т н.е. Встановлена потужність електрогенеруючого обладнання на біомасі повинна досягти **950** МВт у 2020 році, у т.ч. на твердій біомасі – 660 МВт.

Концепцією реалізації державної політики у сфері теплопостачання передбачено збільшення частки використання альтернативних джерел енергії у виробництві теплової енергії до **30%** у 2025 році і до **40%** у 2035 році.

Закон «**Про альтернативні види палива**» визначає низку базових понять сектору альтернативної енергетики/біоенергетики, у т.ч. наступні:

альтернативні види палива - тверде, рідке та газове паливо, яке є альтернативою відповідним традиційним видам палива і яке виробляється (видобувається) з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини;

нетрадиційні джерела та види енергетичної сировини - сировина рослинного походження, відходи, тверді горючі речовини, інші природні і штучні джерела та види енергетичної сировини, у тому числі нафтові, газові, газоконденсатні і нафтогазоконденсатні вичерпані,

непромислового значення та техногенні родовища, важкі сорти нафти, природні бітуми, газонасичені води, газогідрати тощо, виробництво (видобуток) і переробка яких потребує застосування новітніх технологій і які не використовуються для виробництва (видобутку) традиційних видів палива;

біологічні види палива (біопаливо) - тверде, рідке та газове паливо, виготовлене з біологічно відновлювальної сировини (біомаси), яке може використовуватися як паливо або компонент інших видів палива;

біомаса - невикопна біологічно відновлювана речовина органічного походження, здатна до біологічного розкладу, у вигляді продуктів, відходів та залишків лісового та сільського господарства (рослинництва і тваринництва), рибного господарства і технологічно пов'язаних з ними галузей промисловості, а також складова промислових або побутових відходів, здатна до біологічного розкладу.

Таким чином, біомаса/біопалива відносяться до альтернативних видів палива, у т.ч. солома, стебла, дрова, гранули/брикети з біомаси та ін. належать до альтернативних видів твердого палива.

Згідно визначень, наведених у ЗУ «Про альтернативні джерела енергії», ВДЕ, у тому числі енергія біомаси, відносяться до альтернативних джерел енергії:

альтернативні джерела енергії - відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна, аеротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, **енергія біомаси**, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів.

Закон містить також всі положення щодо «зеленого» тарифу – інструменту підтримки розвитку виробництва електроенергії з АДЕ: **"зелений" тариф** - спеціальний тариф, за яким закуповується електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, зокрема на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексах), з альтернативних джерел енергії (а з використанням гідроенергії - лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями).

«Зелений» тариф встановлюється та переглядається згідно Порядку, затвердженому НКРЕКП [21]. Рішення про затвердження «зеленого» тарифу та встановлення його величини оформляються відповідною постановою Комісії. За даними НКРЕКП, станом на грудень 2018 року «зелений» тариф для виробників електроенергії з біомаси/біогазу складає **407,20** коп./кВт·год (без ПДВ) [23].

Станом на 01.11.2018, у **Вінницькій області** діють два виробника електроенергії з біогазу із встановленим «зеленим» тарифом: ТОВ «Агробудтехнології» (1 черга когенераційної станції, м. Вінниця) і ТОВ «АЕУ Енерго» (полігон ТПВ біля с. Стадниця, Вінницькій район) [10].

Виробництво теплової енергії з альтернативних джерел стимулюється спеціальним тарифом, уведеним у 2017 році Законом «Про внесення змін до Закону України «Про тепlopостачання» щодо стимулювання виробництва теплової енергії з альтернативних джерел енергії». Тарифи на теплову енергію для суб'єктів господарювання, що здійснюють її

виробництво на установках з використанням АДЕ, включаючи теплоелектроцентралі, теплоелектростанції та когенераційні установки, для потреб установ та організацій, що фінансуються з державного чи місцевого бюджету, а також для потреб населення встановлюються на рівні **90% діючого** для суб'єкта господарювання тарифу на теплову енергію, вироблену з використанням природного газу, для потреб відповідної категорії споживачів. У разі відсутності такого діючого тарифу – на рівні **90% середньозваженого** тарифу на теплову енергію, вироблену з використанням природного газу, для потреб відповідної категорії споживачів⁴.

Середньозважені тарифи розраховуються Держенергоефективності згідно Порядку, затвердженому КМУ [22]. За даними Держенергоефективності [24], станом на 25.09.2018, середньозважені тарифи на теплову енергію з природного газу для потреб населення складають від 998,38 грн./Гкал (без ПДВ) в Одеській області до 1357,87 грн./Гкал (без ПДВ) в Миколаївській області; для бюджетних установ і організацій – від 1252,31 грн./Гкал (без ПДВ) в Донецькій області до 1947,34 в Черкаській області. У **Вінницькій області** станом на 25.09.2018 середньозважений тариф на теплову енергію з природного газу для потреб населення становить 1154,91 грн./Гкал (без ПДВ), для потреб бюджетних установ і організацій – 1427,94 грн./Гкал (без ПДВ).

3.2. Існуючі бар'єри та пропозиції по їх подоланню

На сьогодні можна зазначити такі основні **бар'єри**, що перешкоджають заміщенню традиційних видів палива альтернативними, у тому числі біомасою:

- Недорозвиненість **ринку** паливної біомаси, фактична відсутність організованих форм **торгівлі** біопаливом (таких як біржа, електронна система торгівлі) і законодавчої бази для цього.

Для вирішення даної проблеми було розроблено концепцію Системи електронної торгівлі біопаливом (СЕТ) і підготовлено проекти Законів України *«Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо розвитку торгівлі твердими біологічними видами палива»* та *«Про внесення змін до Закону України «Про публічні закупівлі» щодо розвитку торгівлі твердими біологічними видами палива»*.

Концепцію СЕТ і відповідні проекти законів було представлено і обговорено в Держенергоефективності та на Комітеті ВРУ з питань паливно-енергетичного комплексу, ядерної політики та ядерної безпеки.

- Проблеми доступу зацікавлених компаній до **порубкових решток**.

Обсяг порубкових решток складає до 14% об'єму заготівлі ділової деревини. Частина відходів повинна залишатися в лісі для потреб лісового господарства, а решта може бути використана як сировина для виробництва біопалива. На сьогодні заготівля порубкових решток постійними лісокористувачами та виробництво деревного палива з них чинним законодавством не передбачені [25]. Крім того, у постійних лісокористувачів відсутня вимога по обліку всього обсягу порубкових решток (наразі обліковується лише хворост і сучки). Зацікавленим приватним підприємствам було б економічно вигідно покупати і забирати дані відходи у зібраному вигляді біля лісових доріг, але держлісгоспи не виконують операції збору

⁴ Положення щодо стимулюючого тарифу на тепло з АДЕ знаходяться у Ст. 20 ЗУ «Про тепlopостачання».

порушкових решток з доставкою до лісових доріг. Самостійний збір відходів приватними підприємствами є практично неможливим з економічної та технічної точок зору.

Для вирішення зазначених проблем підготовлено пропозиції по внесенню змін до Лісового Кодексу України, а також розроблено проект постанови КМУ *«Деякі питання заготівлі твердого деревного палива постійними лісокористувачами»*. Дані пропозиції та проект постанови було представлено і обговорено в Держенергоефективності.

- Відсутність планів для постійних лісокористувачів по заготівлі твердого деревного палива, узгоджених з Національним планом дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року та Енергетичною стратегією України на період до 2035 р.

Дане питання враховано у запропонованому проекті постанови КМУ *«Деякі питання заготівлі твердого деревного палива постійними лісокористувачами»*.

- Недостатньо високий **«зелений» тариф** для електроенергії, виробленої з біомаси/біогазу та відсутність диференційованості тарифу за потужністю установки.

Підготовлено обґрунтовані пропозиції по збільшенню коефіцієнту ЗТ для електроенергії, виробленої з біомаси/біогазу, а також диференціація коефіцієнту ЗТ в залежності від потужності установки та виду біомаси. Пропозиції викладено у проекті Закону *«Про внесення змін до деяких законів України щодо стимулювання виробництва електроенергії з біомаси, біогазу та біометану»*, який був представлений і обговорений на засіданні робочої групи при Комітеті ВРУ з питань паливно-енергетичного комплексу, ядерної політики та ядерної безпеки.

- Відсутність **довгострокового планування** у сфері теплопостачання на державному та регіональному рівнях.

Наразі практично єдиним документом, який умовно можна віднести до такого, що відображає стратегічне планування сектору теплозабезпечення на державному рівні, є Концепція реалізації державної політики у сфері теплопостачання. Але цей дуже короткий документі (4,5 стор.) охоплює не всі сектори теплопостачання, і в ньому спостерігається розрив між метою і засобами її реалізації. Чи не єдиним видом документу регіонального (міського) рівня у сфері теплозабезпечення є схеми теплопостачання. Проблема полягає в тому, що наразі схеми теплопостачання не мають статусу документів, обов'язкових для виконання, не відносяться до містобудівної документації, а їх зміст не узгоджений із цільовими показниками з розвитку АДЕ і ВДЕ документів національного рівня.

Вихід з проблеми вбачається у необхідності розробки Стратегії теплопостачання України до 2035 року, побудованої за принципом Енергетичної стратегії України. Для забезпечення узгодженості цільових показників на всіх рівнях, у регіональні (міські) схеми теплопостачання обов'язково повинні бути включені всі цільові показники національного рівня, у т.ч. з досягнення частки теплової енергії з АДЕ. Схеми теплопостачання населених пунктів повинні отримати статус обов'язкових для розробки та виконання на місцевому рівні.

- Труднощі з **підключенням** до теплових мереж незалежних виробників теплової енергії.

На даний час в централізованому теплопостачанні України переважна більшість виробників та постачальників теплової енергії належать до комунальної або державної власності. Причому часто ці організації поєднують діяльність з виробництва, транспортування та постачання ТЕ та є монополістами в ЦТ на певній території протягом багатьох десятиліть.

Більшість з них використовують як паливо природний газ, що наразі є найдорожчим з енергоносіїв. Проте, частина з них впроваджують котельні на біомасі, частка яких у виробництві теплової енергії, за нашою оцінкою, становить 2-3%.

Можливості впровадження котельних на біомасі самими комунальними підприємствами теплопостачання обмежені обсягами коштів, передбаченими в інвестиційних програмах. Деякі крупні проекти енергетичного використання біомаси в ЦТ здійснюються при підтримці міжнародних фінансових організацій. В той же час, незалежні виробники ТЕ, за наявності сприятливих умов ведення бізнесу в цій сфері, могли б залучити додаткові інвестиції в створення котельних на біомасі та значно підвищити частку її використання в централізованому теплопостачанні. Проте на даний час вони, в основному, впроваджують котельні на біомасі для теплопостачання окремих об'єктів, без приєднання до мережі ЦТ. Наприклад, заміна окремих газових котельних на об'єктах бюджетної сфери (школи, лікарні) котельнями на альтернативних видах палива є доволі розповсюдженою практикою. Це означає, що для приватного бізнесу легше увійти в цю сферу, не втручаючись в централізоване теплопостачання. Однією з причин цього є труднощі підключення нових виробників ТЕ до теплових мереж існуючих комунальних виробників.

Для запровадження конкурентного середовища у секторі теплопостачання було розроблено проект Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо впровадження конкуренції в системах централізованого теплопостачання». Цей законопроект було представлено і обговорено на засіданнях робочої групи при Держенергоефективності.

- Недоліки чинного законодавства щодо можливості створення та функціонування **енергетичних кооперативів**: наявність великої кількості неузгоджених правових норм, що регулюють загальний порядок створення та діяльності кооперативів; складність у виборі типу при створенні енергетичного кооперативу; необхідність затвердження тарифів.

Біоенергетичною асоціацією України розроблено **пропозиції** для налагодження діяльності енергетичних кооперативів в Україні [26]:

- **узгодження** норм чинних законів, що регулюють діяльність кооперативів, прийняття єдиної термінології.
- впровадження **визначеного** правового статусу енергетичних кооперативів, для чого на законодавчому рівні встановити:
 - ✓ основні види діяльності енергетичних кооперативів;
 - ✓ спеціальний **тип** для енергетичних кооперативів (фізичні та юридичні особи, заготівля сировини, виробництво та постачання енергії, послуги не лише членам, а й іншим особам, мета отримання прибутку);
- забезпечення **особливого** становища енергетичних кооперативів (без затвердження тарифів, отримання інших пільг).
- державне **стимулювання** створення та діяльності енергетичних кооперативів (компенсація частини вартості будівництва теплових мереж та встановлення генеруючого обладнання).

Ці пропозиції були озвучені та обговорені на семінарі «Біоенергетичне селище – шлях до сталого і самодостатнього енергозабезпечення», організованому Держенергоефективності спільно з Агентством з питань відновлюваних ресурсів Німеччини (FNR) та Біоенергетичною

асоціацією України за підтримки Мінрегіону 18 лютого 2016 р. [27]. На сьогодні, на жаль, вони ще не знайшли відображення у проекті конкретного нормативно-правового акту.

4. Оцінка потенціалу біомаси у Вінницькій області

Зазвичай розрізняють три основні види потенціалу біомаси – теоретично можливий (теоретичний), технічно досяжний (технічний) та економічно доцільний (економічний) [28].

Теоретичний потенціал – загальний максимальний обсяг наземної біомаси, теоретично доступної для виробництва енергії у фундаментальних біофізичних межах. Коли мова іде про біомасу сільськогосподарських та енергетичних культур та лісів, теоретичний потенціал являє собою максимальну продуктивність при теоретично оптимальному менеджменті з урахуванням обмежень, що впливають з температури, сонячної радіації та опадів. У випадку відходів та залишків різного виду теоретичний потенціал дорівнює максимально утвореному обсягу цих відходів та залишків.

Технічний потенціал – частка теоретичного потенціалу, доступна за певних технічно-структурних умов та поточних технологічних можливостях. Крім того, беруться до уваги просторові обмеження, викликані конкуренцією між різними користувачами землі, а також деякі екологічні та інші нетехнічні обмеження.

Економічний потенціал – частка технічного потенціалу, що задовольняє критеріям економічної доцільності за даних умов.

В даному дослідженні виконується оцінка теоретичного та технічно досяжного потенціалу біомаси у Вінницькій області за наступними складовими: деревна біомаса, відходи сільського господарства, енергетичні культури. Оцінка проводиться розрахунковим шляхом і ґрунтується на статистичних даних ДССУ, ГУСВ та інших наявних вихідних даних. У розрахунках застосовуються підходи та методики, розроблені Біоенергетичною асоціацією України і викладені в її аналітичних матеріалах [29]. По кожному виду біомаси потенціал розраховується спочатку по області в цілому, потім – в розрізі районів.

В оцінці по області в цілому використовуються, головним чином, статистичні дані ДССУ в розрізі областей України. Ця оцінка є *менш консервативною*, зазвичай має більший результат і відображає перспективний «горизонт» потенціалу біомаси в області. Оцінка на рівні районів Вінницької області є *більш консервативною і уточненою*, оскільки ґрунтується на статистичних даних ГУСВ, наявних саме для цих районів (у разі відсутності певних вихідних даних в розрізі районів, застосовуються експертні оцінки). Ця оцінка має менший результат величини потенціалу і більше відображає поточну ситуацію.

4.1. Деревна біомаса

Основними складовими потенціалу деревної біомаси є:

- дрова паливні;
- порубкові рештки;
- відходи деревообробки;
- біомаса від обрізки та викорчовування багаторічних сільськогосподарських насаджень (садів, виноградників);
- біомаса від розчищення (реконструкції) полезахисних та інших лісосмуг.

Лісове господарство є основним джерелом заготівлі паливної біомаси. Вінницька

область розташована у зоні Лісостепу, лісистість області – близько **13,1%** (Рис. 4.1), що є дещо нижчим за показник середньої лісистості України (15,9%).

Лісова галузь області представлена держлісгоспами Вінницького ОУЛМГ [30] і комунальним підприємством ВОКСЛП «Віноблагроліс» [31].

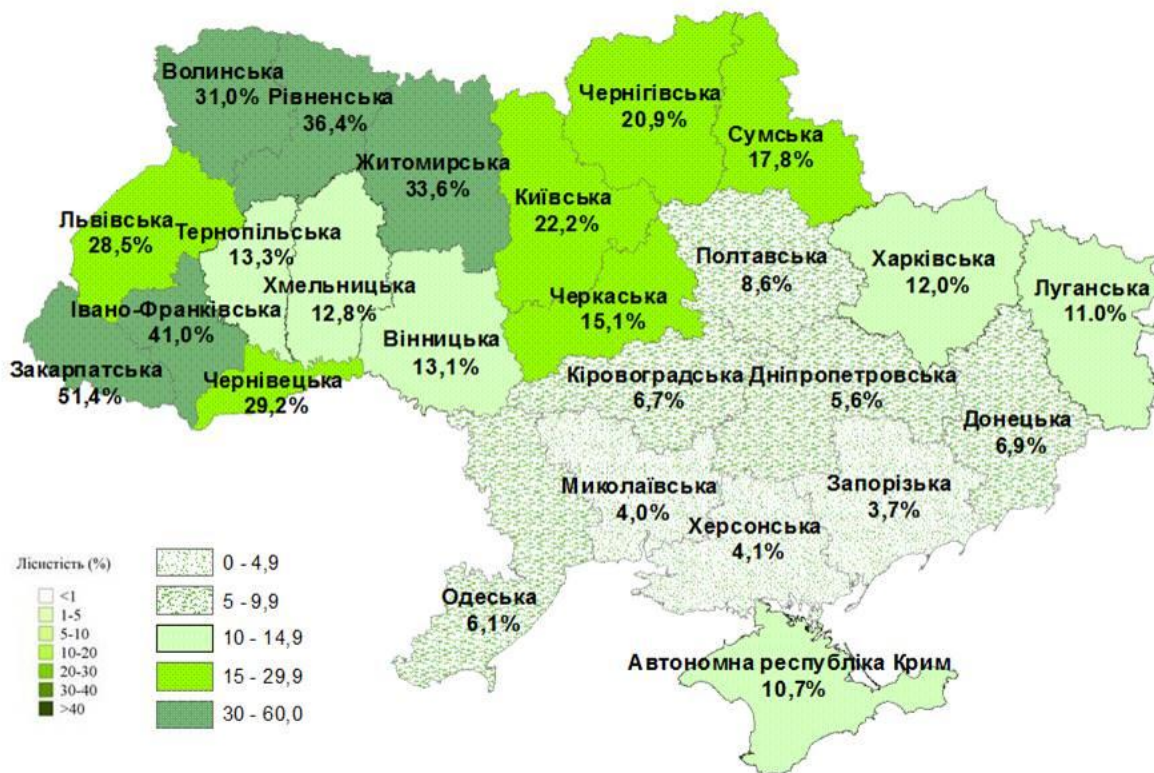


Рис. 4.1. Лісистість адміністративних одиниць України [32].

Оцінка потенціалу по області в цілому

За оцінками, що ґрунтуються на статистичних та інших даних 2017 року т, загальний теоретичний потенціал деревної біомаси у Вінницькій області складає **687,5** тис. м³ щільн. (близько 138,4 тис. т у.п.), технічно-досяжний – **589,1** тис. м³ щільн. (118,6 тис. т у.п.) (Таблиця 4.1). Найбільшими складовими технічного потенціалу є дрова для опалення (57%) і біомаса від розчищення (реконструкції) полезахисних лісосмуг та інших захисних лісосмуг (20%) (Рис. 4.2).

Оцінка потенціалу по районах області

Розрахунок потенціалу деревної біомаси у розрізі районів Вінницької області ґрунтується на статистичних даних ГУСВ, даних Корпорації СадВинПром щодо площі та експертних оцінках у разі відсутності певних даних. Розподілення потенціалу деревної біомаси по районах області, згідно отриманих результатів, представлено у Таблицях 4.2, 4.3. Сумарний потенціал становить: теоретичний – **659,3** тис. м³ щільн. (133,2 тис. т у.п.), технічно-досяжний – **586,7** тис. м³ щільн. (118,6 тис. т у.п.). Структура потенціалу показана на Рис. 4.3. Співставлення результатів, представлених на Рис. 4.2 і 4.3, показує, що результати оцінки потенціалу деревної біомаси по області в цілому і як сума потенціалів районів є дуже близькими.

Таблиця 4.1. Динаміка зміни потенціалу деревної біомаси у Вінницькій області в цілому.

Вид біомаси	2013	2014	2015	2016	2017
Дрова для опалення, тис. м ³ щільн. ¹⁾	180,3	221,9	281,2	338,3	334,0
Порубкові рештки, тис. м ³ щ.: <i>теоретичний</i>	94,5	95,5	96,1	91,2	89,5
<i>технічно-досяжний</i>	68,0	68,8	69,2	65,6	64,5
Відходи деревообробки, тис. т: <i>теоретичний</i>	6,3	3,27	2,58	4,7	4,00 ³⁾
<i>технічно-досяжний</i>	6,3	3,27	2,58	4,5	3,99 ³⁾
Біомаса від ОВБСН, тис. т ²⁾ : <i>теоретичний</i>					57,5 ³⁾
<i>технічно-досяжний</i>					43,2 ³⁾
Біомаса від розчищення (реконструкції) полезахисних та інших лісосмуг, тис. м ³ щ. ²⁾ :					
<i>теоретичний</i>					159,7
<i>технічно-досяжний</i>					119,1
Всього, тис. м³ щільн.: <i>теоретичний</i>					687,5
<i>технічно-досяжний</i>					589,1

1) Теоретичний та технічно-досяжний потенціали співпадають.

2) Достовірні оцінки за 2013-2016 рр. відсутні. Оцінка для 2017 р. ґрунтується на даних щодо площі плодкових насаджень і виноградників у плодоносному віці у господарств всіх категорій.

3) У куб. м перераховується через щільність деревини 0,59 т/м³.

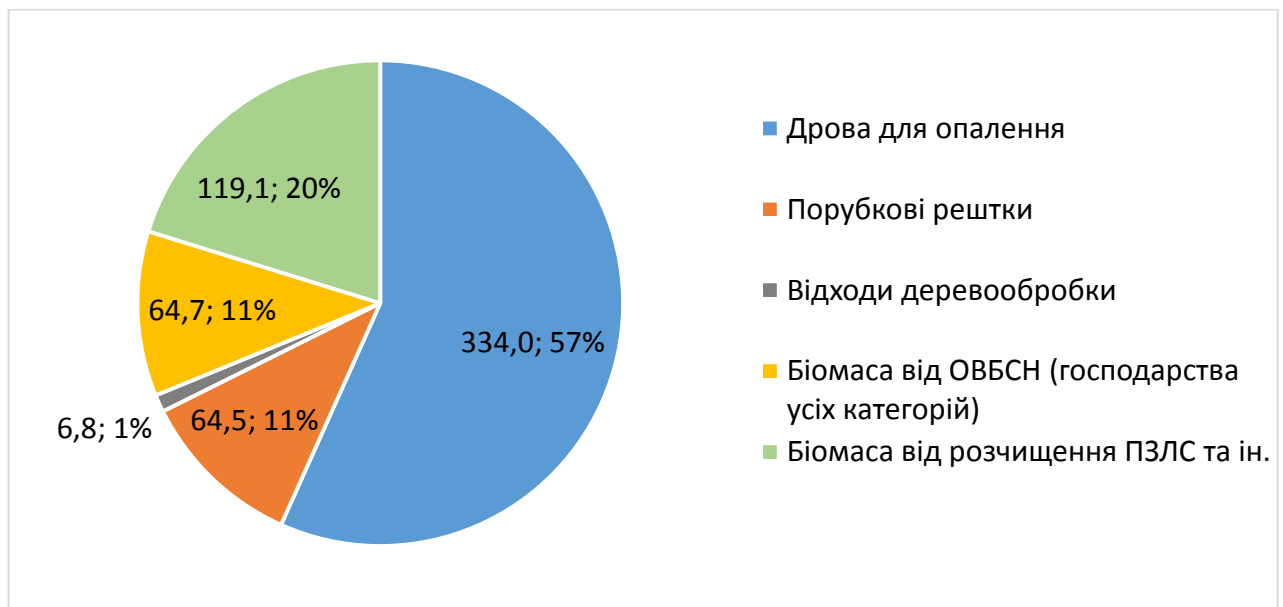


Рис. 4.2. Структура технічно досяжного потенціалу деревної біомаси у Вінницькій області в цілому (тис. м³ щільн.), 2017 р. (загалом – 589,1 тис. м³ щільн.).

Таблиця 4.2. Потенціал дров для опалення і порубкових решток у Вінницькій області у розрізі районів (2017 р.).

Райони Вінницької області	Заготівля ліквідної деревини	Порубкові рештки		Заготівля дров для опалення
		<i>Теоретичний</i>	<i>Технічно-досяжний</i>	
	куб. м	куб. м	куб. м	куб. м
ВІННИЦЬКА ОБЛАСТЬ/М.ВІННИЦЯ	639476	89527	64459	334034
ВІННИЦЯ	78854	11040	7948	43260
ЖМЕРИНКА	42037	5885	4237	28324
МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКИЙ	46654	6532	4703	13809
БАРСЬКИЙ РАЙОН/М.БАР	11193	1567	1128	8992
БЕРШАДСЬКИЙ РАЙОН/М.БЕРШАДЬ	47375	6633	4775	22785
ВІННИЦЬКИЙ РАЙОН/М.ВІННИЦЯ	12483	1748	1258	5237
ГАЙСИНСЬКИЙ РАЙОН/М.ГАЙСИН	67827	9496	6837	31236
ЖМЕРИНСЬКИЙ РАЙОН/М.ЖМЕРИНКА	7201	1008	726	6409
ІЛІНЕЦЬКИЙ РАЙОН/М.ІЛІНЦІ	65813	9214	6634	27382
КОЗЯТИНСЬКИЙ РАЙОН/М.КОЗЯТИН	4235	593	427	3203
КАЛИНІВСЬКИЙ РАЙОН/М.КАЛИНІВКА	14823	2075	1494	5453
КРИЖОПЛЬСЬКИЙ РАЙОН/СМТ КРИЖОПІЛЬ	53907	7547	5434	34021
ЛИПОВЕЦЬКИЙ РАЙОН/М.ЛИПОВЕЦЬ	3401	476	343	1460
ЛІТИНСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ЛІТИН	10030	1404	1011	6331
МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКИЙ РАЙОН/М.МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКИЙ	6893	965	695	5596
МУРОВАНОКУРИЛОВЕЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ МУРОВАНІ КУРИЛІВЦІ	5316	744	536	3552
НЕМИРІВСЬКИЙ РАЙОН/М.НЕМИРІВ	6852	959	691	5285
ОРАТІВСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ОРАТІВ	5663	793	571	3978
ПОГРЕБИЩЕНСЬКИЙ РАЙОН/М.ПОГРЕБИЩЕ	5199	728	524	3386
ТОМАШПІЛЬСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТОМАШПІЛЬ	7233	1013	729	4178
ТРОСТЯНЕЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТРОСТЯНЕЦЬ	4862	681	490	3639
ТУЛЬЧИНСЬКИЙ РАЙОН/М.ТУЛЬЧИН	49018	6863	4941	18607
ТИВРІВСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТИВРІВ	10123	1417	1020	6259
ХМІЛЬНИЦЬКИЙ РАЙОН/М.ХМІЛЬНИК	44574	6240	4493	20932
ЧЕЧЕЛЬНИЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ЧЕЧЕЛЬНИК	16260	2276	1639	11318
ШАРГОРОДСЬКИЙ РАЙОН/М.ШАРГОРОД	11650	1631	1174	9402

Таблиця 4.3. Потенціал інших видів деревної біомаси у Вінницькій області у розрізі районів (2017 р.).

Райони Вінницької області	Відходи деревообробки, т		Біомаса від ОВБСН, т		Біомаса від розчищення ПЗЛС та ін., куб. м	
	Теоретичний	Технічний	Теоретичний	Технічний	Теоретичний	Технічний
ВІННИЦЬКА ОБЛАСТЬ	3995,3	3994,8	40879,1	36791,2	159720,6	119118,8
ВІННИЦЯ	218,6	218,6	-	-	-	-
МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКИЙ	16,3	16,3	-	-	-	-
ЛАДИЖИН	2,6	2,6	44,3	39,8	-	-
ХМІЛЬНИК	0,0	0,0	6,0	5,4	-	-
БАРСЬКИЙ РАЙОН/М.БАР	15,0	15,0	8628,4	7765,5	5449,1	4036,4
БЕРШАДСЬКИЙ РАЙОН/М.БЕРШАДЬ	2,0	2,0	78,8	71,0	7971,8	5866,1
ВІННИЦЬКИЙ РАЙОН/М.ВІННИЦЯ	284,4	284,4	1381,0	1242,9	5927,6	3709,4
ГАЙСИНСЬКИЙ РАЙОН/М.ГАЙСИН	217,0	217,0	231,0	207,9	6522,8	4945,9
ЖМЕРИНСЬКИЙ РАЙОН/М.ЖМЕРИНКА	0,5	0,0	1931,7	1738,5	6301,2	4498,1
ІЛЛІНЕЦЬКИЙ РАЙОН/М.ІЛЛІНЦІ	257,9	257,9	4826,3	4343,7	5216,1	4078,0
КОЗЯТИНСЬКИЙ РАЙОН/М.КОЗЯТИН	0,1	0,1	75,0	67,5	6657,2	5610,1
КАЛИНІВСЬКИЙ РАЙОН/М.КАЛИНІВКА	229,5	229,5	351,0	315,9	6684,6	5258,5
КРИЖОПЛЬСЬКИЙ РАЙОН/СМТ КРИЖОПЛЬ	1800,0	1800,0	21,0	18,9	5761,3	4368,9
ЛИПОВЕЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ЛИПОВЕЦЬ	-	-	0,0	0,0	6878,1	5111,1
ЛІТИНСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ЛІТИН	0,4	0,4	2035,5	1832,0	5363,2	3586,1
МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКИЙ РАЙОН/М.МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКИЙ	-	-	3133,6	2820,2	5292,1	3669,0
МУРОВАНОКУРИЛОВЕЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ МУРОВАНІ КУРИЛІВЦІ	-	-	1342,4	1208,1	5545,3	3912,1
НЕМИРІВСЬКИЙ РАЙОН/М.НЕМИРІВ	-	-	894,1	804,7	7280,7	5592,4
ОРАТІВСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ОРАТІВ	-	-	216,0	194,4	5570,1	4420,6
ПІЩАНСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ПІЩАНКА	0,7	0,7	2415,4	2173,9	3886,8	2771,1
ПОГРЕБИЩЕНСЬКИЙ РАЙОН/М.ПОГРЕБИЩЕ	-	-	78,0	70,2	6999,4	5766,7
ТЕПЛИЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТЕПЛИК	-	-	49,9	44,9	5388,7	4341,7
ТОМАШПІЛЬСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТОМАШПІЛЬ	0,1	0,1	86,1	77,5	4962,5	3931,1
ТРОСТЯНЕЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТРОСТЯНЕЦЬ	-	-	351,0	315,9	5596,0	4168,6
ТУЛЬЧИНСЬКИЙ РАЙОН/М.ТУЛЬЧИН	-	-	3801,2	3421,1	6491,4	4729,9
ТИВРІВСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТИВРІВ	6,2	6,2	4991,3	4492,2	5570,6	3952,0
ХМІЛЬНИЦЬКИЙ РАЙОН/М.ХМІЛЬНИК	664,0	664,0	231,0	207,9	7727,4	6084,1
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ЧЕРНІВЦІ	-	-	248,7	223,9	4144,0	2848,3
ЧЕЧЕЛЬНИЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ЧЕЧЕЛЬНИК	280,0	280,0	47,1	42,4	4299,9	2888,3
ШАРГОРОДСЬКИЙ РАЙОН/М.ШАРГОРОД	-	-	3301,8	2971,6	6142,0	4728,2
ЯМПІЛЬСЬКИЙ РАЙОН/М.ЯМПІЛЬ	-	-	79,5	71,5	5907,3	4062,6

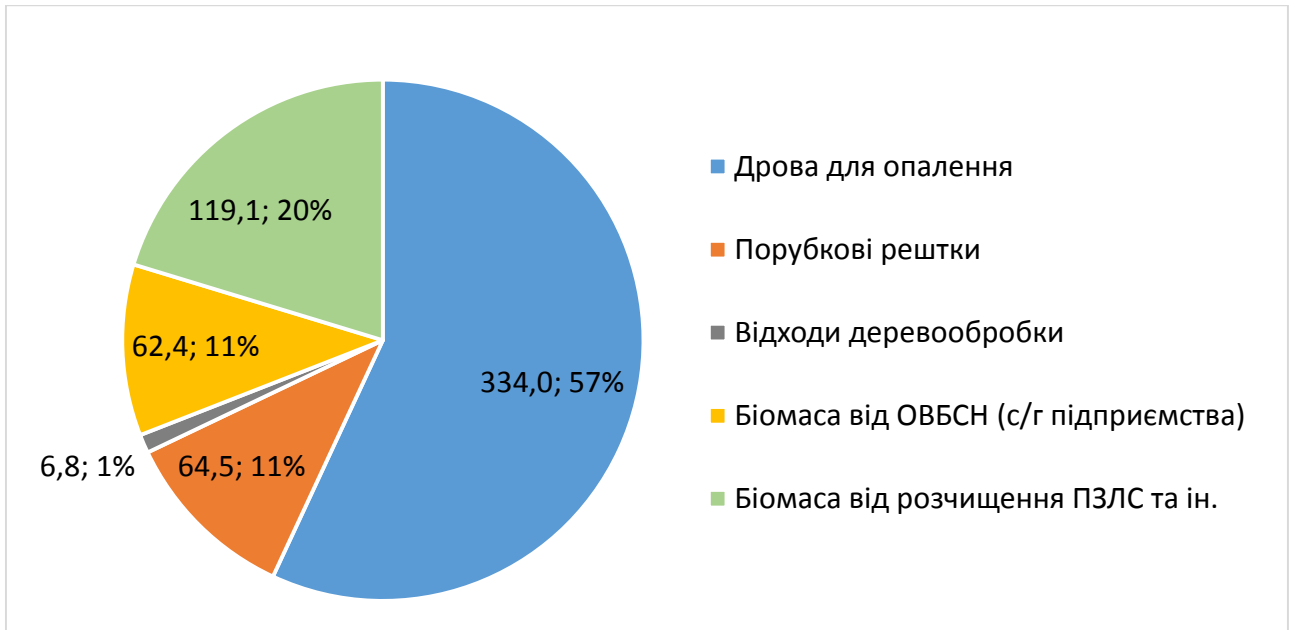


Рис. 4.3. Структура технічно досяжного потенціалу деревної біомаси у Вінницькій області як сума потенціалів районів (тис. м³ щільн.), 2017 р. (загалом – 586,7 тис. м³ щільн.).

Технічно досяжний потенціал деревної біомаси у 2017 р. в розрізі районів Вінницької області представлений на **Рис. 4.4.** Найбільший потенціал із загальних **346,17** тис. т мають Вінницький (37,99 тис. т), Крижопільський (28,12 тис. т), Жмеринський (27,77 тис. т), Іллінецький (27,07 тис. т) і Гайсинський (25,78 тис. т) райони області.

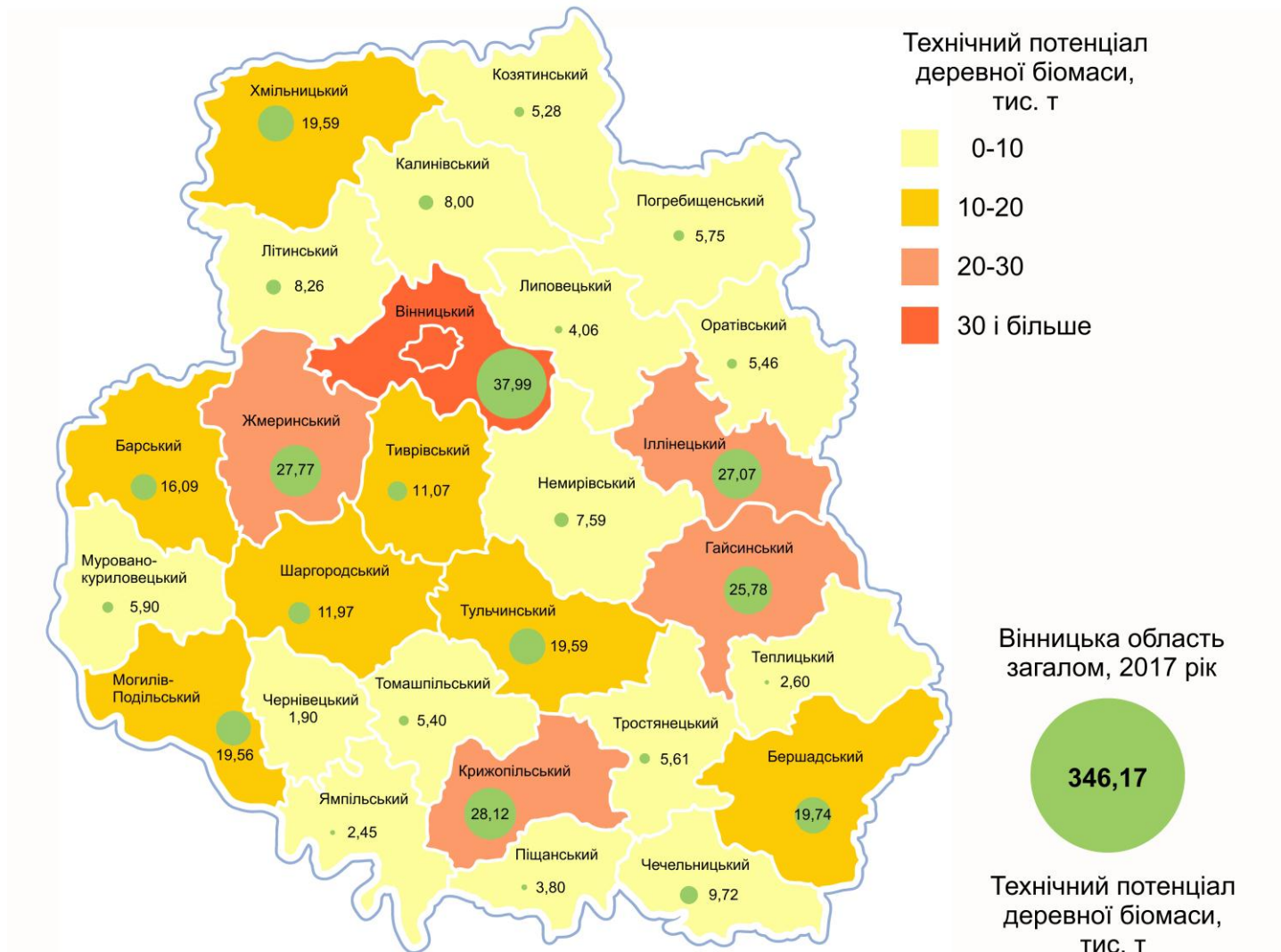


Рис. 4.4. Технічно досяжний потенціал деревної біомаси в розрізі районів Вінницької області (тис. т), 2017 р. (загалом – 346,17 тис. т).

4.2. Відходи сільського господарства

4.2.1. Первинні відходи сільського господарства

Вінниччина має один із найпотужніших серед регіонів України агропромисловий комплекс, який в останні роки демонструє високі темпи розвитку та вагомі результати господарювання. Природно-кліматичні умови сприятливі для розвитку землеробства та тваринництва. Унікальним інвестиційним потенціалом Вінницького регіону є земельний фонд. Область має найбільшу частку українських чорноземів, що являє собою унікальну концентрацію високоякісних земельних ресурсів [33].

У структурі виробництва основних сільськогосподарських культур господарствами усіх категорій (с/г підприємства, у тому числі фермерські господарства, а також господарства населення) у 2017 р. найбільші частки припадали на цукровий буряк (26%), кукурудзу (23%), зернові та зернобобові (21%, без врахування кукурудзи) (Рис. 4.5).

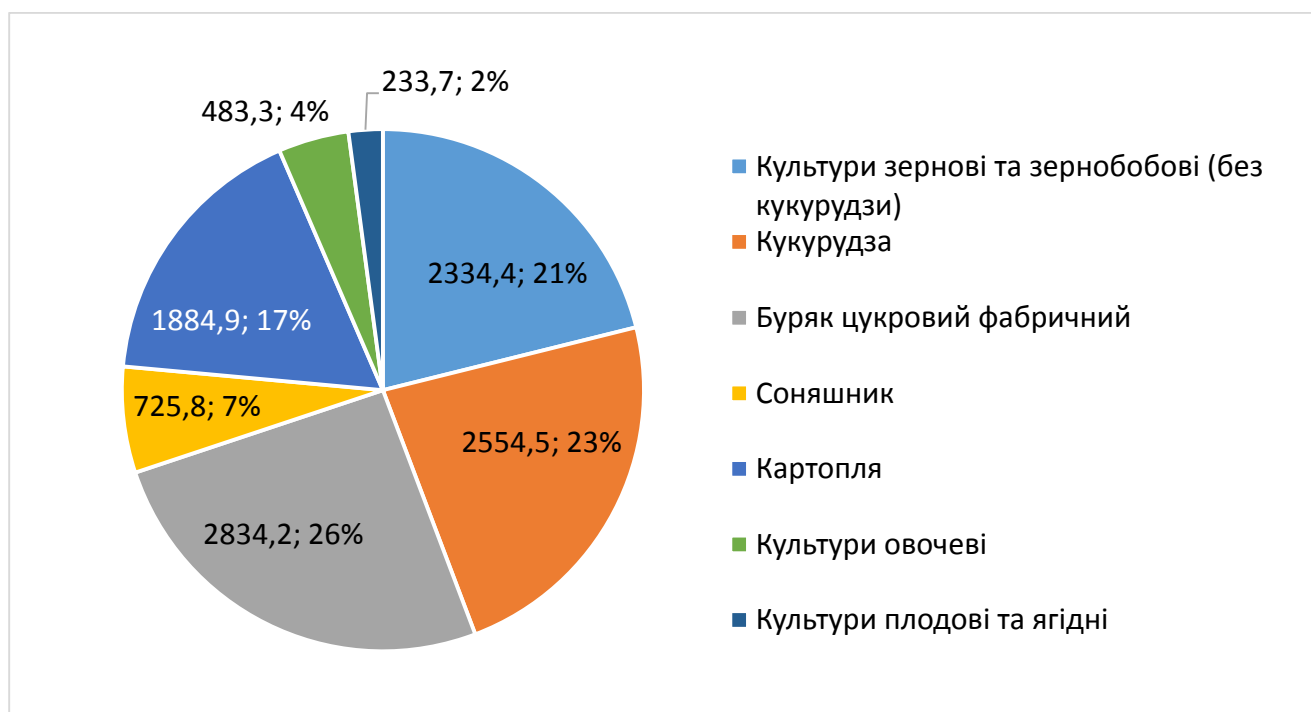


Рис. 4.5. Структура виробництва основних сільськогосподарських культур господарствами усіх категорій у Вінницькій області (2017 р.) [3].

Сільське господарство є потужним джерелом утворення різних відходів та залишків, частина яких може бути використана на енергетичні потреби. В даному дослідженні оцінено такі складові потенціалу біомаси аграрного походження:

- солома зернових культур (без кукурудзи) та ріпаку;
- відходи виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні);
- відходи виробництва соняшника (стебла, кошики).

Оцінка потенціалу по області в цілому

Розрахунок потенціалу біомаси с/г походження для області в цілому виконаний за даними ДССУ щодо виробництва відповідних с/г культур господарствами усіх категорій [3]. Згідно отриманих результатів, загальний теоретичний потенціал складає **7276,5** тис. т/рік,

технічно-досяжний – **3101,7** тис. т/рік. У структурі технічного потенціалу найбільша частка припадає на відходи виробництва кукурудзи на зерно (56%) (Рис. 4.6). Структура теоретичного потенціалу є подібною.

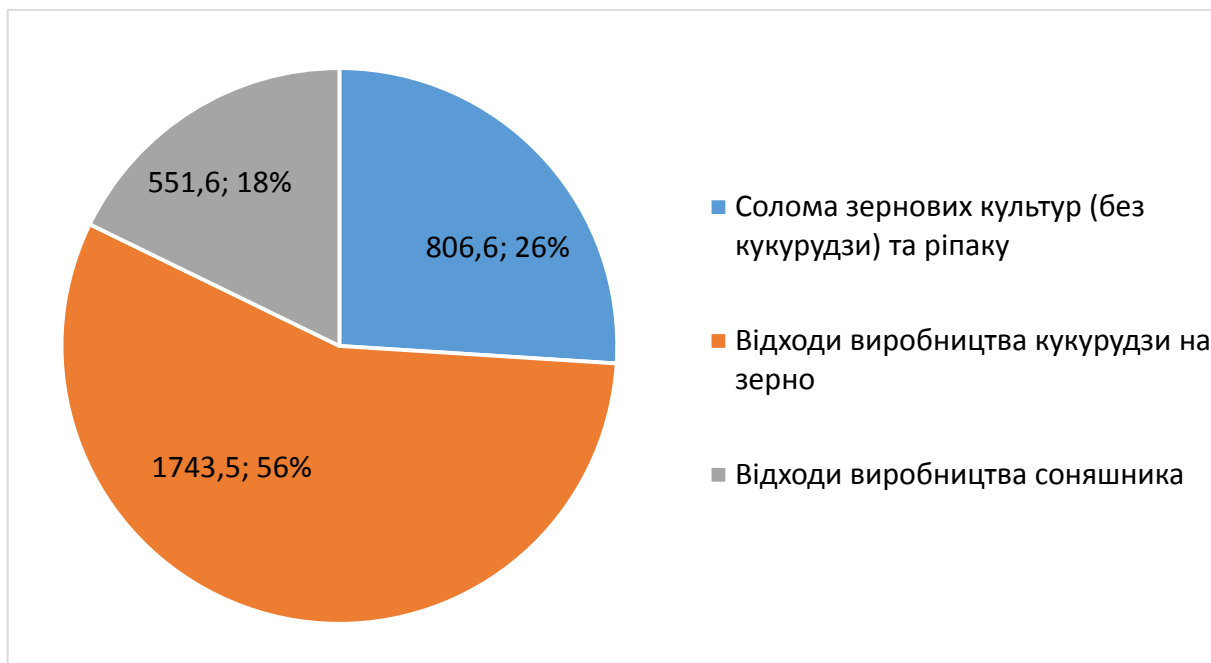


Рис. 4.6. Структура технічно-досяжного потенціалу відходів с/г у Вінницькій області в цілому по категорії «господарства усіх категорій» (тис. т), 2017 р. (загалом – 3101,7 тис. т).

Оцінка потенціалу по районах області

Оцінка потенціалу біомаси аграрного походження в розрізі районів Вінницької області ґрунтується на статистичних даних ГУСВ по виробництву с/г культур категорією «сільськогосподарські підприємства»⁵ (тобто без врахування господарств населення, дані по яким в розрізі районів відсутні, отже оцінка є більш консервативною). Результати цієї оцінки представлено в **Таблиці 4.4**. Загальний обсяг с/г відходів (технічно досяжний потенціал) оцінюється у **2294,8** тис. т/рік (2017 р.), при цьому майже половина (49%) припадає на відходи виробництва кукурудзи на зерно (Рис. 4.7). Теоретичний потенціал становить **6169,0** тис. т/рік, його структура подібна структурі технічного потенціалу.

⁵ Згідно даних ГУСВ, до категорії «сільськогосподарські підприємства» включаються господарські товариства, сільськогосподарські кооперативи, підсобні та інші недержавні сільськогосподарські підприємства, державні сільськогосподарські підприємства, приватні (приватно-орендні) сільськогосподарські підприємства, фермерські господарства. Статистичні дані в розрізі районів у бюлетні ГУСВ «Збір урожаю с/г культур, плодів та ягід у Вінницькій області за 2017 рік» представлено саме у категорії «сільськогосподарські підприємства».

Таблиця 4.4. Потенціал первинних відходів с/г Вінницької області в розрізі районів по категорії «с/г підприємства» (2017 р.).

Райони Вінницької області	Солома зернових (без кукурудзи) та ріпаку, тис. т		Відходи виробництва кукурудзи на зерно, тис. т		Відходи виробництва соняшника, тис. т	
	<i>Теоретичний</i>	<i>Технічний</i>	<i>Теоретичний</i>	<i>Технічний</i>	<i>Теоретичний</i>	<i>Технічний</i>
ВІННИЦЬКА ОБЛАСТЬ	2060,3	651,4	2800,6	1120,2	1308,1	523,2
ЖМЕРИНКА	2,853	0,856	0,325	0,130	0,869	0,348
ЛАДИЖИН	1,109	0,333	0,800	0,320	0,769	0,308
ХМІЛЬНИК	0,119	0,036	0,227	0,091	0,038	0,015
БАРСЬКИЙ РАЙОН/М.БАР	77,2	24,4	90,3	36,1	58,0	23,2
БЕРШАДСЬКИЙ РАЙОН/М.БЕРШАДЬ	119,9	38,9	126,5	50,6	68,1	27,2
ВІННИЦЬКИЙ РАЙОН/М.ВІННИЦЯ	50,7	16,1	92,9	37,2	44,1	17,6
ГАЙСІНСЬКИЙ РАЙОН/М.ГАЙСІН	77,3	24,1	124,9	50,0	32,5	13,0
ЖМЕРІНСЬКИЙ РАЙОН/М.ЖМЕРИНКА	65,1	20,3	103,6	41,4	69,3	27,7
ІЛІНЕЦЬКИЙ РАЙОН/М.ІЛІНЦІ	88,5	27,8	81,2	32,5	38,5	15,4
КОЗЯТИНСЬКИЙ РАЙОН/М.КОЗЯТИН	93,1	28,6	181,3	72,5	34,9	14,0
КАЛІНІВСЬКИЙ РАЙОН/М.КАЛІНІВКА	89,3	27,7	160,8	64,3	47,6	19,0
КРИЖОПІЛЬСЬКИЙ РАЙОН/СМТ КРИЖОПІЛЬ	69,8	21,1	89,8	35,9	24,9	10,0
ЛИПОВЕЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ЛИПОВЕЦЬ	63,6	19,9	116,5	46,6	67,4	26,9
ЛІТИНСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ЛІТИН	73,7	24,4	89,2	35,7	50,5	20,2
МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКИЙ РАЙОН/М.МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКИЙ	67,5	21,0	74,5	29,8	28,4	11,4
МУРОВАНОКУРИЛОВЕЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ МУРОВАНІ КУРИЛІВЦІ	56,6	18,9	58,6	23,4	64,8	25,9
НЕМИРІВСЬКИЙ РАЙОН/М.НЕМИРІВ	79,7	25,0	151,1	60,4	59,7	23,9
ОРАТІВСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ОРАТІВ	79,1	26,2	112,3	44,9	51,6	20,6
ПІЩАНСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ПІЩАНКА	38,2	12,2	48,8	19,5	35,2	14,1
ПОГРЕБИЩЕНСЬКИЙ РАЙОН/М.ПОГРЕБИЩЕ	78,5	24,6	148,6	59,4	56,1	22,4
ТЕПЛИЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТЕПЛИК	54,5	16,9	107,7	43,1	55,2	22,1
ТОМАШПІЛЬСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТОМАШПІЛЬ	68,8	21,0	74,8	29,9	31,3	12,5
ТРОСТЯНЕЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТРОСТЯНЕЦЬ	95,3	30,0	54,2	21,7	54,8	21,9
ТУЛЬЧІНСЬКИЙ РАЙОН/М.ТУЛЬЧІН	78,1	25,2	116,9	46,7	52,9	21,2
ТИВРІВСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТИВРІВ	92,2	29,9	98,8	39,5	61,7	24,7
ХМІЛЬНИЦЬКИЙ РАЙОН/М.ХМІЛЬНИК	94,5	29,4	239,7	95,9	60,2	24,1
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ЧЕРНІВЦІ	48,9	15,3	57,2	22,9	36,5	14,6
ЧЕЧЕЛЬНИЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ЧЕЧЕЛЬНИК	68,1	22,5	41,0	16,4	38,0	15,2
ШАРГОРОДСЬКИЙ РАЙОН/М.ШАРГОРОД	114,7	35,8	79,3	31,7	56,2	22,5
ЯМПІЛЬСЬКИЙ РАЙОН/М.ЯМПІЛЬ	73,4	22,9	78,8	31,5	28,1	11,3

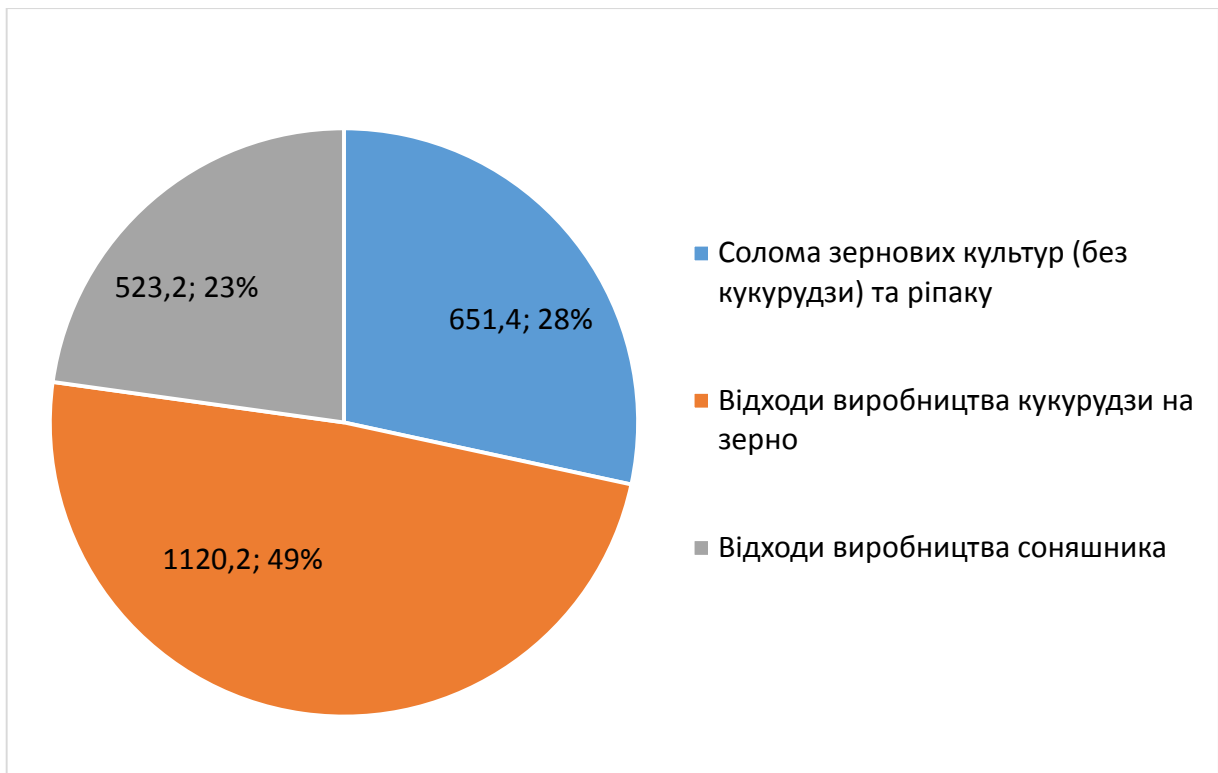


Рис. 4.7. Структура технічно досяжного потенціалу відходів сільського господарства у Вінницькій області як сума потенціалів районів по категорії “сільськогосподарські підприємства” (тис. т), 2017 р. (загалом – 2294,8 тис. т).

Технічно досяжний потенціал первинних відходів сільського господарства у 2017 р. в розрізі районів Вінницької області представлений на **Рис. 4.8.** Найбільший потенціал із загальних **2294,83** тис. т мають Хмільницький (149,47 тис. т), Бершадський (116,79 тис. т), Козятинський (115,04 тис. т), Калинівський (111,06 тис. т), Немирівський (109,30 тис. т) та Погребищенський (106,45 тис. т) райони області.



Рис. 4.8. Технічно досяжний потенціал первинних відходів сільського господарства в розрізі районів Вінницької області (тис. т), 2017 р. (загалом – 2294,83 тис. т).

4.2.2. Вторинні відходи сільського господарства

Первинні відходи сільського господарства утворюються безпосередньо при збиранні врожаю сільськогосподарських культур, вторинні – генеруються при обробці врожаю на підприємствах харчової промисловості. До вторинних відходів сільського господарства відносяться лушпиння соняшника, жом цукрового буряку та інші аналогічні види біомаси. В даному дослідженні розглядається лушпиння і жом.

Лушпиння соняшника утворюється на олійно-екстракційних заводах та інших підприємствах масложирової галузі, що виробляють соняшкову олію. Жом генерується на цукрових заводах в процесі виробництва цукру з цукрових буряків. До ресурсного потенціалу певної області/району відносяться відходи, утворені на відповідних підприємствах саме цієї області/району (технічно досяжний потенціал). Теоретичний потенціал вторинних відходів сільського господарства являє собою обсяг відходів, що можуть утворитися при переробці всього врожаю певних культур області. В розрізі районів області, теоретичний потенціал також віднесено до тих районів, де знаходяться відповідні переробні підприємства.

У Вінницькій області (м. Вінниця) розташоване ПАТ «Вінницький олійно-жировий комбінат» (ТМ Віолія), що є одним з найбільших і найпотужніших підприємств з переробки олійних культур і виробництва рослинних олій та жирів в Україні. До складу ПАТ «Вінницький ОЖК» входять: олійно-екстракційний завод №1 з переробки насіння олійних культур добовою потужністю переробки 1000 т насіння соняшнику або 600 т насіння ріпаку, або 550 т соєвих бобів; олійно-екстракційний завод № 2 з переробки насіння олійних культур добовою потужністю переробки до 1850 т насіння соняшнику або 1350 т насіння ріпаку, або 1100 т соєвих бобів [34]. Найбільша частина соняшникової олії області виробляється на потужностях даного підприємства, а відповідно, і лушпиння соняшника утворюється саме тут.

За даними 2017 року, загальне виробництво соняшника у Вінницькій області склало 725,8 тис. т, у тому числі сільськогосподарськими підприємствами – 688,5 тис. т [35]. Це відповідає потенційному обсягу утворення лушпиння близько 123,4 тис. т, у т.ч. з урожаю сільгосппідприємств – 117,0 тис. т (вихід лушпиння соняшника становить в середньому 17% обсягу насіння). Таким чином, теоретичний потенціал лушпиння соняшника складає **123,4** тис. т/рік. Технічний потенціал дорівнює обсягу утворення лушпиння на підприємствах олійно-жирової промисловості Вінницької області. За даними ГУСВ, обсяг утворення лушпиння від економічної діяльності – **107,9** тис. т (у м. Вінниця) у 2017 році (технічно-досяжний потенціал).

Цукрова галузь Вінниччини є на сьогодні найпотужнішою в Україні. У 2017 році в області працювало 7 цукрових заводів (із 36 працюючих в Україні). Ці заводи переробляли сировину не тільки з Вінницької області, але й приймали на переробку цукрові буряки з Житомирської та Хмельницької областей [36].

Виробництво цукрових буряків фабричних в області у 2017 р. склало 2834,2 тис. т, у тому числі сільськогосподарськими підприємствами – 2634,5 тис. т [35]. Це відповідає потенційному обсягу утворення жому близько 1275,4 тис. т, у т.ч. з урожаю сільгосппідприємств – 1185,5 тис. т (вихід жому становить в середньому 45% обсягу перероблених цукрових буряків). Таким чином, теоретичний потенціал жому складає **1275,4** тис. т/рік. Технічний потенціал дорівнює обсягу утворення жому на цукрових заводах Вінницької області. За даними ГУСВ, обсяг утворення жому від економічної діяльності в

області у 2017 році – **448,4** тис. т (у Гайсинському і Крижопільському районах) (технічно досяжний потенціал).

Треба зазначити, що окрім Крижопільського цукрового заводу (ПрАТ «ПК «Поділля») і Гайсинського цукрового заводу (ТОВ «ПК «Зоря Поділля»), підприємства з виробництва цукру є також у Хмельницькому, Козятинському, Іллінецькому та Жмеринському районах області [37], але статистичні дані щодо утворення жому у 2017 р. ГУСВ наводить тільки для Гайсинського і Крижопільського районів. Згідно даних Департаменту агропромислового розвитку, екології та природних ресурсів Вінницької ОДА [77], станом на жовтень 2018 року в області у виробничому сезоні працювали 6 цукрових заводів, але інформація щодо обсягу утворення бурякового жому на них відсутня (**Таблиця 4.5**).

Таблиця 4.5. Цукрові заводи Вінницької області [77].

№ п/п	Назва підприємства	Адреса підприємства	Обсяг бурякового жому
1	ТОВ „ПК ”Зоря Поділля” ВП „Гайсинський цукровий завод”	23705, вул. Плеханова, 150, м. Гайсин, Вінницька обл.	Інформація відсутня
2	ТОВ ”Хмельницьке” ВП „Жданівський цукровий завод”	22050, вул. Заводська, 2, с. Жданівка, Хмельницький р-н, Вінницька обл.	Інформація відсутня
3	ТОВ „Іллінецький цукровий завод”	22700, вул. К. Маркса, 1, м. Іллінці, Вінницька обл.	Інформація відсутня
4	ПрАТ „ПК «Поділля” ВП „Крижопільський цукровий завод”	24615, вул. Леніна, 103, с. Городківка, Крижопільський р-н, Вінницька обл.	Інформація відсутня
5	ТОВ „Агрокомплекс „Зелена долина” ВП „Томашпільський цукровий завод”	24200, вул. Інтернаціональна, 8, смт. Томашпіль, Вінницька обл.	Інформація відсутня
6	ТОВ „Юзефо-Миколаївська АПК” ВП „Михайлинський цукровий завод”	22162, вул. Заводська, 4, с. Михайлин, Козятинський р-н, Вінницька обл.	Інформація відсутня

Таким чином, сумарний потенціал вторинних відходів сільського господарства у Вінницькій області у 2017 р. складає: теоретичний – **1398,8** тис. т, технічно досяжний – **556,3** тис. т. Теоретичний/технічний потенціал в розрізі районів області у 2017 р. (**Рис. 4.9**):

Вінницький район – 123,4/107,9 тис. т

Гайсинський район – 413,2/145,3 тис. т

Крижопільський район – 862,2/303,2 тис. т.

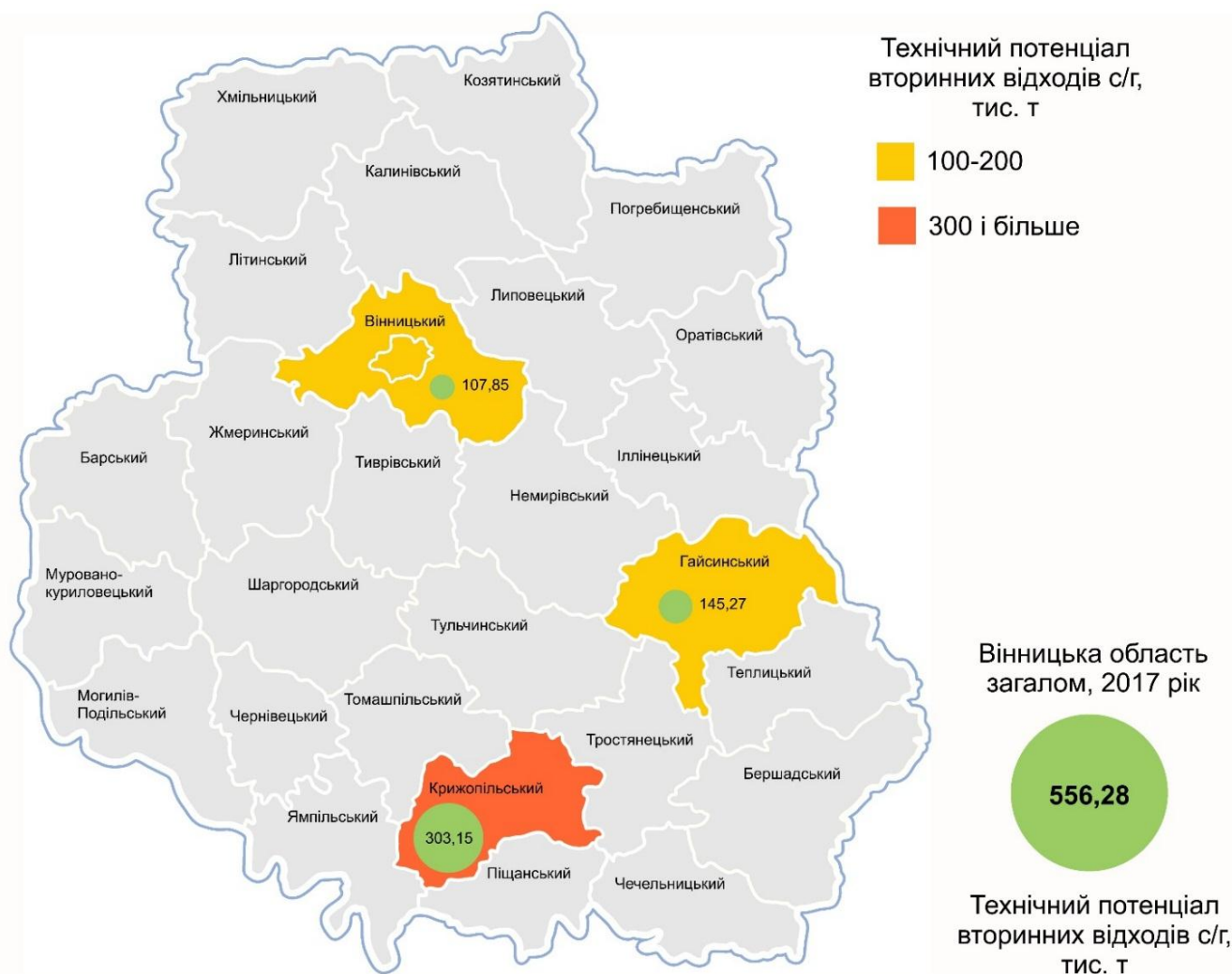


Рис. 4.9. Технічно досяжний потенціал вторинних відходів сільського господарства в розрізі районів Вінницької області (тис. т), 2017 р. (загалом – 556,3 тис. т).

4.3. Енергетичні культури

Енергетичні культури – це рослини, які спеціально вирощуються для використання безпосередньо в якості палива або для виробництва біопалива. На сьогоднішній день в світі не існує єдиної загальноприйнятої класифікації, що застосовується для таких культур. Енергетичні культури розрізняють за наступними категоріями (в дужках вказані відповідні приклади) [38]:

- *цикл вирощування* – однолітні (ріпак, соняшник) та багаторічні (верба, тополя);
- *тип* – деревоподібні (верба, тополя, павловнія), трав'янисті (міскантус, просо прутноподібне (свічграс));
- *характеристики* й, відповідно, отримуваний кінцевий продукт – олійні (ріпак/соняшник на біодизель), крохмале- та цукрововмісні (цукровий буряк/кукурудза на біоетанол), лігноцелюлозні (верба/тополя для безпосереднього виробництва теплової та електричної енергії, виробництва твердих біопалив або отримання рідких біопалив 2-го покоління);

- «походження» – класичні культури, тобто з самого початку призначені суто для енергетичних цілей (міскантус, двукісточник тростиноподібний) та звичайні сільськогосподарські культури, що вирощуються як для отримання харчових продуктів, так і з метою виробництва біопалив (ріпак на біодизель, цукровий буряк на біоетанол, кукурудза на біогаз).

На вибір виду енергетичних культур для вирощування впливають природно-кліматичні умови певної території. Вінницька область розташована у природно-кліматичній зоні – Лісостеп (Рис. 4.10). Клімат у лісостеповій зоні України помірно континентальний, і його континентальність збільшується у східному напрямку. Середні температури січня змінюються від -5°C на заході до -7°C на сході, липня – відповідно від $+18^{\circ}\text{C}$ до $+20^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів зменшується з півночі на південь від 600 до 500 мм за рік. Майже стільки ж води і випаровується, тому зволоження природної зони достатнє. В окремі роки в Лісостепу бувають посухи [39].

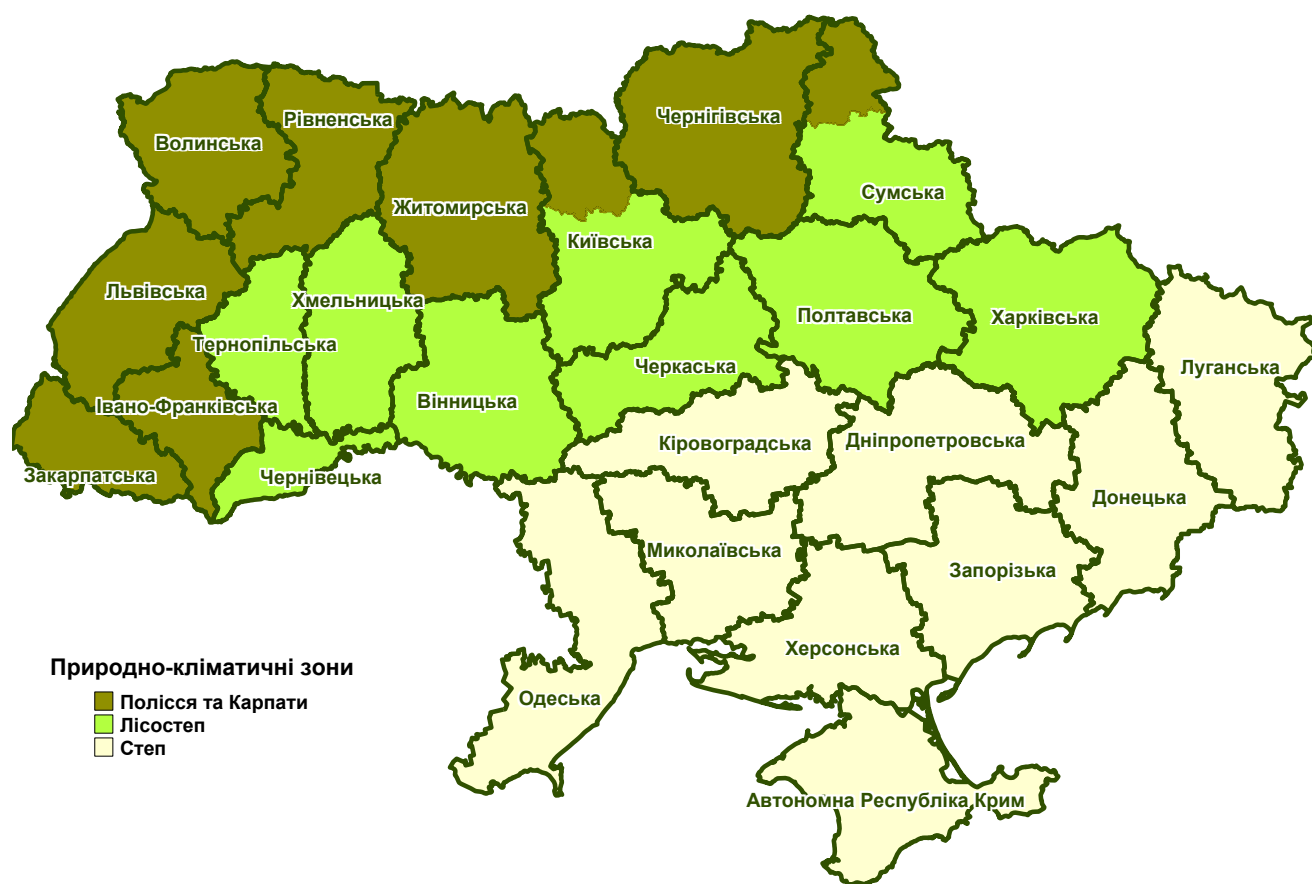


Рис. 4.10. Природно-кліматичні зони України

Клімат Вінницької області помірно континентальний, помірного та достатнього теплозабезпечення, достатнього зволоження, лише в Придністров'ї недостатнього зволоження. Середньорічні суми опадів на території Вінницької області складають 440-590 мм, найбільша кількість опадів буває на північному заході території. Взагалі клімат Вінниччини сприятливий для сільськогосподарського виробництва: тривале тепле та досить

вологе літо, рання весна, суха осінь, зима с помірними морозами та значним сніговим покривом – все це позитивно впливає на ріст зернових, технічних та садових культур [33].

Беручи до уваги природно-кліматичні умови Вінниччини, вимоги до умов вирощування певних енергетичних культур (**Таблиця 4.6**) і питання біорізноманіття, для Вінницької області можна рекомендувати наступні енергокультури на виробництво твердого біопалива: *міскантус, тополя* (на північному заході), *просо прутноподібне, верба* (на північному заході). Доречи, у с. Северинівка Жмеринського району навесні 2017 р. було висаджено плантацію енергетичної верби та сильфію [40], [41]. Крім того, у Барському районі розташована Ялтушківська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. На цій ДСС Інститут займається дослідженням вирощування ряду енергокультур, у тому числі свічграсу, міскантусу, верби [42], [43].

Таблиця 4.6. Характеристики вирощування енергетичних культур [44].

Енергетична культура	Вимоги до ґрунту, рН	Кількість опадів, мм/рік	Температура, комфортна для росту, °С	Життєвий цикл, років	Періодичність збору врожаю	Врожайність, т/га/рік
Верба	5-7	650 -700	15-26	20-25	1 раз на 3 роки	12,4-22,7 (свіж.)
Міскантус	5,5 – 7,5	500-700	25-32 морозостійкий	до 20	щорічно	15-20 після 2-го року (W10-15%)
Просо прутноподібне	5,5-7	380-760	посухостійкий	10-15	щорічно	7-14 (W10-15%)
Сорго багаторічне	5-8,5	460-760	посухостійкий	8-10	щорічно	10-17 (сух.)
Сильфій пронизано-листяний	5,5-7,5	Стійкий до паводків	5-40 морозостійкий	15-20	щорічно	15-20 (сух.)
Тополя	6-7	≥600	15-25	20-25	1 раз на 2-3 роки	10-20 (сух.)
Павловнія [45]	5,1-8,9	750	-25/27-45*	70-100	1 раз на 3 роки	50-60 (свіж.)

* Вид *Paulownia Clone in Vitro 112®* придатний для розвитку в екстремальних умовах.

Особливості вирощування верби, тополі і міскантусу можна знайти в Аналітичній записці БАУ № 10 «Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні» [38]. Опис нової перспективної для України енергетичної культури *павловнії* представлений в **Додатку 2**.

Оцінка потенціалу по області в цілому

Енергетичні культури можуть вирощуватися на малопродуктивних, деградованих, забруднених землях, а також у разі наявності – на незадіяних землях сільськогосподарського призначення. За даними ДССУ за 2013-2017 рр. *для господарств усіх категорій*, у Вінницькій

області стабільно є більше 80 тис. га вільної ріллі (**Таблиця 4.7**). За оцінками експертів, принаймні частину цієї площі можна використати під енергокультури.

Таблиця 4.7. Динаміка площ незадіяних сільськогосподарських земель у Вінницькій області для господарств усіх категорій.

Категорія земель*	2013	2014	2015	2016	2017
Рілля, тис. га (I)	1725,1	1725,1	1725,5	1725,5	1725,5
Посівна площа, тис. га (II)	1622,0	1617,6	1639,1	1640,7	1638,0
Чисті пари, тис. га (III)	14,5	16,2	3,1	2,9	2,6
Незадіяна рілля, тис. га** (I – II – III)	88,6	91,3	83,3	81,9	84,9

* Дані ДССУ. ** Розраховано авторами звіту.

Оцінка потенціалу енергетичних культур виконується згідно одного з можливих сценаріїв, які можуть відрізнитися між собою за набором культур і площі під кожній з них. В даному дослідженні для області в цілому вибрано наступний сценарій:

- під енергетичні культури виділяється **40** тис. га, що становить близько половини вільної площі ріллі господарств усіх категорій;

- набір культур включає (в дужках вказано площу під культурою): міскантус (15 тис. га), тополю (5 тис. га), просо прутіподібне (15 тис. га), вербу (5 тис. га).

Методика оцінки, що використовується, дозволяє розрахувати потенціал енергетичних культур за будь-яким іншим сценарієм. Для порівняння, для області в цілому було розраховано потенціал енергетичних культур також за двома іншими сценаріями (**Таблиця 4.8**).

Таблиця 4.8. Порівняння сценаріїв вирощування енергетичних культур на незадіяній площі ріллі у Вінницькій області в цілому і результатів їх оцінки (2017 р.).

Показники	Сценарій I (дане дослідження)	Сценарій II	Сценарій III
Міскантус: площа, тис. га	15	10	10
теоретичний/потенціал, тис. т	225	150	150
Тополя: площа, тис. га	5	10	5
потенціал, тис. т	50	100	50
Просо прутіподібне, тис. га	15	10	10
теоретичний/потенціал, тис. т	150	100	100
Верба: площа, тис. га	5	10	5
теоретичний/потенціал, тис. т	60	120	60
Кукурудза на біогаз (силос):			
площа, тис. га	–	–	10
теоретичний/потенціал, млн. м ³	–	–	30
Всього, площа, тис. га	40	40	40
Всього, потенціал, тис. т	485	470	360 + 30 млн. м ³ БГ
Всього, потенціал, тис. т у.п.	286	282	248

Отримані результати показують, що при зміні тільки розподілення площі під енергокультурами (сценарій I, сценарій II) загальний потенціал міняється несуттєво – 286 тис. т у.п. (485 тис. т) і 282 тис. т у.п. (470 тис. т), відповідно. При уведенні до переліку енергокультур на тверде біопаливо також кукурудзи на біогаз з певним перерозподіленням площ, загальний величина загального потенціалу є трохи нижчою – 248 тис. т у.п.

Загальний технічно-досяжний потенціал енергетичних культур у Вінницькій області за обраним сценарієм складає 485 тис. т/рік. У структурі потенціалу найбільші частки припадають на міскантус (47%) і просо прутюподібне (31%) (**Рис. 4.11**).

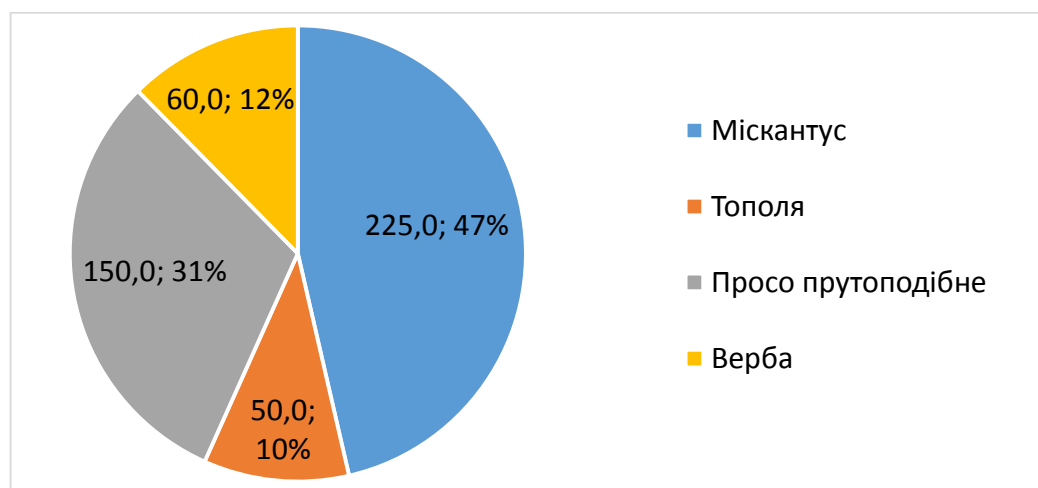


Рис. 4.11. Структура технічно досяжного потенціалу енергетичних культур у Вінницькій області (тис. т) при їх вирощуванні на незадіяній площі ріллі за даними площ земель господарств всіх категорій, 2017 р. (всього – 485 тис. т).

Треба зазначити, що оцінка потенціалу енергетичних культур для області в цілому носить більше інформаційний характер і демонструє загальні перспективні можливості області в даному напрямку (оскільки включає дані господарств усіх категорій), а також показує можливість різних сценаріїв вирощування енергокультур. При даному підході теоретичний та технічно-досяжний потенціали співпадають, оскільки немає достатньо обґрунтованих факторів для їх розрізнення⁶.

Оцінка потенціалу по районах області

При переході до оцінки потенціалу на рівень районів області, розрахунки уточнюються і конкретизуються, виходячи з наявних статистичних та інших даних. Оцінка потенціалу енергетичних культур по районах Вінницької області виконана, ґрунтуючись на площі вільної ріллі тільки *сільськогосподарських підприємств*⁵, оскільки ГУСВ не володіє необхідними даними щодо площі ріллі, посівної площі і площі чистих парів господарств населення у розрізі районів. Таким чином, оцінка по районах є більш консервативною, ніж по області в цілому. Розподілення потенціалу енергетичних культур по районах області представлено в **Таблиці 4.9**. Для кожного району обрано певний вид енергетичної культури для отримання твердого біопалива (що є одним з можливих сценаріїв), площа під якою відповідає близько 2/3 площі незадіяної ріллі сільськогосподарських підприємств. Загалом по районах потенціальна площа під енергокультурами становить **9449,0 га**.

⁶ Підхід ґрунтується на експертних даних Біоенергетичної асоціації України.

Таблиця 4.9. Технічний потенціал енергетичних культур у Вінницькій області при їх вирощуванні на незадіяній площі ріллі (2017 р.)*

Райони Вінницької області	Незадіяна площа ріллі, га	Площа під енергокультурами, га	Міскантус, т	Тополя, т	Просо пруттоподібне, т	Верба, т
ВІННИЦЬКА ОБЛАСТЬ	14410,2	9449,0**	41025,0	11500,0	27240,0	34080,0
БАРСЬКИЙ РАЙОН/М.БАР	666,4	440,0		4400		
БЕРШАДСЬКИЙ РАЙОН/М. БЕРШАДЬ	0	0				
ВІННИЦЬКИЙ РАЙОН/М. ВІННИЦЯ	2319,5	1500,0				18000
ГАЙСИНСЬКИЙ РАЙОН/М. ГАЙСИН	241,2	160,0	2400			
ЖМЕРИНСЬКИЙ РАЙОН/М. ЖМЕРИНКА	2002,6	1300,0				15600
ІЛЛІНЕЦЬКИЙ РАЙОН/М. ІЛЛІНЦІ	382,0	250,0	3750			
КОЗЯТИНСЬКИЙ РАЙОН/М. КОЗЯТИН	63,6	40,0				480
КАЛІНІВСЬКИЙ РАЙОН/М. КАЛІНІВКА	826,0	550,0		5500		
КРИЖОПЛЬСЬКИЙ РАЙОН/СМТ КРИЖОПЛЬ	188,3	120,0	1800			
ЛИПОВЕЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ЛИПОВЕЦЬ	504,9	330,0			3300	
ЛІТИНСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ЛІТИН	241,5	160,0		1600		
МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКИЙ РАЙОН/М. МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКИЙ	1215,3	800,0	12000			
МУРОВАНОКУРИЛОВЕЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ МУРОВАНІ КУРИЛІВЦІ	2378,7	1580,0			15800	
НЕМИРІВСЬКИЙ РАЙОН/М.НЕМИРІВ	449,3	300,0			3000	
ОРАТІВСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ОРАТІВ	23,3	15,0			150	
ПІЩАНСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ПІЩАНКА	251,1	160,0	2400			
ПОГРЕБИЩЕНСЬКИЙ РАЙОН/М. ПОГРЕБИЩЕ	29,0	15,0	225			
ТЕПЛИЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТЕПЛИК	0	0				
ТОМАШПЛЬСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТОМАШПЛЬ	93,0	60,0			600	
ТРОСТЯНЕЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТРОСТЯНЕЦЬ	70,9	45,0			450	
ТУЛЬЧИНСЬКИЙ РАЙОН/М. ТУЛЬЧИН	1346,8	890,0	13350			
ТИВРІВСЬКИЙ РАЙОН/СМТ ТИВРІВ	524,2	340,0	5100			
ХМІЛЬНИЦЬКИЙ РАЙОН/М. ХМІЛЬНИК	0	0				
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ЧЕРНІВЦІ	0	0				
ЧЕЧЕЛЬНИЦЬКИЙ РАЙОН/СМТ ЧЕЧЕЛЬНИК	40,8	25,0			250	
ШАРГОРОДСЬКИЙ РАЙОН/М. ШАРГОРОД	380,3	250,0			2500	
ЯМПІЛЬСЬКИЙ РАЙОН/М. ЯМПІЛЬ	171,6	119,0			1190	

* Теоретичний і технічно досяжний потенціали співпадають.

** Міскантус – 2735 га, тополя – 1150 га, просо пруттоподібне – 2724 га, верба – 2840 га.

В даному випадку теоретичний та технічно-досяжний потенціали також співпадають, оскільки немає достатньо обґрунтованих факторів для їх розрізнення^б. Структура технічно досяжного потенціалу енергетичних культур у Вінницькій області як сума оцінок потенціалу по окремих районах показана на **Рис. 4.12**. Загальний потенціал складає **113,85** тис. т/рік.

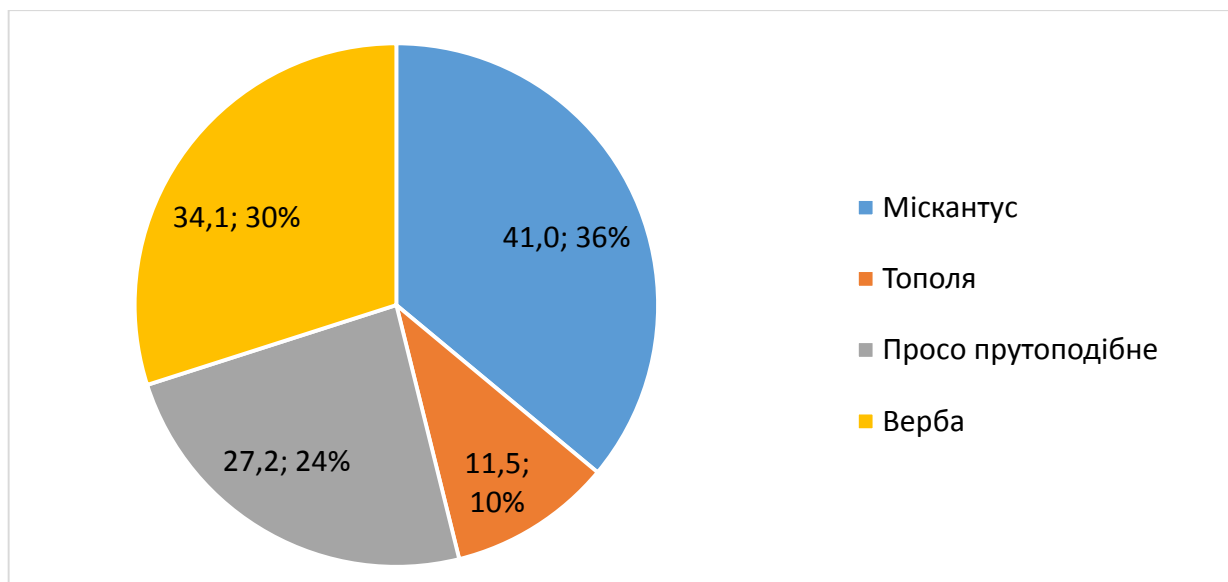


Рис. 4.12. Структура технічно досяжного потенціалу енергетичних культур у Вінницькій обл. (тис. т) при їх вирощуванні на незадіяній площі ріллі як сума потенціалів районів за даними площ земель сільськогосподарських підприємств, 2017 р. (всього – 113,85 тис. т).

Технічно досяжний потенціал енергетичних культур у 2017 р. в розрізі районів Вінницької області представлений на **Рис. 4.13**. Найбільший потенціал із загальних **113,85** тис. т мають Вінницький (18,0 тис. т), Мурованокуриловецький (15,8 тис. т), Жмеринський (15,6 тис. т), Тульчинський (13,35 тис. т) та Могилів-Подільський (12,0 тис. т) райони області.

Для чотирьох районів області (Бершадський, Теплицький, Хмільницький, Чернівецький) потенціал енергокультур оцінено як нульовий, оскільки в них за даними 2017 р. немає вільної площі ріллі. Треба підкреслити, що потенціал є нульовим *тільки згідно обраного сценарію оцінки*, тобто коли під енергокультури передбачається використання незадіяної площі ріллі. Якщо ж прийняти, що для вирощування енергокультур можна використовувати й інші категорії земель (наприклад, перелogi, землі запасу), то потенціал не буде нульовим. Наприклад, в Теплицькому районі є 50,8 га перелогів (станом на 01.01.2016) [46]. У Чернівецькому районі є вільні ділянки земель сільськогосподарського призначення та земель запасу загальною площею 155,2 га. Аналогічні ділянки є також у Бершадському, Теплицькому та Хмільницькому районах [47]. Ця інформація врахована при створенні GIS-карт енергетичного потенціалу біомаси Вінницької області (розділ 5).

Для прийняття рішення про можливість вирощування певної енергетичної культури (культур) в конкретному районі області необхідно уточнити дані щодо наявності, розмірів, розташування та цільового призначення вільних земельних ділянок.

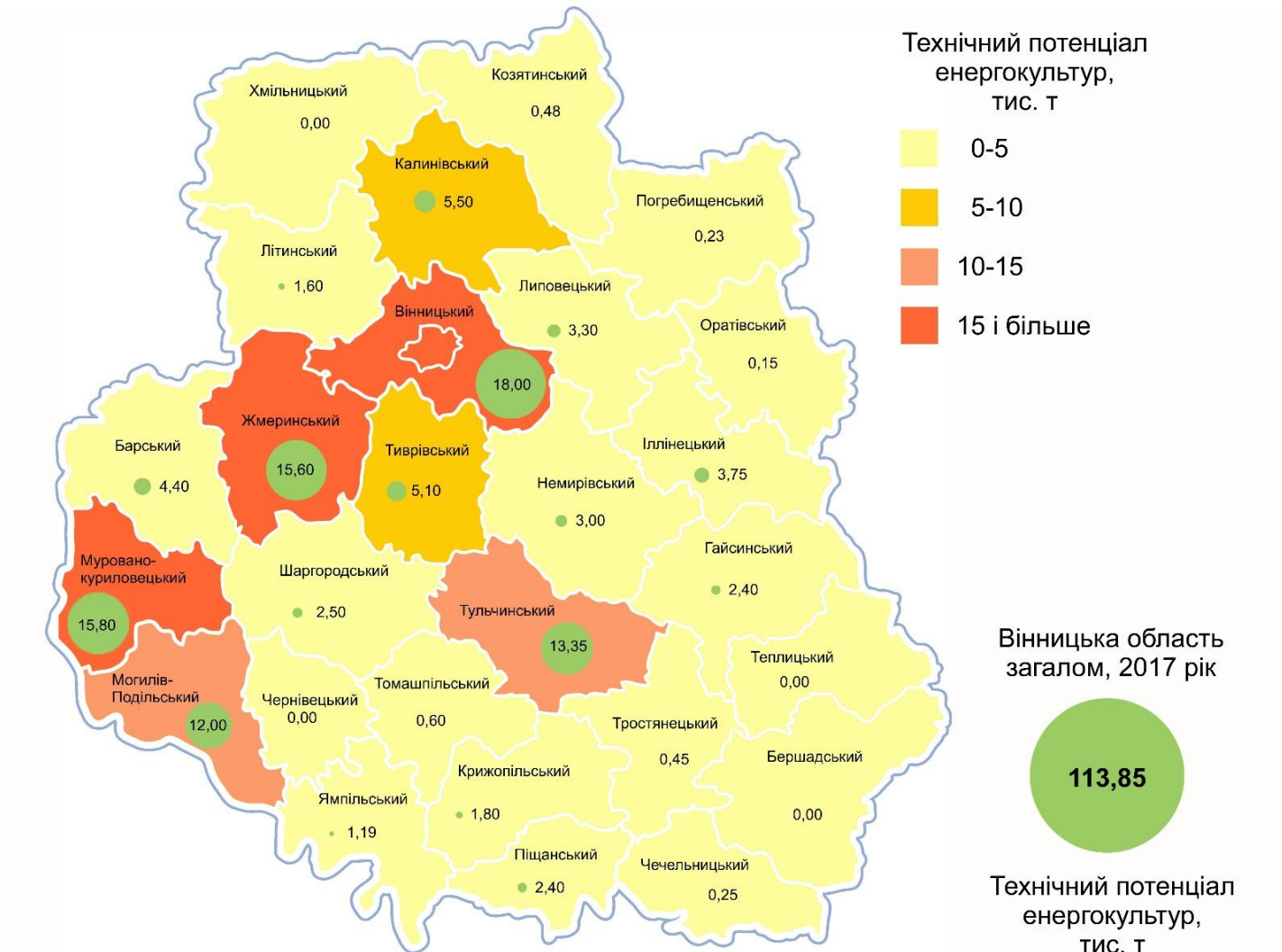


Рис. 4.13. Технічно досяжний потенціал енергетичних культур в розрізі районів Вінницької області (тис. т), 2017 р. (загалом – 113,85 тис. т).

4.4. Зведений енергетичний потенціал біомаси

Зведений енергетичний потенціал біомаси у Вінницькій області у 2017 р. (як сума потенціалів по районах) представлений в **Таблиці 4.10**, а структура технічно досяжного потенціалу – на **Рис. 4.14** (у натуральних тонах) та **Рис. 4.15** (у тонах умовного палива). Згідно отриманих результатів, сумарний потенціал становить: теоретичний – **8068,6** тис. т (**2384,8** тис. т у.п.), технічно досяжний – **3311,1** тис. т (**1003,7** тис. т у.п.).

Таблиця 4.10. Зведений енергетичний потенціал біомаси у Вінницькій області як сума потенціалу районів (2017 р.).

Вид біомаси	Теоретичний потенціал		Технічний потенціал	
	тис. т	тис. т у.п.	тис. т	тис. т у.п.
Деревна біомаса				
Дрова для опалення	197,08	67,26	197,08	67,26
Порубкові рештки	52,82	18,03	38,03	12,98
Відходи деревообробки	4,00	1,77	3,99	1,77
Біомаса від ОВБСН	40,88	13,95	36,79	12,56
Біомаса від розчищення (реконструкції) полезахисних та інших лісосмуг	92,24	32,16	70,28	23,99
<i>Деревна біомаса, всього</i>	<i>387,02</i>	<i>133,17</i>	<i>346,17</i>	<i>118,56</i>
Відходи сільського господарства (первинні)				
Солома зернових культур (без кукурудзи) та ріпаку	2060,33	1005,55	651,37	317,90
Відходи виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	2800,55	764,66	1120,22	305,86
Відходи виробництва соняшника (стебла, кошики)	1308,09	267,87	523,23	107,15
<i>Відходи с/г (первинні), всього</i>	<i>6168,97</i>	<i>2038,08</i>	<i>2294,83</i>	<i>730,91</i>
Відходи сільського господарства (вторинні)				
Лушпиння соняшника	123,40	67,39	107,85	58,90
Жом ⁷	1275,39	78,35	448,42	27,55
<i>Відходи с/г (вторинні), всього</i>	<i>1398,79</i>	<i>145,74</i>	<i>556,28</i>	<i>86,44</i>
Енергетичні культури				
Міскантус	41,03	23,80	41,03	23,80
Тополя	11,50	7,26	11,50	7,26
Просо прутіподібне	27,24	15,80	27,24	15,80
Верба	34,08	20,94	34,08	20,94
<i>Енергетичні культури, всього</i>	<i>113,85</i>	<i>67,81</i>	<i>113,85</i>	<i>67,81</i>
ВСЬОГО	8068,63	2384,79	3311,11	1003,72

⁷ Перерахунок обсягу жому в умовне паливо здійснюється через об'єм біогазу, який може бути вироблений з жому (90 м³ біогазу/т жому).

Найбільша частка технічно досяжного потенціалу (69% у натуральних тонах, 73% у т у.п.) припадає на первинні відходи сільського господарства – 2294,8 тис. т (730,9 тис. т н.е.). Найменша частка (4% у натуральних тонах, 7% у т у.п.) – на енергетичні культури – 113,8 тис. т (67,8 тис. т у.п.). Невелика частка енергокультур у структурі потенціалу біомаси пояснюється консервативним підходом (сценарієм) до їх оцінки у розрізі районів, який був обґрунтований у розділі 4.3. При застосуванні інших підходів (сценаріїв), оцінка потенціалу енергетичних культур може дати значно більший результат. Одним з факторів збільшення потенціалу енергокультур може бути розгляд для їх вирощування не тільки площ незадіяної ріллі, але й вільних земель інших категорій (наприклад, перелогів, земель запасу та ін.).

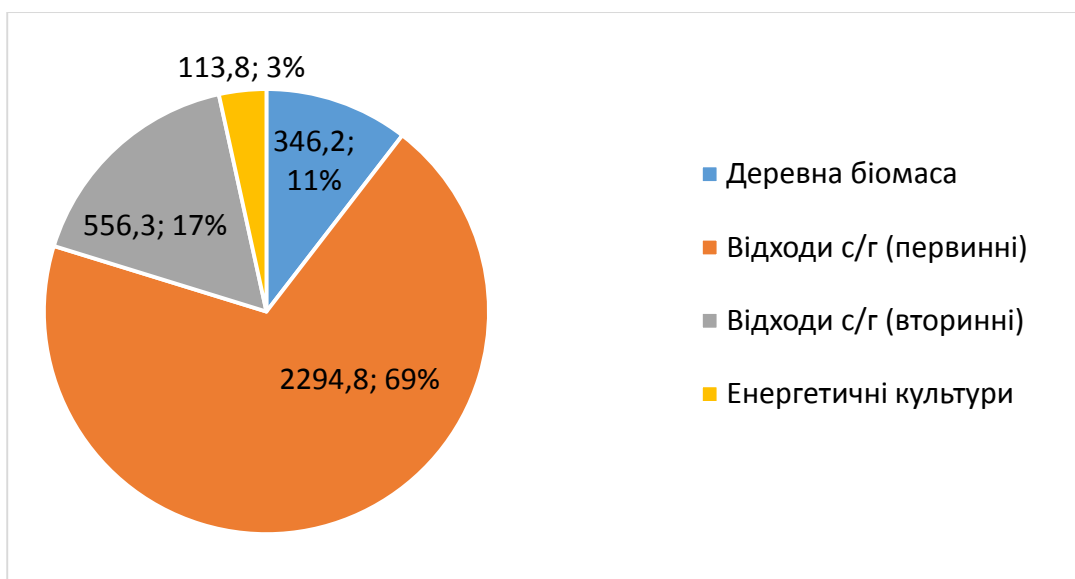


Рис. 4.14. Структура зведеного технічно досяжного потенціалу біомаси у Вінницькій області як сума потенціалів районів (тис. т), 2017 р. (загалом – 3307,7 тис. т).

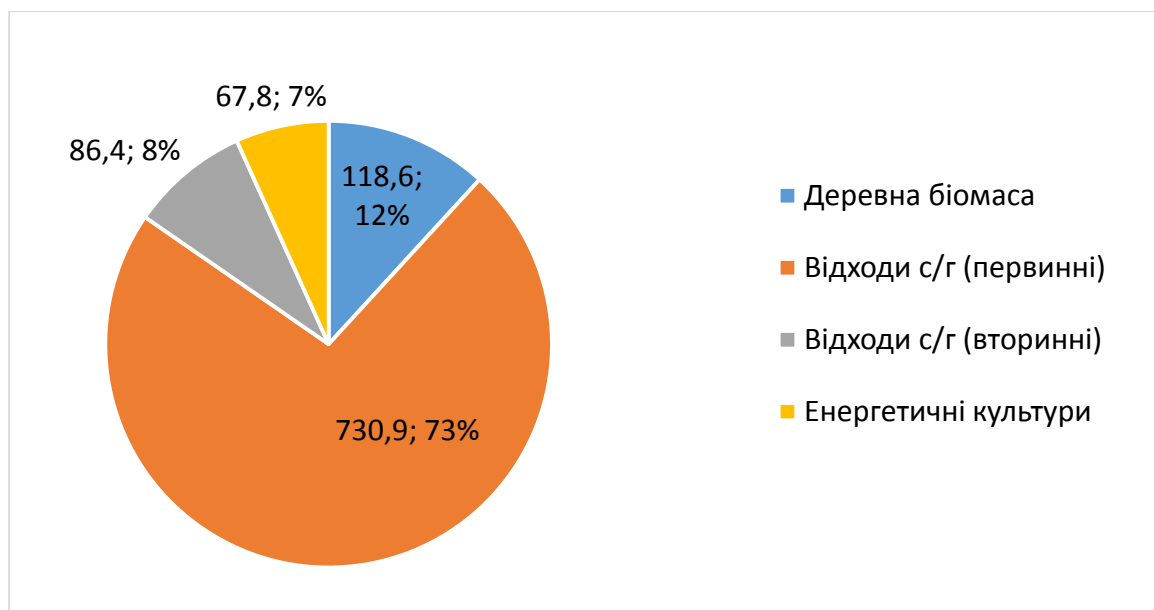


Рис. 4.15. Структура зведеного технічно досяжного потенціалу біомаси у Вінницькій області як сума потенціалів районів (тис. т у.п.), 2017 р. (загалом – 1002,6 тис. т у.п.).

Енергетичний потенціал біомаси розташований достатньо нерівномірно по районах Вінницької області (**Таблиці 4.11, 4.12, Рис. 4.16-4.19**). Найбільшим за даними 2017 року він є у Крижопільському (технічний потенціал 400,05 тис. т або 51,43 тис. т у.п.), Гайсинському (т.п. 260,50 тис. т або 47,19 тис. т у.п.), Вінницькому (т.п. 234,79 тис. т або 104,60 тис. т у.п.) та Хмільницькому (т.п. 169,06 тис. т або 52,20 тис. т у.п.) районах. З них три – це райони, де є вторинні відходи сільського господарства, а Хмільницький район характеризується великим обсягом первинних відходів сільського господарства, зокрема, відходів виробництва кукурудзи на зерно. При цьому потенціал енергетичних культур у Хмільницькому районі, а також у Бершадському, Чернівецькому і Теплицькому районах, оцінено наразі як нульовий через відсутність або дуже невелику площу незадіяної ріллі. Однак, треба пам'ятати, що як було зазначено раніше, при застосуванні іншого підходу до оцінки (наприклад, використання під енергокультури не тільки сільськогосподарських, але й вільних земельних ділянок несільськогосподарського призначення), результат може суттєво відрізнятись у бік збільшення величини цього потенціалу.

Таблиця 4.11. Зведений енергетичний потенціал біомаси у Вінницькій області у розрізі районів, у тис. т (2017 р.).

	Деревна біомаса		Первинні відходи с/г		Вторинні відходи с/г		Енергокультури		Всього	
	теоретичн.	технічний	теоретичн.	технічний	теоретичн.	технічний	теоретичн.	технічний	теоретичн.	технічний
	тис. т	тис. т	тис. т	тис. т	тис. т	тис. т	тис. т	тис. т	тис. т	тис. т
Вінницька область	387,02	346,17	6168,97	2294,83	1398,79	556,28	113,85	113,85	8068,63	3311,11
<i>райони</i>										
Барський	17,93	16,09	225,48	83,70			4,40	4,40	247,81	104,19
Бершадський	21,97	19,74	314,51	116,79			0,00*	0,00*	336,48	136,53
Вінницький	41,35	37,99	187,77	70,95	123,40	107,85	18,00	18,00	370,52	234,79
Гайсинський	28,16	25,78	234,79	87,05	413,18	145,27	2,40	2,40	678,53	260,50
Жмеринський	30,02	27,77	242,00	90,72			15,60	15,60	287,62	134,09
Іллінецький	29,58	27,07	208,10	75,60			3,75	3,75	241,43	106,42
Козятинський	6,22	5,28	309,29	115,04			0,48	0,48	315,99	120,80
Калинівський	8,95	8,00	297,63	111,06			5,50	5,50	312,08	124,56
Крижопільський	30,05	28,12	184,55	66,98	862,21	303,15	1,80	1,80	1078,61	400,05
Липовецький	5,14	4,06	247,44	93,41			3,30	3,30	255,88	100,77
Літинський	9,68	8,26	213,38	80,32			1,60	1,60	224,66	90,18
Мог.-Подільський	21,97	19,56	170,42	62,18			12,00	12,00	204,39	93,74
Мурованокуриловецький	7,09	5,90	179,98	68,28			15,80	15,80	202,87	89,98
Немирівський	8,81	7,59	290,45	109,30			3,00	3,00	302,26	119,89
Оратівський	6,28	5,46	242,96	91,77			0,15	0,15	249,39	97,38
Піщанський	4,68	3,80	122,24	45,86			2,40	2,40	129,32	52,06
Погребищенський	6,57	5,75	283,16	106,45			0,23	0,23	289,96	112,43
Теплицький	3,20	2,60	217,34	82,10			0,00*	0,00*	220,54	84,70
Томашпільський	6,39	5,40	174,80	63,37			0,60	0,60	181,79	69,37
Тростянецький	6,77	5,61	207,05	74,62			0,45	0,45	214,27	80,68
Тульчинський	21,94	19,59	247,89	93,15			13,35	13,35	283,18	126,09
Тиврівський	12,35	11,07	252,69	94,09			5,10	5,10	270,14	110,26
Хмільницький	21,53	19,59	394,80	149,47			0,00*	0,00*	416,33	169,06
Чернівецький	2,67	1,90	142,48	52,80			0,00*	0,00*	145,15	54,70
Чечельницький	10,87	9,72	147,17	54,10			0,25	0,25	158,29	64,07
Шаргородський	13,34	11,97	250,18	90,01			2,50	2,50	266,02	104,48
Ямпільський	3,55	2,45	180,41	65,67			1,19	1,19	185,15	69,31

* Згідно обраного сценарію оцінки – вирощування енергокультур на незадіяній площі ріллі.

Таблиця 4.12. Зведений енергетичний потенціал біомаси у Вінницькій області у розрізі районів, у тис. т у.п. (2017 р.).

	Деревна біомаса		Первинні відходи с/г		Вторинні відходи с/г		Енергокультури		Всього	
	теоретичн.	технічний	теоретичн.	технічний	теоретичн.	технічний	теоретичн.	технічний	теоретичн.	технічний
	тис. т у.п.	тис. т у.п.	тис. т у.п.	тис. т у.п.	тис. т у.п.	тис. т у.п.	тис. т у.п.	тис. т у.п.	тис. т у.п.	тис. т у.п.
Вінницька область	133,18	118,56	2038,08	730,91	145,74	86,44	67,81	67,81	2384,79	1003,72
<i>райони</i>										
Барський	6,17	5,51	74,20	26,51			2,78	2,78	83,15	34,80
Бершадський	7,56	6,76	107,01	38,40			0,00*	0,00*	114,57	45,16
Вінницький	14,23	13,01	59,16	21,63	67,39	58,90	11,06	11,06	151,84	104,60
Гайсинський	9,69	8,83	78,52	28,05	25,38	8,92	1,39	1,39	114,98	47,19
Жмеринський	10,33	9,51	75,90	27,39			9,58	9,58	95,81	46,48
Іллінецький	10,18	9,27	73,22	25,56			2,18	2,18	85,58	37,01
Козятинський	2,14	1,81	102,09	36,60			0,29	0,29	104,52	38,70
Калинівський	3,08	2,74	97,21	34,99			3,47	3,47	103,76	41,20
Крижопільський	10,34	9,63	63,70	22,14	52,97	18,62	1,04	1,04	128,05	51,43
Липовецький	1,77	1,39	76,63	27,94			1,91	1,91	80,31	31,24
Літинський	3,33	2,83	70,66	25,81			1,01	1,01	75,00	29,65
Мог.-Подільський	7,56	6,70	59,11	20,72			6,96	6,96	73,63	34,38
Мурованокуриловецький	2,44	2,02	56,90	20,95			9,17	9,17	68,51	32,14
Немирівський	3,03	2,60	92,36	33,59			1,74	1,74	97,13	37,93
Оратівський	2,16	1,87	79,82	29,29			0,09	0,09	82,07	31,25
Піщанський	1,61	1,30	39,18	14,19			1,39	1,39	42,18	16,88
Погребищенський	2,26	1,97	90,35	32,81			0,13	0,13	92,74	34,91
Теплицький	1,10	0,89	67,29	24,55			0,00*	0,00*	68,39	25,44
Томашпільський	2,20	1,85	60,38	20,96			0,35	0,35	62,93	23,16
Тростянецький	2,33	1,92	73,47	25,39			0,26	0,26	76,06	27,57
Тульчинський	7,55	6,71	80,87	29,42			7,75	7,75	96,17	43,88
Тиврівський	4,25	3,79	84,62	30,44			2,96	2,96	91,83	37,19
Хмільницький	7,41	6,71	124,04	45,49			0,00*	0,00*	131,45	52,20
Чернівецький	0,92	0,65	46,92	16,72			0,00*	0,00*	47,84	17,37
Чечельницький	3,74	3,33	52,24	18,57			0,15	0,15	56,13	22,05
Шаргородський	4,59	4,10	89,13	30,74			1,45	1,45	95,17	36,29
Ямпільський	1,22	0,84	63,13	22,08			0,69	0,69	65,04	23,61

* Згідно обраного сценарію оцінки – вирощування енергокультур на незадіяній площі ріллі.



Рис. 4.16. Теоретичний потенціал біомаси в розрізі районів Вінницької області (тис. т), 2017 р. (загалом – 8068,63 тис. т).

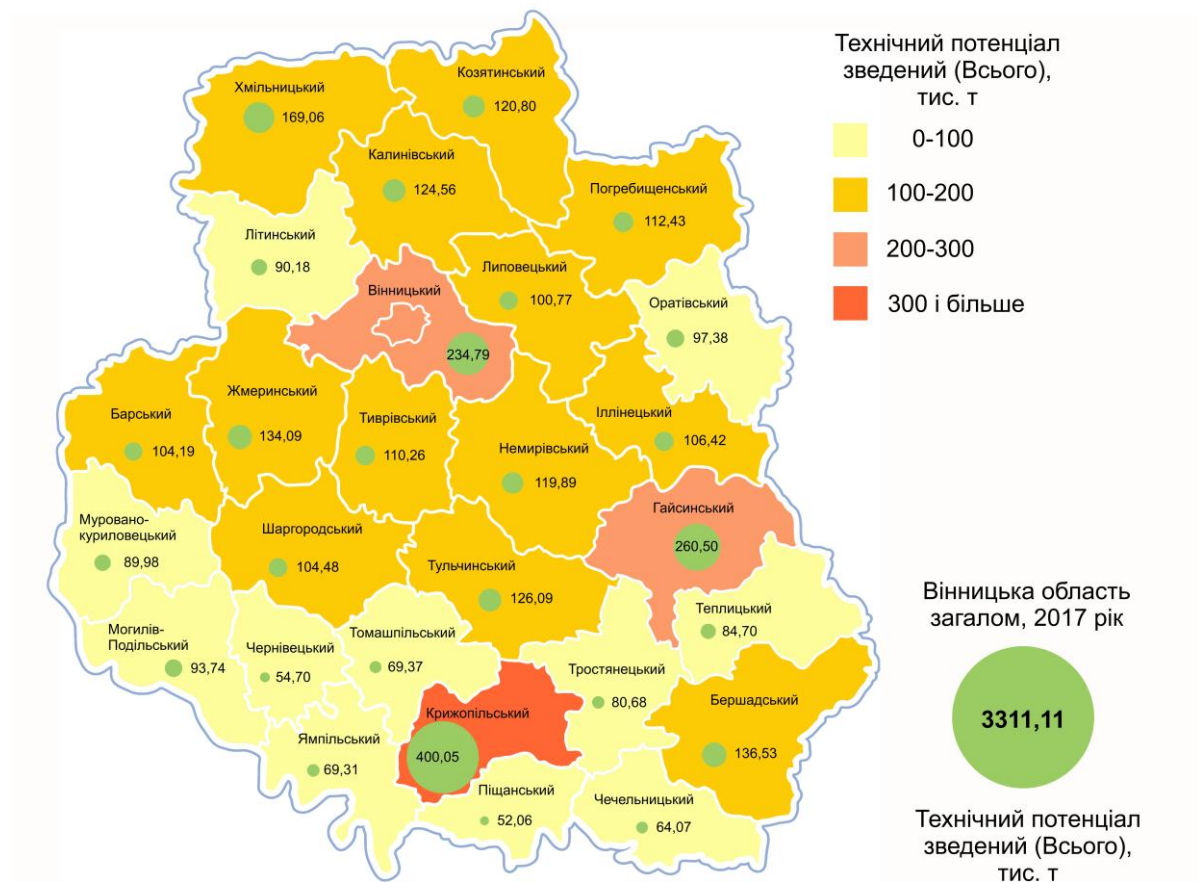


Рис. 4.17. Технічно досяжний потенціал біомаси в розрізі районів Вінницької області (тис. т), 2017 р. (загалом – 3311,11 тис. т).

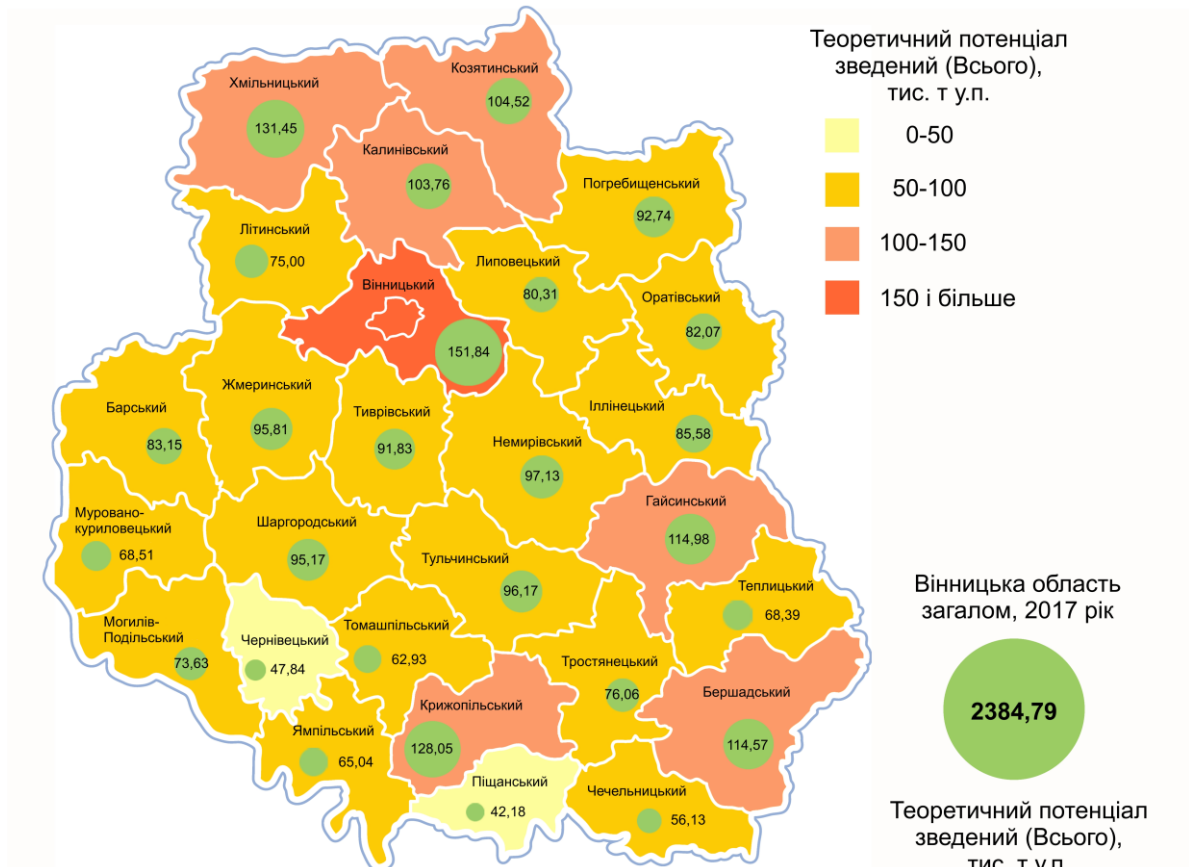


Рис. 4.18. Теоретичний потенціал біомаси в розрізі районів Вінницької області (тис. т у.п.), 2017 р. (загалом – 2384,79 тис. т у.п.).

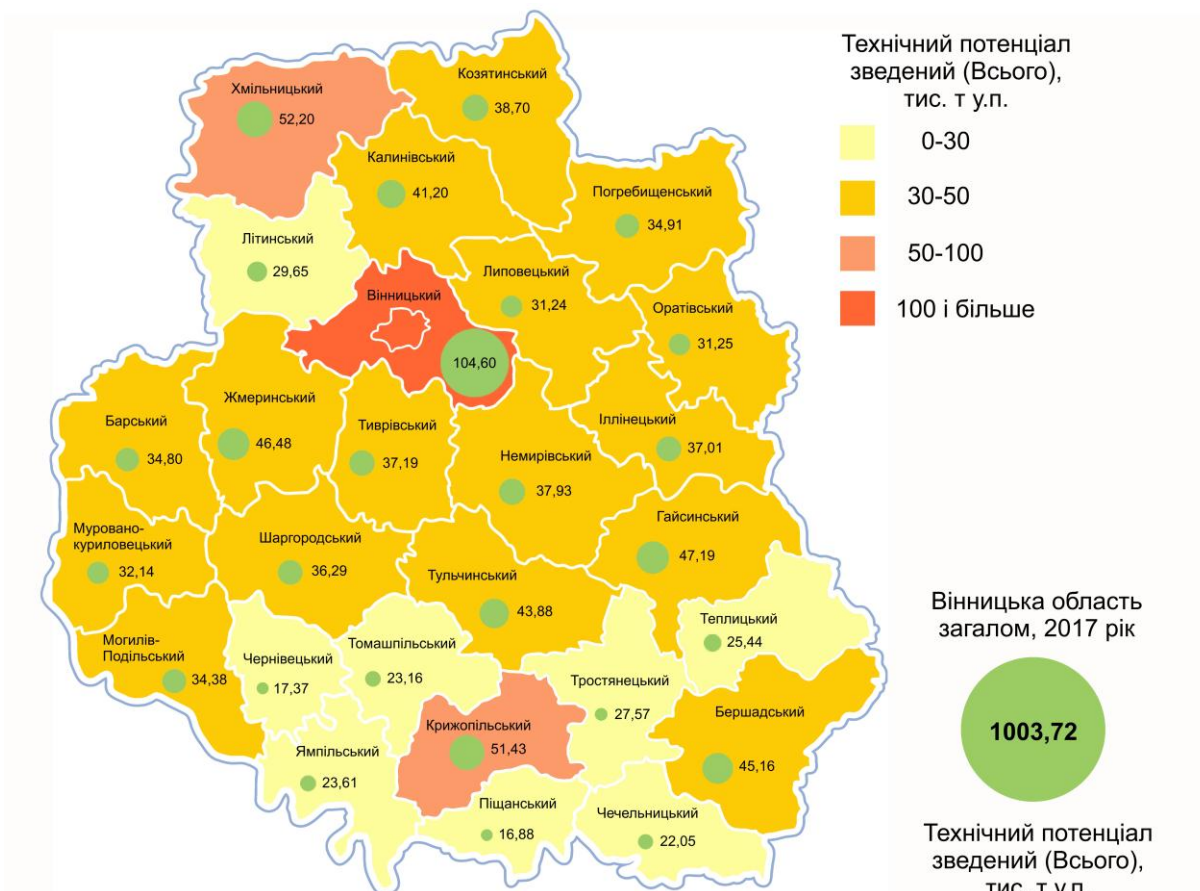


Рис. 4.19. Технічно досяжний потенціал біомаси в розрізі районів Вінницької області (тис. т у.п.), 2017 р. (загалом – 1003,72 тис. т у.п.).

4.5. Енергетичні характеристики різних видів біомаси

Біомаса має специфічні паливні характеристики, які необхідно знати і враховувати з метою застосування правильних підходів до енергетичного використання.

Неуцільнена біомаса, така як солома-січка, лушпиння соняшника, подрібнені стебла кукурудзи та інші пожнивні рештки, має дуже низьку насипну щільність (до $\sim 100 \text{ кг/м}^3$, **Таблиця 4.13**), тому перевозити таку біомасу доцільно тільки на обмежену відстань (зазвичай до 50 км). Тюкована солома, тріска, дрова, тирса мають більшу насипну щільність ($>100 \text{ кг/м}^3$), тому їх зазвичай за необхідності можна транспортувати на 100 км і більше. Біомаса у вигляді гранул (пелет) та брикетів має найбільшу насипну щільність ($\sim 600 \text{ кг/м}^3$), отже такі біопалива можна перевозити на значні відстані. При розробці певного біоенергетичного проекту у рамках виконання ТЕО необхідно ретельно продумати оптимальну логістику постачання біомаси/біопалив з урахуванням їх торгівельних форм, виду транспорту, енергетичних та економічних витрат на транспортування.

При належній заготівлі деревна біомаса зазвичай вважається найбільш зручним видом біопалива з огляду на невелику зольність (близько 1%), достатньо високу температуру плавлення золи (до $1400 \text{ }^\circ\text{C}$). Деревина, як і інші види рослинної біомаси, має великий вміст летючих речовин ($>70\%$), що має бути враховано у конструкції топки котла.

Теплотворна здатність деревної біомаси (як і інших видів біомаси) суттєво залежить від вмісту води і може змінюватися від 7 МДж/кг (Q_n свіжозрубаної деревини вологістю 55%) до 17 МДж/кг (Q_n гранул вологістю 8%) (**Рис. 4.20**).

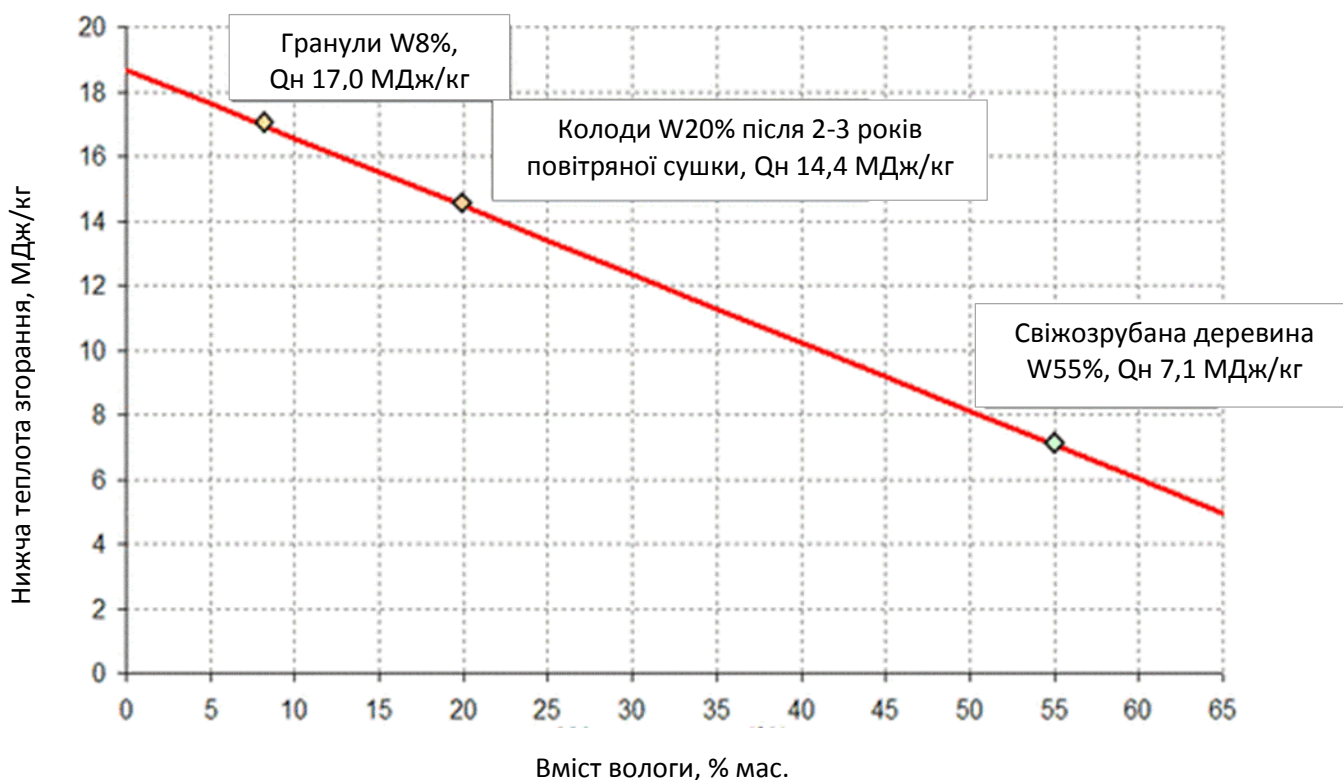


Рис. 4.20. Нижча теплота згорання деревної біомаси в залежності від вмісту води [48].

Таблиця 4.13. Основні паливні характеристики біомаси/біопалив (*типові значення*) [38], [49], [50], [51], [52], [53]

Види біомаси/біопалива	Вологість, %	Щільність, кг/м ³	Насипна щільність, кг/м ³	Вміст золи, %	Температура плавлення золи, °С	Нижча теплота згорання, МДж/кг
Солома:						
- неущільнена						
жовта (свіжа)	15-20 ¹⁾		40-55 (січка)	4	800-1000	13-16
сіра (лежала)				3	950-1100	
- тюкована		100-140 ⁵⁾	~100	3-4	800-1100	15-16
- гранули / брикети	8-10	1000-1400 / 800-900	550-650	4-5		
Стебла кукурудзи	45-60 ¹⁾ ; 15-18 ²⁾	150-200 ⁵⁾	80-90	5-7	1100-1200	12-14
Стрижні кукурудзи	15-20		150-190	5		14-16
Стебла соняшника	60-70 ¹⁾ ; ~20 ²⁾		немає даних	10	800-1270	12-14
Деревина:						
- тріска	40-50	600-800 (щільність деревини)	250-350	0,6-1,5	1000-1400	8-10
- дрова			300-330			
- порубкові рештки			150			
- тирса			120-300 ³⁾			
- гранули / брикети	8-10	1000-1400 / ~1200	550-650	0,5-1		16-17
Лушпиння соняшника:						
- неущільнене	15		90-100	4-5	немає даних (але вище, ніж у соломи)	16
- гранули / брикети	8-10	1000-1400 / ~1100	550-650	4-7		15-17
Енергетичні культури:						
- верба	50 ¹⁾	460	250-350 (тріска)	1,5-2	~1500	18 ⁴⁾
- тополя	50-55 ¹⁾	400-500		1,5-2	1200-1500	18,5 ⁴⁾
- міскантус	15-20 ¹⁾	150-170 ⁵⁾	100 (тріска)	2-3,5	1250-1385	17 ⁴⁾

1) При збиранні.

2) Після сушки на повітрі.

3) Верхня межа відповідає утрамбованій тирсі.

4) Сухої маси.

5) Щільність тюка.

Солома як паливо має декілька негативних властивостей, що вимагає досить ретельного підходу до її застосування. Так, солома містить хлор і лужні метали, завдяки чому в процесі її спалювання утворюються такі хімічні сполуки як хлорид натрію і хлорид калію. Ці сполуки викликають корозію сталевих елементів енергетичного обладнання, особливо при високих температурах. Іншою особливістю соломи як палива є відносно низька температура плавлення золи (850-950 °С) через високий вміст калію, що може призвести до значного шлакування елементів енергетичного обладнання.

Розрізняють два види соломи – «жовта» (свіжа) та «сіра» (з тривалим терміном зберігання під відкритим небом, промита дощами). Основна відмінність цих двох видів полягає у вмісті хлору і калію. У «жовтій» соломі вміст хлору становить 0,75%, калію – 1,18%, а у «сірій» – 0,2% і 0,22%, відповідно. Отже біопаливо з лежалої соломи є менш корозійним і має більш високу температуру плавлення золи. Цілком можна припустити, що вміст хлору й лужних металів в соломі України менший, ніж в соломі інших країн. Це пов'язане зі значним скороченням внесення мінеральних добрив під посіви протягом останніх 20 років.

Стебла кукурудзи також містять хлор й лужні метали в обсягах, близьких до показників «сірої» соломи. Температура плавлення золи у стебел кукурудзи вища, ніж у соломи – 1100-1200 °С, що є позитивним фактором з точки зору застосування як палива. Крім того, в стеблах кукурудзи майже на порядок менший вміст сірки, ніж в соломі (0,04% як і в деревній біомасі), але зольність вище (5-7%).

Інформації про паливні характеристики стебел соняшника і про приклади їх енергетичного використання наразі небагато. За наявними даними, елементарний склад стебел соняшника близький до складу соломи й стебел кукурудзи, але вміст золи вищий – близько 10% маси с.р. Вміст хлору, калію і сірки близький до показників «жовтої» соломи. Незважаючи на це, стебла і кошики соняшника розглядаються експертами як перспективне паливо для України.

Гранули (пелети) та брикети з біомаси являють собою покращений вид біопалива. Завдяки значному ущільненню вихідної сировини вони мають високу щільність (близько 1000 кг/м³) і високу насипну щільність (близько 600 кг/м³), а через невеликий вміст вологи (8-10%) їхня теплотворна здатність сягає 16-17 МДж/кг. Гранули та брикети з біомаси мають передбачувані паливні характеристики, що відповідають вимогам котельного обладнання, і завдяки цьому мають кращі екологічні показники при спалюванні (у порівнянні, наприклад, з дровами). Гранули можуть використовуватися в котлах з автоматичною подачею палива (але такі котли є, зазвичай, доволі дорогими), а брикети можуть застосовуватися в існуючих твердопаливних котлах з ручним завантаженням.

Протягом довгого часу в Україні існував лише один державний стандарт на тверде паливо з біомаси, а саме – з лушпиння соняшника: ДСТУ 7124:2009 «Лушпиння соняшнику пресоване гранульоване. Технічні умови» (уведено в дію 01.01.2012, внесено зміни у 2014 р.). У 2015 р. був затверджений ДСТУ 8358:2015 «Брикети та гранули паливні з деревинної сировини. Технічні умови», який набрав чинності 01.07.2017. На брикети з інших видів біомаси державних стандартів ще немає. Більшість виробників гранул та брикетів з біомаси користуються власно розробленими технічними умовами.

5. Карти енергетичного потенціалу біомаси

Для допомоги в обґрунтуванні та визначенні технічної можливості використання енергетичного потенціалу біомаси у Вінницькій області, а також подальшої активізації роботи у напрямку заміщення традиційних видів палива за рахунок місцевих біопалив була розроблена онлайн карта. Ця карта містить як дані щодо потенціалу різних видів біомаси у розрізі районів, так і додаткову інформацію, що стосується, наприклад, земельних ділянок, де потенційно можливо вирощувати енергетичні культури, місця розташування старих садів, що потребують викорчовування, розміщення твердопаливних котельних, у яких можливе спалювання біопалив, розміщення виробників біопалив та ін. Карта може бути корисною для аналізу ситуації на рівні області в цілому або окремого району, а також може допомогти конкретному підприємству визначитися з видом і масштабом біоенергетичного проекту для його подальшого впровадження.

Для досягнення поставленої мети використовувалася одна з найбільш функціональних і зручних настільних геоінформаційних систем, що динамічно розвиваються, **QGIS** (раніше відомої як «Quantum GIS») – вільна крос-платформова геоінформаційна система (ГІС) [54].

Особливістю цієї ГІС є:

- Дружелюбність до користувача.
- Має відкритий код, розповсюджується за GNU General Public License. QGIS є проектом Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).
- **Безкоштовна, не потребує ліцензії, що робить її використання 100% легальним.**
- Кросплатформенна – працює на Linux, Unix, Mac OSX, Windows і Android, підтримує безліч векторних, растрових форматів, баз даних і володіє широкими можливостями.
- При необхідності за допомогою додаткових модулів можна суттєво збільшити її функціонал.
- Легко переносити результати напрацювань (проектів) з одного робочого місця на інше.

Для роботи необхідно завантажити інсталяційний пакет стабільної збірки (наприклад, QGIS-OSGeo4W-2.18.25-1-Setup-x86_64.exe для 64-розрядної Windows, ~400 Мб) та встановити програму, слідуючи підказкам [55].

Папку з робочими файлами проекту потрібно зберегти у будь-яке місце на комп'ютері, де встановлена QGIS та запустити файл проекту. На **Рис. 5.1**, як приклад, показаний загальний вигляд робочого середовища QGIS, де відображено Вінницьку область, поділену на райони, включений режим показу зведеного технічного потенціалу біомаси (за 2017 рік) та ввімкнуті усі шари з даними.

У відповідності до отриманих у ході виконання роботи даних були створені наступні шари, описані нижче:

1) Шари потенціалу біомаси у розрізі районів Вінницької області: зведений, деревної біомаси, первинних та вторинних сільськогосподарських відходів, а також енергетичних плантацій (діапазони потенціалів приведені у тис. т у.п.).

2) Шар сільськогосподарських підприємств за даними Департаменту АПК Вінницької ОДА, у якому міститься перелік усіх сільськогосподарських підприємств області. Інформація щодо посівних площ по кожному з вищезгаданих підприємств у Департаменті відсутня,

оскільки опрацьовується інформація щодо загальних площ посівних по кожному з районів області окремо.

Кількість записів – 647.

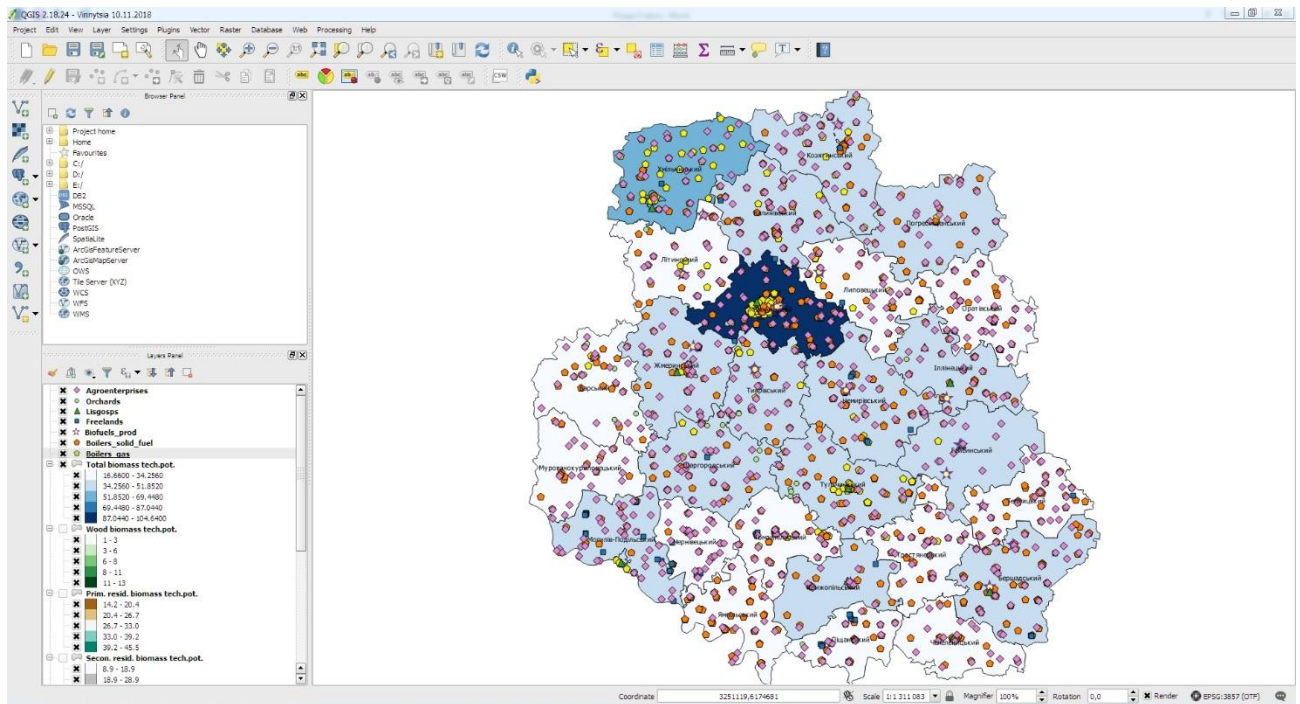


Рис. 5.1. Загальний вигляд ГІС QGIS.

3) Шар щодо старих, низькопродуктивних садів по садівничих підприємствах Вінницької області, які підлягають розкорчуванню, станом на 16.10.2018 був зроблений завдяки інформації, наданої Корпорацією «Вінниця СадВинПром» через Департамент ЖКГ енергетики та інфраструктури Вінницької облдержадміністрації.

Кількість записів – 21.

4) Шар щодо лісгоспів Вінницької області.

Кількість записів – 11.

5) Шар щодо вільних земель Вінницької області, де можливе вирощування енергетичних культур, містить інформацію, приведену на інвестиційному порталі Вінниччини [47].

Для цілей даного дослідження на карту наносилися тільки ті земельні ділянки, які мають цільове призначення «землі сільськогосподарського призначення» та «землі запасу», оскільки інше є малоімовірним з точки зору можливості їх використання для вирощування енергокультур. Не бралися до уваги ділянки з цільовим призначенням «землі житлової та громадської забудови», «землі оздоровчого призначення», «землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення».

Не бралися до уваги також невеликі ділянки (декілька соток) через недоцільність використання для вирощування енергокультур.

Якщо не було явно визначено координати ділянки або її кадастровий номер, були вказані координати населеного пункту, до якого відносилась ділянка.

Кількість записів – 58.

6) Котельне обладнання на твердих видах палива.

Кількість записів – 708.

7) Котельне обладнання природному газі

Кількість записів – 435.

При необхідності для кожного запису кожного шару можна вносити зміни.

При збільшенні масштабу карти підключається карта OpenStreetMap, що дає змогу оцінити загальну ситуацію у регіоні, що розглядається з точки зору наявності населених пунктів, доріг, лісових насаджень, річок, водойм та ін.

Подальше збільшення масштабу призводить до підключення кадастрової карти. Ця карта разом з використанням публічної кадастрової карти <http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta> надасть допомогу зацікавленій особі у визначенні кадастрового номеру ділянки, її типу власності, цільового призначення та іншої інформації, необхідної для прийняття рішення щодо потенційного проекту.

Комплексне використання наданої інформації допоможе у прийнятті зважених рішень відповідальними особами щодо впровадження біоенергетичних проектів у Вінницькій області з урахуванням місцевих умов.

Базові інструкції щодо наповнення онлайн-карти та користування ГІС-інструментом наведено у **Додатку 3**.

6. Техніко-економічне обґрунтування проектів використання паливної біомаси

Для оцінки економічної ефективності біоенергетичних технологій в умовах Вінницької області проведені техніко-економічне обґрунтування варіантів використання біомаси/біопалива (котельня, тюки, тріска, дрова, пелети, брикети, солома, деревина, енергокультури).

Для розрахунків використовувалися наступні вихідні умови:

- вартість природного газу – 11464 грн/тис.м³ без ПДВ;
- тариф на електричну енергію – 2,35 грн/кВт-год без ПДВ;
- валюта кредиту – Євро (Курс 1 Євро = 32 грн);
- частка кредитних коштів – 60%;
- термін повернення коштів – 5 років;
- відсоткова ставка по кредиту – 7%;
- ставка дисконтування – 7%;
- розрахунковий період проектів – 10 років для котельник, виробництва тріски, тюків, пелет і брикетів та 21 рік для енергетичних плантацій;
- прийняті ціни є незмінними протягом усього розрахункового періоду;
- підприємство працює на загальних умовах оподаткування та є платником ПДВ.

Для котельних розглядалися два сценарії:

1. Встановлення котлів на біопаливі у існуючій будівлі котельні та продаж теплової енергії за тарифом 1285 грн/Гкал, який становить 90% від середньозваженого тарифу по Вінницькій області для потреб установ та організацій, що фінансуються з державного чи місцевого бюджету.

2. Встановлення котлів у існуючій котельні для заміни природного газу. Єдиним джерелом доходу в таких проектах є економія коштів на закупівлі палива, що спалюється на котельні для виробництва теплової енергії.

Результати розрахунків кожного проекту наведені нижче. Зазвичай вважається, що прийнятний термін окупності складає до 5 років. При реалізації проектів згідно представлених ТЕО, де термін окупності більше 5 років, необхідно додатково продумати шляхи здешевлення капітальних та/або операційних витрат з урахуванням місцевих умов (наприклад, використання дешевшого обладнання, палива і т.п.).

6.1. ТЕО проектів використання дров

Вихідні дані:

Дрова закуповуються за оптовими цінами у лісгоспі на умовах франко-нижній склад.

Оптова ціна дров паливних твердих порід у ДП «Вінницький лісгосп» з 1.10.2018 р. 700 грн за м³ без ПДВ. Залежність вартості дров з доставкою на котельню вантажним автомобілем Камаз-55111 від відстані наведена на **Рис. 6.1**.

У розрахунках прийнято, що працівники котельних працюють 6 місяців у рік.

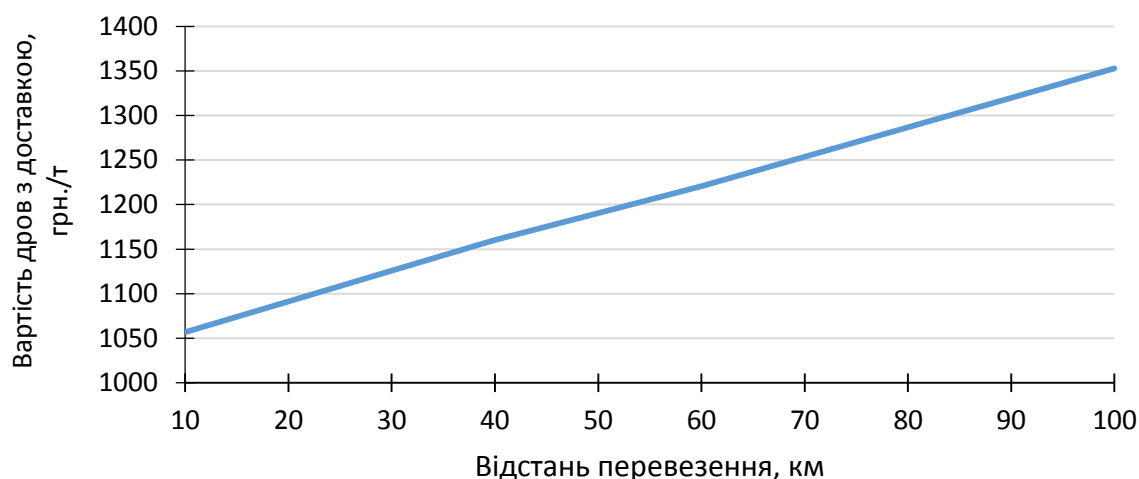


Рис. 6.1. Вартість дров з доставкою на котельню.

Таблиця 6.1. ТЕО використання дров у котельних для продажу тепла за тарифом 1285 грн/Гкал (Сценарій 1) та заміщення природного газу у котельних об'єктів бюджетної сфери (Сценарій 2).

Показники	Потужність котла, кВт		
	200	500	1000
Вартість біопалива, грн/т без ПДВ	1091	1091	1091
Нижча теплотворна здатність палива (дрова свіжопиляні, 40 % вологості), МДж/кг	10,2	10,2	10,2
ККД котла, %	80	80	80
Встановлена потужність котла, кВт	200	500	1000
Капітальні витрати, грн	320 000	800 000	1 600 000
Амортизація, років	8	8	8
Коефіцієнт використання встановленої потужності котла в сезон	0,48	0,48	0,48
Кількість днів опалювального сезону	180	180	180
Річне виробництво теплової енергії, Гкал	339	847	1694
Річна витрата дров, т	182,7	456,7	913,4
Питомі витрати електроенергії, кВт·год/Гкал	10	10	10
Заробітна плата з нарахуваннями, грн/міс	9760	9760	9760
Собівартість теплової енергії, грн/Гкал	1333	1230	1126
Сценарій 1			
Простий термін окупності, років	–	6,9	4,7
Дисконтований термін окупності, років	–	10,0	5,6
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	–	9,7	23,8
Сценарій 2			
Річна економія на закупівлі природного газу, тис. грн	376	940	1880
Простий термін окупності, років	2,0	1,9	1,8
Дисконтований термін окупності, років	2,1	2,0	1,8
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	96,3	106,6	127,2

6.2. ТЕО проектів використання тріски

Тріска виробляється з відходів лісозаготівлі та тонкомірної деревини комунальним підприємством. Вихідні дані:

Річні обсяги заготівлі тріски – 5000 т.

Середня відстань від місць заготівлі до котельної – 30 км.

Техніка для заготівлі: трактор лісогосподарський з подрібнювачем JENZ НЕМ 360Z, 2 вантажні автомобілі з об'ємом кузова 50 м³. Передбачено закупівлю б/в техніки. Техніка буде задіяна у проекті 50% робочого часу.

Річна зайнятість тракторів – 1600 год., вантажних автомобілів – 1840 год.

Біопаливо деревна тріска: розміром 5-50 мм, вологістю до 50%, щільність 265 кг/м³.

Вартість деревини 150 грн/щ. м³.

Витрати на вивезення відходів лісозаготівлі до дороги 407 грн/т.

Таблиця 6.2. ТЕО виробництва тріски з відходів лісозаготівлі та тонкомірної деревини

Показники	Значення
Річні обсяги заготівлі тріски, т/рік	5000
Капітальні витрати, грн	4 526 500
Амортизація, років	8
Операційні витрати, грн/рік	4 737 108
Ціна продажу тріски, грн/т без ПДВ	1125
Простий термін окупності, років	5,3
Дисконтований термін окупності, років	6,5
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	17,1

Таблиця 6.3. ТЕО використання тріски для заміщення природного газу у котельних об'єктах бюджетної сфери

Показники	Потужність котла, кВт		
	200	500	1000
Вартість біопалива, грн/т без ПДВ	1125	1125	1125
Нижча теплотворна здатність палива (тріска паливна, 40% вологості), МДж/кг	10,2	10,2	10,2
ККД котла, %	82	82	82
Встановлена потужність котла, кВт	200	500	1000
Капітальні витрати, грн	576 000	1 440 000	2 880 000
Амортизація, років	8	8	8
Коефіцієнт використання встановленої потужності котла в сезон	0,48	0,48	0,48
Кількість днів опалювального сезону	180	180	180
Річне виробництво теплової енергії, Гкал	339	847	1694

Показники	Потужність котла, кВт		
	200	500	1000
Річна витрата тріски, т	178,2	445,6	891,1
Питомі витрати електроенергії, кВт·год/Гкал	18	18	18
Заробітна плата з нарахуваннями, грн/міс	9760	9760	9760
Собівартість теплової енергії, грн/Гкал	1477	1373	1270
Річна економія на закупівлі природного газу, тис. грн	366	914	1829
Простий термін окупності, років	3,5	3,3	3,0
Дисконтований термін окупності, років	3,9	3,7	3,2
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	38,1	42,0	50,0

6.3. ТЕО проектів виробництва і використання пелет

Вихідні дані:

Пелети виробляються з відходів лісозаготівлі та тонкомірної деревини.

Обладнання лінії гранулювання вітчизняне продуктивністю 1,6-2,5 т/год.

Таблиця 6.4. ТЕО виробництва пелет із деревини

Показник	Значення
Продуктивність, т/год.	1,80
Встановлена потужність електрообладнання, кВт	471
Капітальні витрати, тис. грн	11094
Амортизація, років	8
Обслуговуючий персонал, чол.	3
Погодинна тарифна ставка з нарах., грн	58,4
Робочий час за добу, год/доба	16
Кількість днів роботи, днів/рік	250
Річна тривалість роботи, год.	4000
Річний виробіток, т	7200
Вхідна вологість сировини, %	40
Вартість сировини, грн/т без ПДВ	890,9
Собівартість пелет у біг-бегу, грн/т	2256,6
Ціна реалізації пелет, грн/т без ПДВ	2600
Простий термін окупності, років	5,9
Дисконтований термін окупності, років	7,6
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	14,9

Таблиця 6.5. ТЕО заміщення природного газу у котельних об'єктів бюджетної сфери пелетами з деревини

Показники	Потужність котла, кВт		
	200	500	1000
Вартість біопалива, грн/т без ПДВ	2600	2600	2600
Нижча теплотворна здатність палива (пелети), МДж/кг	16	16	16
ККД котла, %	85	85	85
Капітальні витрати, грн	512 000	1 280 000	2 560 000
Амортизація, років	8	8	8
Річне виробництво теплової енергії, Гкал	339	847	1694
Річна витрата пелет, т	109,6	274,0	548,0
Питомі витрати електроенергії, кВт·год/Гкал	15	15	15
Заробітна плата з нарахуваннями, грн/міс	9760	9760	9760
Собівартість теплової енергії, грн/Гкал	1669	1565	1427
Річна економія на закупівлі природного газу, тис. грн	290	726	1452
Простий термін окупності, років	4,4	4,0	3,6
Дисконтований термін окупності, років	5,1	4,6	4,1
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	26,6	30,9	36,6

6.4. ТЕО проектів використання тюків соломи

Заготівля соломи здійснюється комунальним підприємством, яке повинно придбати необхідний перелік техніки (Табл. 6.6). Передбачається, що вантажівки будуть задіяні у перевезенні соломи 50% робочого часу, а інший час будуть використовуватися комунальним підприємством для інших потреб.

Таблиця 6.6. Перелік техніки для заготівлі соломи

Процес	Найменування обладнання	Вартість одиниці, тис. Євро	Кількість	Вартість, тис. Євро
Заготівля	<i>1. Тюкування</i>	308	1	308
	Трактор Deutz-Fahr X 720	135	1	135
	Прес-підбирач MF 2270	173	1	173
Збір і транспортування	<i>2. Збір і складання тюків на краю поля</i>	131	1	131
	Трактор New Holland TD5.110	35	1	35
	Причеп Arcusin AutoStack XP 54 T	96	1	96
	<i>3. Вантажні операції навантажувачом MF9407</i>	71	2	142
	<i>4. Транспортування тягачем МАЗ із напівпричепом</i>	40*	4	160
ВСЬОГО				741
Примітка: * Прийнято капітальні витрати у тягач із напівпричепом 50% від ринкової ціни з огляду на його часткове використання для перевезення соломи				

Таблиця 6.7. ТЕО заготівлі соломи у великих прямокутних тюках

Показники	Значення
Річні обсяги заготівлі соломи, т/рік	9000
Капітальні витрати, тис. грн	23156
Амортизація, років	10
Операційні витрати, тис. грн/рік	2625
Продажна ціна тюкованої соломи, грн/т без ПДВ	1000
Простий термін окупності, років	4,6
Дисконтований термін окупності, років	5,4
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	25,0

Розглянуто два сценарії використання тюкованої соломи у котлі потужністю 500 кВт із періодичним завантаженням (Варіант 1) та котлі із подрібнювачем/автоматизованою подачею палива (Варіант 2).

Таблиця 6.8. ТЕО використання тюків соломи у котельних об'єктах бюджетної сфери для заміщення природного газу

Показники	Потужність котла, кВт	
	500	1000
Вартість біопалива, грн/т без ПДВ	1000	1000
Нижча теплотворна здатність палива (тріска паливна, 40 % вологості), МДж/кг	13,5	13,5
ККД котла, %	80	82
Капітальні витрати, грн	2 468 750	7 300 000
Амортизація, років	8	8
Коефіцієнт використання встановленої потужності котла в сезон	0,48	0,48
Кількість днів опалювального сезону	180	180
Річне виробництво теплової енергії, Гкал	847	1694
Річна витрата соломи, т	345,1	673,3
Питомі витрати електроенергії, кВт·год/Гкал	10	25
Заробітна плата з нарахуваннями, грн/міс	9760	9760
Собівартість теплової енергії, грн/Гкал	1295	1356
Річна економія на закупівлі природного газу, тис. грн	1093	2204
Простий термін окупності, років	4,2	5,6
Дисконтований термін окупності, років	4,8	6,7
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	28,9	16,6

6.5. ТЕО проектів виробництва та використання брикетів з соломи

Брикети виробляються із соломи у великих прямокутних тюках. Прес-брекерувальники шнекового типу. Брикети використовуються у котлах на дровах.

Таблиця 6.9. ТЕО виробництва брикетів із тюків соломи

Показник	Значення
Продуктивність, кг/год	480
Встановлена потужність електрообладнання, кВт	46
Капітальні витрати, тис. грн	3470
Амортизація, років	8
Обслуговуючий персонал, чол.	2
Погодинна тарифна ставка з нарах., грн	58,44
Робочий час за добу, год/доба	16
Кількість днів роботи, днів/рік	250
Річна тривалість роботи, год.	4000,00
Річний виробіток, т	1920,00
Вартість сировини, грн./т без ПДВ	1000
Собівартість брикетів у мішках по 25 кг, грн/т	2102,2
Ціна реалізації брикетів, грн/т без ПДВ	2500
Простий термін окупності, років	3,7
Дисконтований термін окупності, років	4,1
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	36

Таблиця 6.10. ТЕО заміщення природного газу у котельних об'єктів бюджетної сфери брикетами з соломи

Показники	Потужність котла, кВт		
	200	500	1000
Вартість біопалива, грн./т без ПДВ	2500	2500	2500
Нижча теплотворна здатність палива (брикети), МДж/кг	15	15	15
ККД котла, %	80	80	80
Капітальні витрати, грн.	320 000	800 000	1 600 000
Амортизація, років	8	8	8
Річне виробництво теплової енергії, Гкал	339	847	1694
Річна витрата брикетів, т	124,2	310,6	621,1
Питомі витрати електроенергії, кВт·год/Гкал	10	10	10
Заробітна плата з нарахуваннями, грн/міс	9760	9760	9760
Собівартість теплової енергії, грн/Гкал	1662	1558	1420
Річна економія на закупівлі природного газу, тис. грн.	265	662	1324
Простий термін окупності, років	3,2	2,9	2,6
Дисконтований термін окупності, років	3,5	3,1	2,8
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	45,3	52,6	62,9

6.6. ТЕО проектів вирощування верби для енергетичного використання

Енергетична верба вирощується на площі 1200 га, які розділені на три групи насаджень. Збирання врожаю відбувається 1 раз у три роки по черзі з кожної групи насаджень. Вихід біомаси у 3 рік після висадки верби 26,3 т/га (4 рік для 1 групи насаджень, 5 рік – 2 групи та 6 рік – 3 групи), з 6 року після висадки верби – 43,8 т/га.

Таблиця 6.11. ТЕО вирощування енергетичної верби

Показник	Значення
Площа плантації, га	1200
Капітальні витрати, тис. грн	71135
Операційні витрати 1 рік, тис. грн/рік	1152
Операційні витрати 2 рік, тис. грн/рік	2380
Операційні витрати 3 рік, тис. грн/рік	2980
Операційні витрати 4 рік, тис. грн/рік	3631
Операційні витрати 5 та 6 роки, тис. грн/рік	3002
Операційні витрати з 7 року, тис. грн/рік	3197
Вартість продажу тріски, грн/т без ПДВ	1125
Дохід від продажу тріски 4-6 роки, тис. грн/рік	11826
Дохід від продажу тріски з 7 року, тис. грн/рік	19710
Простий термін окупності, років	10,2
Дисконтований термін окупності, років	14,6
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	10,3

6.7. ТЕО проектів вирощування міскантусу для енергетичного використання

Міскантус вирощується на площі 400 га. У перший рік здійснюється підготовка ґрунту під посадку плантацій. Збирання врожаю відбувається кожен рік після висадки плантацій. Вихід сухої біомаси у 1 рік складає 3 т/га, у 2 рік – 8 т/га і з 3 року – 15 т/га. Прийнята тривалість вирощування міскантусу 21 рік. Міскантус подрібнюється у тріску при збиранні.

Таблиця 6.12. ТЕО вирощування міскантусу

Показник	Значення
Площа плантації, га	400
Капітальні витрати, тис. грн	55068
Операційні витрати 1 рік, тис. грн/рік	1087
Операційні витрати 2 рік, тис. грн/рік	1516
Операційні витрати 3 рік, тис. грн/рік	927
Операційні витрати з 4 року, тис. грн/рік	1065
Вартість продажу сухої маси тріски, грн/т без ПДВ	2000
Дохід від продажу тріски 2 рік, тис. грн/рік	2600
Дохід від продажу тріски 3 рік, тис. грн/рік	6240
Дохід від продажу тріски з 4 року, тис. грн/рік	12000
Простий термін окупності, років	9,1
Дисконтований термін окупності, років	12,8
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	11,5

Податок на прибуток підприємств комунальної власності, засновником яких є районні, міські ради, ОТГ надходять у загальний фонд бюджетів міст, районних бюджетів та бюджетів

ОТГ. Тому, якщо заготівлю та переробку біомаси буде здійснювати спеціалізовані комунальні підприємства, місцеві бюджети отримують наступні **річні надходження**:

- від 71 до 105 тис. грн податку на прибуток від комунального підприємства виробництва тріски з відходів лісозаготівлі із річним виробітком 5000 т тріски (**Табл. 6.2**);

- від 112 до 223 тис. грн податку на прибуток від комунального підприємства виробництва пелет із річним виробітком 5000 т пелет (**Табл. 6.4**);

- від 541 до 721 тис. грн податку на прибуток від комунального підприємства виробництва тюків із річним виробітком 9000 т тюків соломи (**Табл. 6.7**);

- від 121 до 166 тис. грн податку на прибуток від комунального підприємства виробництва брикетів із соломи із річним виробітком 1920 т брикетів (**Табл. 6.9**);

- від 543 тис. грн (до початку збирання біомаси) до 2364 тис. грн (після початку збирання планового урожаю верби) податку на прибуток від комунального підприємства із вирощування верби на площі 1200 га (**Табл. 6.11**);

- від 1184 до 1496 тис. грн податку на прибуток від комунального підприємства із вирощування міскантусу на площі 400 га (**Табл. 6.12**).

7. Створення спеціалізованих комунальних підприємств по заготівлі та переробці біомаси

Одним із перспективних напрямків активізації використання біомаси та її залучення у паливно-енергетичний баланс Вінницької області є створення *комунальних підприємств* (КП). Функціонування КП може забезпечити місцеві громади новими робочими місцями, а також сприяти підвищенню добробуту населення, зменшенню залежності від постачання та використання традиційних викопних палив, може стимулювати розвиток підприємництва у регіоні та ін.

7.1. Законодавчі аспекти створення та діяльності комунальних підприємств

Чинне законодавство передбачає, що КП в Україні діють на основі комунальної власності територіальної громади. КП утворюється компетентним органом місцевого самоврядування (сільською, селищною, міською радою) на базі відокремленої частини комунальної власності і входить до сфери його управління. Відносини рад та КП будуються на засадах їх підпорядкованості, підзвітності та підконтрольності.

В рамках проведення децентралізації влади та добровільного об'єднання територіальних громад, сільські, селищні, міські ради, обрані об'єднаними територіальними громадами (ОТГ), також мають право створювати КП. **Створення** нового КП передбачає в першу чергу визначення необхідності та економічної обґрунтованості його створення, а в подальшому реалізується через наступні **етапи**:

- 1. Розробка проекту статуту комунального підприємства.* Статут обов'язково повинен містити відомості про найменування КП, мету і предмет діяльності, розмір і порядок утворення статутного капіталу та інших фондів, порядок розподілу прибутків і збитків, про органи управління і контролю, їх компетенцію, про умови реорганізації та ліквідації, а також інші відомості, передбачені законодавством. Слід зазначити, що розмір статутного капіталу КП визначається відповідною радою та підлягає сплаті до закінчення першого року з дня державної реєстрації такого підприємства.
- 2. Розгляд профільною постійною комісією ради питання щодо створення КП.* Кожна місцева рада має свій Регламент відповідно до якого врегульовано процес підготовки та розгляду проектів рішень, в тому числі проекту статуту КП та рішення про його утворення, а також надання висновків щодо проектів рішень.
- 3. Оприлюднення проекту рішення про утворення КП не пізніше як за 20 робочих днів до дати розгляду з метою прийняття* відповідно до ч. 3 ст. 15 Закону України «Про доступ до публічної інформації».
- 4. Розгляд питання про створення комунального підприємства.* Відповідно до п. 30 ч. 1 ст. 26 Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні», питання про створення, ліквідацію, реорганізацію та перепрофілювання підприємств, установ та організацій комунальної власності вирішуються виключно на пленарних засіданнях ради. Рішення про створення КП, окрім безпосередньо пункту про його створення, як правило, визначає положення про утворення статутного капіталу та визначення строку його сплати, затвердження статуту КП, закріплення за КП необхідного для його статутної діяльності майна, а також доручення забезпечити здійснення заходів

з проведення державної реєстрації КП, укласти контракт з керівником КП із визначенням строку його дії.

5. *Обов'язкове і невідкладне оприлюднення рішення ради про утворення КП, але не пізніше, ніж за 5 робочих днів* відповідно до ч. 2 статті 15 Закону України «Про доступ до публічної інформації» та ч. 5 статті 59 Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні».
6. *Здійснення державної реєстрації КП як юридичної особи.* Державна реєстрація здійснюється відповідно до положень Закону України «Про державну реєстрацію юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських формувань».

Законодавство України також передбачає деякі особливості **діяльності** КП. Зокрема, рада, до сфери управління якої належить КП, встановлює для нього розмір частки прибутку, яка підлягає зарахуванню до місцевого бюджету. Крім того, КП не несе відповідальності за зобов'язаннями власника та органу місцевого самоврядування, до сфери управління якого воно входить. КП також зобов'язане обов'язково оприлюднювати визначену законом інформацію (ч. 8 ст. 78 Господарського кодексу). Найменування КП повинно містити слова "комунальне підприємство" та вказівку на орган місцевого самоврядування, до сфери управління якого входить дане підприємство.

Органами управління КП є:

- керівник підприємства, який призначається (обирається) органом, до сфери управління якого належить підприємство, або наглядовою радою цього підприємства (у разі її утворення) і є підзвітним органу, який його призначив (обрав);
- наглядова рада підприємства (у разі її утворення), яка в межах компетенції, визначеної статутом підприємства та законом, контролює і спрямовує діяльність керівника підприємства.

Створення КП в рамках об'єднання територіальних громад може також відбуватися шляхом **розширення видів діяльності існуючих КП**. Наприклад, до складу об'єднаної територіальної громади ввійшла рада, до сфери управління якої вже входить КП, що займається діяльністю, спорідненою із заготівлею та переробкою біомаси. У такому разі об'єднана територіальна громада є правонаступником всього майна, прав та обов'язків існуючого КП з дня набуття повноважень сільською, селищною, міською радою, обраною такою ОТГ. Однак, перехід майна існуючого КП до комунальної власності територіальної громади ОТГ буде відбуватися шляхом заміни засновників такої юридичної особи, внесення та реєстрації змін до установчих документів такого КП.

Зокрема, відповідно до ч. 4 ст. 17 «Про державну реєстрацію юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських формувань», для державної реєстрації змін до відомостей про юридичну особу, необхідно подати:

- 1) заяву про державну реєстрацію змін до відомостей про юридичну особу;
- 2) примірник оригіналу (нотаріально засвідчена копія) рішення уповноваженого органу управління юридичної особи про зміни, що вносяться до Єдиного державного реєстру – зокрема, рішення ради ОТГ, в якому зазначається про включення ради ОТГ до складу засновників комунального підприємства; зміну назви підприємства (в назві повинно бути відображено назву ОТГ); затвердження

- статуту підприємства в новій редакції; доручення директору підприємства вчинити реєстраційні дії;
- 3) документ про сплату адміністративного збору - 0,3 прожиткового мінімуму для працездатних осіб;
 - 4) установчий документ юридичної особи в новій редакції - статут КП в новій редакції, в якому зазначаються нові види діяльності КП щодо заготівлі та переробки біомаси.

Нижче приведено декілька типових загальних схем створення спеціалізованих КП на території Вінницької області. Кожна з них є перспективним напрямком заготівлі та постачання біопалив на місцеві енергетичні об'єкти:

- *виробництво тріски з порубкових решток;*
- *заготівля деревного палива при відновленні та реконструкції захисних лісосмуг;*
- *виращування енергетичних культур;*
- *заготівля відходів сільського господарства.*

Слід зазначити, що у кожному конкретному випадку необхідно проводити повний і всебічний аналіз місцевої ситуації, наприклад, можливість використання наявної техніки, наявність необхідних доріг, технічна можливість приєднання потужного електрообладнання та ін. Це дасть змогу максимально врахувати саме локальні умови, які можуть впливати на діяльність та ефективність функціонування КП. Крім того, доцільно провести SWOT-аналіз та добре пропрацювати фінансову модель. Суттєвою обставиною є укладання договорів з усіма гравцями, залученими у ланцюжок, з чітко визначеними правами, обов'язками та відповідальністю.

7.2. Виробництво тріски з порубкових решток

Порубкові рештки є важливим потенційним джерелом для виробництва деревного палива (тріски), але наразі практично не використовуються з цією метою. Чинні правила поводження з порубковими рештками не передбачають їх заготівлю та виробництво деревного палива. Крім того, у постійних лісокористувачів відсутня вимога по обліку всього обсягу порубкових решток (наразі обліковується лише хворост і сучки). Детальніша інформація щодо поводження з порубковими рештками приведена у аналітичній записці Біоенергетичної асоціації України «Можливості заготівлі деревного палива в лісах України» [78].

Виходячи із оцінки потенціалу порубкових решток у Вінницькій області (див. **Табл. 4.1, Рис. 4.2**), їх теоретичний потенціал у 2017 р. складає 89,5 тис. м³ щ., а технічно досяжний – 64,5 тис. м³ щ. (11% від усього технічно досяжного потенціалу деревної біомаси у області у 2017 році). Технічно досяжний потенціал можна залучити у паливно-енергетичний баланс Вінницької області шляхом створення **комунального підприємства** по виробництву тріски з порубкових решток.

У європейській практиці ведення лісового господарства і заготівлі деревного палива розрізняють *три основні варіанти* виробництва деревної тріски з порубкових решток: виробництво безпосередньо на місці утворення цих решток, виробництво на майданчику біля лісової дороги і виробництво на території розташування біоенергетичної установки.

На сьогодні найбільш розповсюдженим варіантом, особливо у скандинавських країнах (Фінляндія, Швеція), є виробництво деревної тріски з лісосічних відходів **на майданчику біля дороги** (**Рис. 7.1**). У цьому випадку порубкові рештки збираються і доставляються до дороги

форвардером, де викладаються у вигляді валів для зберігання протягом певного періоду часу з метою сушки. Комунальне підприємство може виробляти деревну тріску з порубкових решток рубальною машиною, агрегованою з трактором, потім ця тріска вантажівками перевозиться до кінцевого споживача або на місце зберігання. Інший підхід – виробництво та перевезення деревної тріски з порубкових решток автотрісковозом, оснащеним рубальним модулем (комбінована машина) (Рис. 7.2) [79, 80, 81].



Рис. 7.1. Логістика виробництва деревної тріски з порубкових решток на майданчику біля дороги.

Для того, щоб така схема була життєздатною, необхідно, щоб постійні лісокористувачі замість суцільного або часткового спалювання порубкових решток вивозили їх до найближчих лісових доріг, де комунальне підприємство могло б мати можливість переробляти цю деревну біомасу на тріску для енергетичних цілей⁸.

За результатами проведеної оцінки, вартість вивезення порубкових залишків з лісосіки до дороги складає 407 грн./т (з урахуванням технічного обслуговування і ремонту техніки). Оцінка базувалась на використанні наступної техніки: трактор МТЗ-82.1, оснащений маніпулятором з захватом, тракторний причеп 2ПТС-4. Розрахунок включав операції зі збирання порубкових решток (продуктивність 10 м³/год) та транспортування до дороги на відстань 5 км (продуктивність 26 м³/год). Передбачалося, що у виконанні операцій задіяний 1 тракторист і 2 вантажника. Оцінка вартості збирання і доставки порубкових решток до дороги для виробництва деревної тріски приведена у **Додатку 4**.

⁸ Згідно європейської практики, вивозити з лісу можна до 80% порубкових залишок, тоді як решта має використовуватися на власні потреби лісового господарства.

При домовленості з постійним лісокористувачем, економічній та технічній доцільності, операції вивезення порубкових решток до дороги також могло б виконувати комунальне підприємство.



Складання порубкових решток у купи форвардером



Перевезення порубкових решток форвардером



Виробництво деревної тріски з порубкових решток рубальною машиною, агрегованою з с/г трактором



Виробництво деревної тріски з порубкових решток автотрісковозом, оснащеним рубальним модулем (комбінована машина)

Рис. 7.2. Приклади виконання операцій з порубковими рештками лісогосподарською технікою.

7.3. Заготівля деревного палива при відновленні та реконструкції захисних лісосмуг

Попит на деревну біомасу як паливо є стало високим і навіть збільшується, а її потенціал у вигляді відходів рубки та деревообробки, а також дров для опалення є доволі обмеженим як в Україні в цілому (~6,2 млн. т/рік або 2,2 млн. т у.п./рік за даними 2017 року), так і безпосередньо у Вінницькій області (~239,1 тис. т/рік або 82,0 тис. т у.п./рік за даними 2017 року).

Одним із можливих напрямків отримання деревного палива з додаткових джерел є заготівля такого палива в процесі відновлення та реконструкції полезахисних лісосмуг (ПЗЛС), а також захисних лісонасаджень уздовж автомобільних доріг і залізниць. Така діяльність може виконуватися комунальним підприємством.

Полезахисні лісові смуги – це штучні насадження, які розмежують масиви рілли, виконуючи кліматорегулюючі, ґрунтозахисні та водоохоронні функції. Внаслідок невизначеного правового режиму ПЗЛС, що склав в Україні, ці насадження протягом багатьох років не отримують належного догляду і поступово втрачають свої захисні властивості.

Зокрема, сьогодні земельні ділянки під ПЗЛС можуть мати різний правовий статус (в кожному окремому випадку необхідно визначати статус ПЗЛС). Створення ПЗЛС було складовою частиною проекту внутрігосподарського землеустрою державних та колективних господарств. Під час приватизації цих господарств частина земель під ПЗЛС була передана колективним сільськогосподарським підприємствам (що сьогодні вже не функціонують) або зараховані до земель запасу.

Сьогодні відповідно до ч. 2 ст. 22 Земельного кодексу України полезахисні лісові смуги та інші захисні насадження належать до земель сільськогосподарського призначення. Разом з тим відповідно до ст. 4 Лісового кодексу захисні насадження лінійного типу, площею не менше 0,1 гектара можуть також належати до земель лісгосподарського призначення.

Для впорядкування правового режиму використання ПЗЛС ті вирішення інших земельних питань Верховною Радою України 10 липня 2018 року прийнято Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вирішення питання колективної власності на землю, удосконалення правил землекористування у масивах земель сільськогосподарського призначення, запобігання рейдерству та стимулювання зрошення в Україні». Цей Закон вступить у силу 1 січня 2019 року і передбачає, що земельні ділянки під ПЗЛС, які обмежують масив земель сільськогосподарського призначення, можуть передаватися у постійне користування державним або комунальним спеціалізованим підприємствам або в оренду фізичним та юридичним особам (без проведення торгів) з обов'язковим включенням до договору оренди землі умов щодо утримання та збереження таких смуг і забезпечення виконання ними функцій агролісотехнічної меліорації. Крім того, Закон визначає, що Кабінет Міністрів України затвердить Правила утримання та збереження полезахисних лісових смуг, розташованих на землях сільськогосподарського призначення, які будуть визначати порядок здійснення догляду за ПЗЛС. Закон також визначає, що ПЗЛС не належать до земель лісгосподарського призначення. Таким чином, з 1 січня 2019 року КП зможе отримати землі під ПЗЛС у постійне користування (у порядку, визначено Земельним кодексом та іншими законами України).

Деревина у ПЗЛС України є, переважно, низькосортною (**Рис. 7.3**), тому біомасу, отриману в ході утримання ПЗЛС можна майже повністю застосувати на потреби енергетики, не порушуючи критеріїв сталого розвитку. Згідно експертних оцінок, при виконанні робіт з реконструкції ПЗЛС можна отримувати 100-200 щільних м³ низькосортної деревини на гектар [82].

Концептуально проект по реконструкції та відновленню ПЗЛС комунальним підприємством може складатися з наступних етапів:

- Розробка нормативно-правових документів, що регламентують реконструкцію та відновлення захисних лісових смуг сільськогосподарського призначення у Вінницькій області.
- Визначення вартості проекту.
- Виконання робіт по реконструкції ПЗЛС.

- Збір деревних відходів з подальшою переробкою у деревну тріску.
- Реалізація деревної тріски споживачам.



Рис. 7.3. Приклади низькосортної деревини з ПЗЛС України [82].

Всі роботи у рамках проекту повинні виконуватися спеціальними атестованими комплексними бригадами (**Рис. 7.4, 7.5**). Дохід проекту формується за рахунок продажу деревної тріски споживачам. Орієнтовно термін окупності проекту складає до 5 років.

Схожий підхід може бути використаний для захисних лісових насаджень вздовж автомобільних доріг та залізниць.

Одним із важливих аспектів цього напрямку може бути його соціальна направленість, а саме те, що існуватиме джерело умовно безкоштовного палива для незахищених верств населення, що зменшить навантаження на місцевий бюджет і звільнить фінансовий ресурс для інших важливих справ для громади.

Детальнішу інформацію щодо захисних лісових насаджень та можливості використання деревини, отриманої з них, можна знайти у Аналітичній записці БАУ «Аналіз додаткових джерел деревного палива в Україні» [83].



Рис. 7.4. Атестовані бригади в роботі [82].



Рис. 7.5. Механізована частина комплексної бригади [82].

7.4. Вирощування енергетичних культур

Одним із перспективних напрямків діяльності для потенційно створеного комунального підприємства є вирощування енергетичних культур та отримання біопалива з них.

Переваги вирощування енергетичних культур:

- ефективно використовуються малопродуктивні землі;
- розвивається малий та середній бізнес;
- підвищується інвестиційна привабливість регіонів, де вирощуються культури;
- створюються додаткові робочі місця;
- підвищується прогнозованість витрат на виробництво теплової енергії та знижується їх залежність від цін на традиційні енергоносії (природний газ, вугілля тощо);
- робиться внесок у скорочення викидів парникових газів (наприклад, у середньому 50 т CO_{2екв} на 1 га плантацій енергетичної верби на рік).

Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні [84], відображає характеристики придатності сортів рослин для вирощування та напрямки їх використання. У чинний (станом на 06.03.2018 р.) Реєстр сортів рослин для біоенергетичного напряму використання включено: 4 сорти міскантусу гігантського; 2 – міскантусу цукрокріткового; 1 – міскантусу китайського; 2 – проса прутоподібного; 3 – верби прутовидної; 1 – верби білої; 1 – павловнії та 1 – редьки олійної.

Приклад плантації енергетичної верби показаний на **Рис. 7.6.**



Рис. 7.6. Плантації енергетичної верби.

Урожайність енергетичних культур є одним з головних факторів під час вибору виду культури для вирощування у визначеній місцевості і напряму залежить від кліматичних, ґрунтових та інших умов. Культури мають різну потребу у воді, можуть значно відрізнятися за морозо- і посухостійкістю, що потрібно враховувати при їх виборі.

Короткий опис стадій проектів з вирощування енергетичних культур приведений у **Додатку 5.**

Питання рентабельності проектів з вирощування енергетичних плантацій для виробництва твердих біопалив є неоднозначним, оскільки цей показник залежить від численних факторів, про які, зокрема, йшла мова вище. Окрім технічних аспектів, головним із яких є досягнута урожайність культури протягом життєвого циклу проекту, критично важливим є власне ринкова ціна на товарні продукти енергетичних плантацій, що може суттєво коливатись залежно від регіону, конкуренції, сезону та інших умов.

Як приклад, у **Розділі 6** приведено результати розрахунку терміну окупності проекту вирощування міскантусу (400 га) та верби (1200 га). За умови реалізації тріски котельним, розташованим поблизу, простий термін окупності даного виду діяльності становить 9,1 років для міскантусу та 10,2 роки для верби. Враховуючи різноманітні фактори та існуючу ситуацію у конкретно взятому випадку, показники проекту можуть суттєво відрізнятись.

Детальнішу інформацію щодо вирощування енергетичних культур можна знайти у «Практичному посібнику для представників агропромислового комплексу з використання біомаси в якості палива у муніципальному секторі України» [85].

7.5. Заготівля та переробка відходів сільського господарства

Вінниччина має високорозвинутий сектор сільського господарства, зокрема рослинництва, який щорічно генерує великий обсяг різноманітних відходів та залишків, що можуть бути використані в енергетичних цілях.

Як уже відзначалося, відходи поділяються на первинні, тобто ті, що утворюються безпосередньо при збиранні врожаю сільськогосподарських культур, і вторинні – такі, що генеруються при обробці врожаю на підприємствах. Первинні відходи включають солому зернових та інших культур, відходи виробництва кукурудзи на зерно і соняшника (стебла, стрижні, кошики і т. ін.). Вторинні відходи – це лушпиння соняшника, лушпайка гречки, рису, жом цукрового буряку і тому подібне.

Частина відходів та залишків використовується на потреби самого сільського господарства (органічне добриво, підстилка та корм скоту), частина – іншими секторами економіки, а решта біомаси залишається незадіяною і часто утилізується (спалюється в полі, вивозиться на звалище) без принесення користі. Значну частину біомаси, що не використовується, видається доцільним залучити до виробництва енергії. При цьому важливим є питання яку саме частку відходів та залишків сільського господарства можна використовувати на енергетичні потреби без заподіяння негативного впливу на родючість ґрунтів. Рекомендації щодо цього можна знайти в Аналітичній записці БАУ «Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні» [51].

Наразі в світі накопичений достатньо великий досвід з використання рослинних відходів сільськогосподарського виробництва, в першу чергу соломи, в енергетичних цілях. Визнаним лідером цього сектору біоенергетики є Данія, де з щорічно утворюваних ~6 млн. т соломи близько 1,5 млн. т спалюються для виробництва енергії (~17 ПДж/рік). Саме тому можливий напрямок функціонування комунального підприємства може бути пов'язаний з заготівлею відходів та побічної продукції виробництва зернових культур, у т.ч. кукурудзи на зерно, з наступним застосуванням цієї біомаси для енергетичних цілей замість спалювання у полі, як зазвичай можна спостерігати після збору врожаю (**Рис. 7.7**).



Рис. 7.7. Приклади спалювання соломи на полях в Україні.

Оптимальним способом збирання соломи з поля є її *тюкування* з використанням прес-підбирачів, приклади яких наведено на **Рис. 7.8**. Звичайно, що форма, характеристики та розміри тюків для конкретних задач будуть відрізнятися, що потрібно враховувати при виборі відповідної техніки.



Рис. 7.8. Прес-підбирачі для циліндричних та прямокутних тюків Lely Welger та KRONE BIG Pack.

Така ж сама ситуація і з обладнанням для тюкування побічної продукції вирощування кукурудзи на зерно (**Рис. 7.9**). Слід відзначити, що дана техніка мало розповсюджена у світі і

у випадку прийняття рішення про тюкування стебел кукурудзи прийдеться її імпортувати (наразі на ринку України немає пропозицій).



Рис. 7.9. Обладнання для тюкування стебел кукурудзи:

- а – прес-підбирач великогабаритних прямокутних тюків Massey Ferguson 2270XD;
б – рулонний прес-підбирач 605 Super M Cornstalk Special Baler.

Перевезення тюків може відбуватися як наявним транспортом підприємства (**Рис. 7.10а**), так і спеціалізованою технікою (**Рис. 7.10б**).



Рис. 7.10. Варіанти перевезення тюків.

У **Розділі 6** приведено результати типового ТЕО заготівлі прямокутних тюків побічної продукції рослинництва, а саме соломи пшениці, що може виконувати створене комунальне підприємство. В даному прикладі закладено продуктивну техніку, що навіть дозволить КП надавати послуги господарствам сусідніх районів. Як видно, дисконтований термін окупності такого проекту становить близько 5 років, що є прийнятним показником.

Разом з цим – це не є остаточною схемою для потенційного комунального підприємства. Досить розповсюдженим підходом для такої діяльності за кордоном є використання наявної необхідної техніки декількох власників (свого роду кооперативу), що може значно покращити показники проекту та навіть дати змогу обійтись без залучення

стороннього фінансування. Особливістю цього підходу є злагоджена, прозора та ефективна дія власників обладнання у відповідності до договору.

Одним із напрямів використання біомаси сільськогосподарських відходів є виробництво з них паливних брикетів та гранул, які вважаються «покращеним» твердим біопаливом з огляду на їх вищу теплотворну здатність, меншу вологість та загалом вищу енергетичну щільність ($\text{ГДж}/\text{м}^3$) у порівнянні з неущільненими видами біомаси та біопалива.

З економічної точки зору виробництво брикетів з біомаси є більш привабливим, ніж виробництво гранул, оскільки інвестиції у лінію брикетування та експлуатаційні витрати є значно нижчими у порівнянні з лінією гранулювання аналогічної продуктивності. Середні витрати електроенергії на виготовлення 1 т брикетів з біомаси складають 60-80 кВт·год, а на 1 т гранул – 90-110 кВт·год. При брикетуванні до сировини ставляться не такі високі вимоги, як при гранулюванні, тому можливе отримання брикетів із значно більших видів біомаси.

Паливні брикети, вироблені з біомаси, являють собою спресовані матеріали циліндричної, прямокутної або будь-якої іншої форми з поперечним розміром не менше 25 мм і довжиною 100-400 мм. Типовий діаметр – 60-75 мм, а довжина брикетів зазвичай не перевищує 5 величин діаметру. Стандартних розмірів у даного виду продукту немає.

Паливні брикети характеризуються різноманітністю форм, але загалом, виділяють три типи – **NESTRO, RUF** та **Pini&Kay** (ці назви походять від назв фірм, які виробляють найбільш популярні преси для отримання даних типів брикетів):

- **NESTRO (NIELSEN)** – довгі циліндричної форми або багатокутного перерізу брикети, переважно, без внутрішнього отвору (**Рис. 7.11а**), отримані за рахунок застосування високого тиску. Брикети NESTRO виробляють на *гідралічних пресах*, а NIELSEN – на *ударно-механічних пресах*. Брикети даного типу мають нескінченну довжину і можуть бути розділені як на шайби, так і на поліна. Форму брикету замовляє покупець. Виробничий процес характеризується невисокими вимогами до кваліфікації персоналу і до організації виробництва. **Переваги** брикетів типу NESTRO (NIELSEN): невисока собівартість, достатньо висока щільність ($1,0-1,15 \text{ т}/\text{м}^3$). **Недолік**: низька вологостійкість брикетів (необхідна хороша упаковка).

- **RUF** – пресовані куби-цеглини (**Рис. 7.11б**), які виробляють на *гідралічних пресах* за рахунок високого тиску. Розміри брикету залежать від пухкості вихідної сировини і прикладеного тиску. Гідралічні преса вважаються найбільш надійним видом обладнання для брикетування, але мають високу вартість. Виробничий процес характеризується мінімальними вимогами до персоналу і до організації виробництва. **Перевагою** брикетів RUF є низька собівартість виготовлення. **Недоліки**: сама низька щільність у порівнянні з іншими типами брикетів ($0,75-0,80 \text{ т}/\text{м}^3$); брикет не стійкий до вологи (потрібна хороша упаковка), а також до механічних пошкоджень, що негативно впливає на його стан після тривалого транспортування.

- **Pini&Kay** – брикети, які мають циліндричну або багатогранну форму з наскрізним отвором всередині (**Рис. 7.11в**). Наявність такого отвору забезпечує кращий рух повітря при горінні брикету. Брикети Pini&Kay виробляються екструдерним способом на *механічних (шнекових) пресах* шляхом поєднання високого тиску і термічної обробки (випалювання). Висока температура пресування ($250-350 \text{ }^\circ\text{C}$) сприяє оплавленню і зміцненню поверхні брикетів, що є важливим для транспортування

брикетів без пошкоджень. Виробничий процес характеризується жорсткими вимогами до вологості сировини (< 8%), необхідністю подрібнення сировини до дрібної фракції, значною енергоємністю та потребою у висококваліфікованому персоналі. **Переваги** даного типу паливних брикетів: стійкість до механічних пошкоджень, висока вологостійкість, сама висока щільність у порівнянні з іншими типами брикетів (1,1-1,4 т/м³). **Недолік**: висока собівартість.



Рис. 7.11. Загальний вигляд паливних брикетів з біомаси.

Одним з важливих показників якості паливних брикетів є їх щільність, яка зазвичай становить 0,8-1,3 т/м³ при вологості пресованої біомаси 8-14%. Щільність є основним фактором, що визначає механічну міцність і водостійкість брикету. Теплотворна здатність брикету залежить від виду сировини, з якого він виготовлений, і від вологості. Типовий діапазон значень нижчої теплоти згорання брикетів з біомаси – 16-18 МДж/кг.

Типова технологічна схема виробництва паливних брикетів з біомаси включає сім операцій (**Рис. 7.12**).

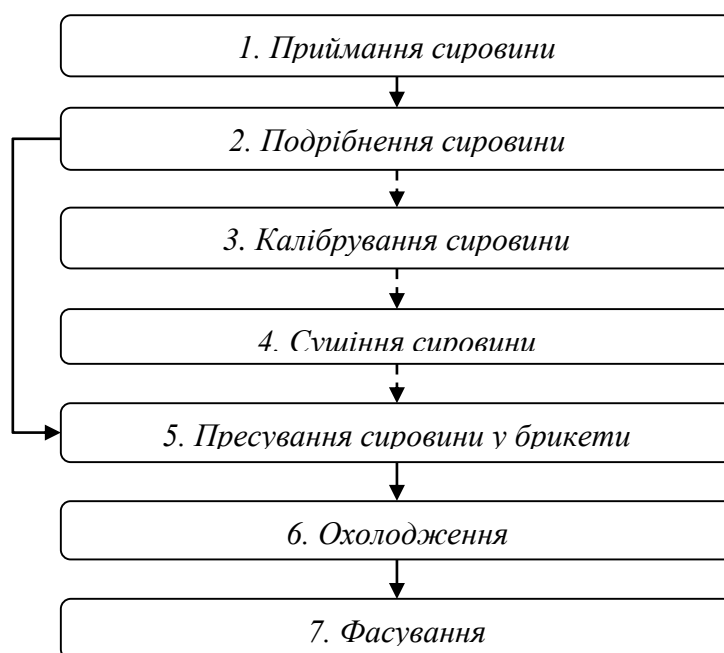


Рис. 7.12. Типові технологічні операції виробництва паливних брикетів.

Брикети з біомаси можливо спалювати у побутових та невеликих твердопаливних котлах з ручним завантаженням (до ~100-150 кВт), що часто вже наявні у закладах бюджетної або соціальної сфери та у населення. Також на ринку представлені автоматизовані котли з бункером (до ~240 кВт), які пристосовані для використання брикетів із біомаси. Брикети меншої щільності (тобто «м'якші» за рахунок пресування вологішої сировини) можна використовувати у потужних котлах із шнековою подачею. Очікується, що шнек, виконаний з міцного металу, буде здатний розламувати такі брикети і забезпечувати їх безперебійну подачу в топку.

Що стосується економічної сторони виробництва брикетів, то типовий термін окупності складає 3-4 роки.

З урахуванням «зрілості» цього напрямку, відпрацьованих технологій виробництва брикетів із сільськогосподарських відходів, прикладів успішних практик (включаючи Вінницьку область) та ін. виробництво брикетів може бути достатньо перспективним для створення та діяльності місцевого комунального господарства.

Детальніша інформація щодо виробництва брикетів приведена у аналітичній записці Біоенергетичної асоціації України «Аналіз можливостей виробництва та використання брикетів з агробіомаси в Україні» [86].

7.6. Рекомендації щодо економічно доцільної комбінації діяльності комунального підприємства

Що стосується вибору одного виду діяльності потенційного комунального підприємства або комбінації декількох напрямків, то слід зазначити, що, як показує закордонний досвід та досвід українських підприємців, однозначної рекомендації не існує, так як на кожній окремо взятій території, у кожній окремо взятій громаді існують унікальні місцеві умови, які і є точкою відліку для потенційної діяльності. На практиці найчастіше використовується підхід, описаний нижче.

Перш за все після підготовчого етапу, який включає у себе початковий аналіз місцевих умов, виділяються декілька основних потенційних видів діяльності.

Наступний етап – проведення попередніх спрощених техніко-економічних обґрунтувань вибраних напрямків.

З урахуванням результатів виконаних попередніх ТЕО вибирається *найпростіший, найзрозуміліший* вид діяльності та обов'язково перевірені технологія(ї) та надійне обладнання (що дуже важливо для українських реалій). Завдяки цьому суттєво зменшуються ризики, які можуть негативно вплинути як на впровадження проекту, так і безпосередньо на саму діяльність комунального підприємства. Для Вінницької області, це, наприклад, може бути *організація виробництва паливних брикетів з сільськогосподарських відходів (наприклад, соломи)*, які можна використовувати у існуючих твердопаливних котлах об'єктів соціальної сфери.

Після успішної реалізація проекту, стабільної роботи підприємства та аналізу поточної ситуації схему можна *поступово ускладнювати*. Наприклад, додати перевезення сільськогосподарських відходів або, при можливості, організувати її збір та перевезення для виробництва брикетів. Доцільним є безпосередньо і розширення самого виробництва та продаж надлишку продукції за ринковими цінами.

Паралельно можна організувати виробництво тріски в процесі відновлення та реконструкції полезахисних лісосмуг. Крім покращення ситуації з ПЗЛС отримується біопаливо, яке легко можна спалювати уже і в автоматизованих котлах. Крім того, як показує досвід роботи у цьому напрямку, суттєво можна підсилити соціальну складову, надаючи незахищеним верствам населення дрова з ПЗЛС, що зменшить фінансове навантаження на бюджет громади.

Залучення лісової біомаси у вигляді порубкових решток збільшить виробництво тріски з деревини, яку можна використати замість традиційних дорогих викопних палив.

На непридатних або малопродуктивних землях доцільно почати вирощування енергетичних культур, наприклад, міскантусу, з якого можна знову ж таки робити паливні брикети або енергетичну вербу, з якої можна робити деревну тріску.

Покроковий підхід від простого та надійного до більш складного, але ефективного, з проміжним аналізом як поточної ситуації, так і перспектив на найближче майбутнє, є ключовим при комбінації діяльності потенційного комунального підприємства та успішного його функціонування.

8. Вплив використання біомаси на екологічну ситуацію Вінницької області

8.1. Викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю

Згідно статистичних даних, у Вінницькій області у 2017 році суттєво збільшилися викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення (Табл. 8.1). У порівнянні з 2016 роком, загальна величина цих викидів стала на 30% більшою.

Таблиця 8.1. Викиди основних забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря Вінницької області у 2017 році [56].

	Обсяги викидів*	У % до 2016 р.
Усього, т	155802,4	130,0
у тому числі		
метали та їх сполуки	30,1	108,5
з них		
свинець	2,8	124,0
мідь	2,0	125,6
нікель	2,4	125,7
хром	1,6	126,5
цинк	8,5	125,6
арсен	3,2	125,7
метан	45695,3	112,9
неметанові леткі органічні сполуки	2582,0	64,1
оксид вуглецю	6153,7	126,9
діоксид та інші сполуки сірки	72061,2	140,6
з них		
діоксид сірки	71933,2	140,8
сполуки азоту	12273,6	123,2
з них		
діоксид азоту	10618,6	130,9
оксид азоту	134,6	139,5
аміак	1368,9	78,0
речовини у вигляді твердих суспендованих частинок	16950,1	184,4
стійкі органічні забруднювачі	0,0	47,4
з них		
поліароматичні вуглеводні (ПАВ)	–	–
інші	56,4	451,2
Крім того, діоксид вуглецю, млн. т	6,4	124,9

* Від стаціонарних джерел забруднення.

Майже половину викидів (більше 72 тис. т) становлять діоксид та інші сполуки сірки. Ймовірно, що це є наслідком того, що у структурі загального споживання палив у Вінницькій області 56% (1541,5 тис. т у.п. у 2017 р.) складає використання вугілля (див. **Рис. 1.2**), яке з екологічної точки зору є «брудним» паливом. Основним споживачем цього палива є промисловість (97,2%, **Табл. Д1.1 Додатку 1**). У вугіллі вміст сірки складає близько 2,6% (на робочу масу), тоді як в біомасі він набагато менший: лушпиння соняшника – 0,2%, дрова/тріска – 0%, солома – 0,16% [57].

У **Таблиці 8.2** для порівняння приведені питомі викиди при факельному спалюванні органічних палив у енергетичних котлах. З урахуванням мінімального використання мазуту у Вінницькій області (8,9 тис. т у.п. у 2017 році, що менше 0,5% загального обсягу споживання палив, див. **Рис. 1.2**) відзначається суттєвий вплив вугілля на навколишнє середовище. Цього впливу можна якщо не уникнути, то відчутно зменшити, *заміщаючи вугілля твердою біомасою*. Висновок про необхідність заміщення вугілля підтверджують і дані **Таблиці 8.3**. З наведених в таблиці діапазонів концентрації шкідливих речовин у димових газах при спалюванні різних традиційних палив видно, що майже для всіх видів викидів вугілля має найгірші показники.

Таблиця 8.2. Питомі викиди при факельному спалюванні органічних палив у енергетичних котлах [58].

Викиди	Природний газ, г/(м ³ ПГ)	Мазут, кг/(т мазуту)	Вугілля, кг/(т вугілля)
Оксиди сірки SO _x (у перерахунку на SO ₂)	0,006-0,01	~21 ^{Sp}	(17-19) ^{Sp}
Оксиди азоту NO _x (у перерахунку на NO ₂)	5-11	5-14	4-14
Монооксид вуглецю CO	0,002-0,005	0,005-0,05	0,1-0,45
Вуглеводні	0,016	0,1	0,45-1,0
Водяна пара H ₂ O	1000	700	230-360
Діоксид вуглецю CO ₂	2000	~3000	2200-3000
Летка зола та шлак	-	10 ^{Ap}	10 ^{Ap}

A^p, S^p – відповідно, зольність та вміст сірки на робочу масу палива, %.

Порівнюючи емісію основних викидів при контрольованому спалюванні, наприклад, деревини та вугілля, дослідники зазначають суттєво нижчі показники по викидам SO₂, Hg та HCl для деревини, але у той же час, гірші показники по емісії CO [59].

У іншому дослідженні групою фахівців (Великобританія, Чехія, Польща) було виконано порівняння рівнів емісії шкідливих речовин при спалюванні деревних брикетів, брикетів з суміші деревини та вугілля, вугілля і кускової деревини у котлі 30 кВт. По викидам CO тапилу брикети з деревини мають найкращі показники, а по SO₂ та NO₂ трохи поступаються показникам кускової деревини (**Таблиця 8.4**).

Виходячи з даних **Таблиці 8.4** і беручи до уваги різницю у теплотворній здатності, зменшення викидів SO₂ при заміщенні 1 т вугілля біомасою в середньому можна оцінити у **5,7 кг**, зменшення викидів NO₂ – у **2,6 кг**.

Таблиця 8.3. Орієнтовна концентрація шкідливих речовин у продуктах згоряння при факельному спалюванні органічних палив в енергетичних котлах [58].

Викиди	Концентрація, мг/м ³		
	Природний газ	Мазут	Вугілля
Оксиди азоту NO _x (у перерахунку на NO ₂)	200-1200	300-1000	350-1500
Сірчистий ангідрид SO ₂	-	2000-6000	1000-5000
Сірчаний ангідрид SO ₃	-	4-250	2-100
Монооксид вуглецю CO	10-125	10-150	15-150
Бенз(а)пірен C ₂₀ H ₁₂	(0,1-1,0)·10 ⁻³	(0,2-4,0)·10 ⁻³	(0,3-14)·10 ⁻³
Тверді частки	-	<100	150-300

Таблиця 8.4. Результати вимірювання емісії шкідливих речовин при спалюванні деревини та вугілля у котлі 30 кВт [60].

Викиди	Брикетти з деревини (W 9,8%)	Брикетти з деревини та вугілля (W 5,4%)	Вугілля (W 3,3%)	Кускова деревина (W 9,8%)
CO, г/ГДж	1760	2140	2990	2400
SO ₂ , г/ГДж	16	110	283	5
NO ₂ , г/ГДж	42	96	162	32
Пил, г/ГДж	39	63	294	116

Таким чином, використання біопалив замість вугілля навіть у існуючому обладнанні (у випадку брикетів з біомаси) є перспективним напрямком, який має суттєві екологічні переваги (у першу чергу це CO₂-нейтральність), але з огляду на характеристики біомаси як палива потребує правильної організації процесу горіння та очистки димових газів при необхідності дотримання екологічних норм на місці.

Як видно з **Таблиці 8.1**, викиди вуглекислого газу у 2017 році збільшилися майже на 25% у порівнянні з попереднім роком і становили 6,4 млн. т. Діоксид вуглецю – це парниковий газ, що разом з іншими парниковими газами (метаном CH₄, закисом азоту N₂O, гексафторидом сірки SF₆, гідрофторвуглецевими та перфторвуглецевими сполуками [61]) є причиною парникового ефекту та призводить до кліматичних змін.

Використання наявного технічно досяжного потенціалу біомаси у Вінницькій області (див. **Табл. 4.12**), за виключенням ресурсів біомаси, що вже використовуються (див. **Табл. 2.1, 2.2**), замість викопних палив дозволить зменшити емісію діоксиду вуглецю у діапазоні від **1,9** млн. т/рік (за мінімальним сценарієм – переробка біомаси у паливні гранули та їх використання для виробництва теплової енергії) до **2,2** млн. т/рік (за максимальним сценарієм – використання біомаси у вигляді деревної тріски та тюків соломи). Це відповідає скороченню на **30%** і **34%**, відповідно, загального рівня викидів діоксиду вуглецю в атмосферне повітря Вінницької області у 2017 році (див. **Табл. 8.1**).

Інформація про можливості скорочення викидів CO₂ у розрізі районів області наведена у **Таблиці 8.5**. Розрахунки проведено для значень скорочення викидів парникових газів порівняно із застосуванням викопних палив, які рекомендовано приймати за замовчуванням при виробництві теплової енергії Додатком VI проекту Директиви про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел у редакції 23.02.2017 р. [62].

Таблиця 8.5. Обсяги скорочення емісії парникових газів у районах Вінницької області за умови більш повного використання наявного потенціалу біомаси (2017 р.).

Райони	Обсяги скорочення емісії парникових, тис. т CO ₂ екв/рік	
	<i>Мінімальний сценарій</i> (виробництво і використання паливних гранул з біомаси)	<i>Максимальний сценарій</i> (виробництво і використання деревної тріски та тюків соломи)
Барський	94	109
Бершадський	124	142
Вінницький	115	145
Гайсинський	118	141
Жмеринський	131	161
Іллінецький	113	137
Козятинський	96	107
Калинівський	103	117
Крижопільський	100	122
Липовецький	77	86
Літинський	78	89
Мог.-Подільський	100	123
Мурованокуриловецький	78	91
Немирівський	96	109
Оратівський	79	88
Піщанський	41	46
Погребищенський	87	96
Теплицький	61	67
Томашпільський	61	68
Тростянецький	71	80
Тульчинський	119	142
Тиврівський	96	109
Хмільницький	142	162
Чернівецький	43	48
Чечельницький	63	73
Шаргородський	97	111
Ямпільський	57	63

Слід зазначити, що основним забруднювачем повітря у Вінницькій області є Ладижинська ТЕС із встановленою електричною потужністю 1800 МВт, яка у 2016 р. спожила 2071 тис. т вугілля [63]. Одним із перспективних напрямків скорочення викидів парникових газів є *сумісне спалювання вугілля із біомасою*, що вже широко використовується у країнах ЄС і є найменш капіталоемним способом використання біомаси для виробництва електричної енергії. Зазвичай при сумісному спалюванні до вугілля додають до 10% біомаси (по масі) [64]. Отже, у разі запровадження на Ладижинській ТЕС сумісного спалювання вугілля з біомасою в обсязі 10% (по масі), скорочення викидів SO₂ можна оцінити у близько **1193** т/рік, скорочення викидів NO₂ – у **536** т/рік.

8.2. Стан ґрунтів

Вінниччина з позиції оцінки її земельно-ресурсного потенціалу є потужним та перспективним регіоном: за величиною питомої ваги земельних ресурсів у загальному її

природно-ресурсному потенціалі (79,11%) Вінниччина займає перше місце серед інших областей при середньому рівні цього показника по Україні – 44,38%. Разом з тим у ґрунтовому покриві Вінниччини відмічається інтенсивна “ґрунтовтома”. І хоча загальна по області забезпеченість поживними речовинами ґрунту задовільна, обсяги внесення органічних та мінеральних добрив необхідно збільшити, особливо органічних – до 10-12 т на 1 га, з метою стабілізації вмісту гумусу [65].

Як показують дослідження закордонних та вітчизняних науковців, при вирощуванні енергетичних рослин на деградованих або маргінальних землях *покращується їх гумусний стан*. Наприклад, за даними досліджень Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, при вирощуванні міскантусу протягом 6 років вміст органічної речовини у шарі ґрунту до 40 см виріс з початкових 1,87% до 2,42% (збільшення майже на 30%), а при вирощуванні проса прутоподібного (свічграсу) протягом 9 років – до 2,40%, що є однією із екологічних переваг при культивуванні таких рослин [66]. Оцінка потенціалу біомаси у Вінницькій області показує можливість вирощування енергетичних культур, у тому числі міскантусу, на принаймні 9449 га незадіяної площі ріллі.

Для сталого використання біопалива дуже важливо замкнути цикл повернення мінеральних речовин і включити золу, одержувану при спалюванні біомаси, в природні цикли. З агрохімічної точки зору, зола – калійно-фосфорно-вапняне місцеве добриво [67]. Вона містить калій, фосфор, кальцій і деякі мікроелементи (**Табл. 8.6**). Золу можна використовувати на всіх ґрунтах під усі культури незалежно від способу внесення: восени в основному удобренні під зяблеву оранку, навесні під культивування зябу, а для підживлення озимих і просапних культур та багаторічних бобових трав – поверхнево рано навесні.

Таблиця 8.6. Хімічний склад різних видів золи, % [67].

Зола	K ₂ O	P ₂ O ₅	CaO
Соломи: пшеничної	13,6	6,4	5,9
житньої	16,2	4,7	8,5
гречаної	35,3	2,5	18,5
Стебел соняшнику	36,3	2,5	18,5
Дров: березових	13,8	7,1	36,3
соснових	6,9	2,0	31,8
ялинових	3,2	2,4	25,3
вербових	4,6	2,1	43,5
Гною	1,0	5,0	9,0
Торфу: низинного	1,0	1,2	20,0
верхового	0,3	0,5	3,0
Кам'яного вугілля:			
у чистому вигляді	0,1-0,4	0,1-0,4	–
сумісно з дровами	1,0	2,0	–

Всі види золи містять у своєму складі значну кількість різного роду основ, що визначає їх лужні властивості. У золи соломи середня лужність. З огляду на наявність у складі золи вапна, її найдоцільніше використовувати на кислих легких ґрунтах і торфовищах. Норму

внесення встановлюють залежно від вмісту в ній калію і фосфору. З екологічної точки зору використання золи привабливо тільки щодо золи, одержуваної при спалюванні хімічно необроблених видів біопалива.

Цінність золи як добрива обумовлена тим, що калій і фосфор в ній знаходяться в доступній для рослин формі. Калій в золі знаходиться у вигляді вуглекислого калію (K_2CO_3), добре розчиняється у воді і є найкращою формою добрив для культур, чутливих до хлору. Фосфор в золі знаходиться у формі сполук різної розчинності. Частина з них розчинна у воді, інша – в слабких органічних кислотах і слабких розчинах мінеральних кислот. Близько 3/4 всього фосфору, що міститься в золі, знаходиться в доступній для рослин формі. Разом з тим при взаємодії з ґрунтом, особливо кислим, і інша частина фосфору золи стає доступною для живлення рослин. У зв'язку з цим зола як джерело фосфору за своєю дією на врожай сільськогосподарських рослин не тільки не поступається дії розчинних у воді форм фосфорних добрив, але в ряді випадків і перевершує їх. Зола, внесена в ґрунт, створює на кислих підзолистих ґрунтах сприятливі умови не тільки для росту і розвитку рослин, а й для діяльності корисних мікроорганізмів і особливо аммоніфікуючих і нітрифікуючих бактерій. При внесенні золи у ґрунт слід враховувати концентрацію важких металів у ній, яка повинна бути менше, ніж гранично допустимі вимоги чинних нормативно-правових документів. Також зола здавна широко використовується в садах і городах для боротьби з шкідниками і хворобами рослин.

Висновки

За даними 2017 року, Вінницька область споживає 2747,3 тис. т у.п./рік, з яких 56% – вугілля, 35% – природний газ, 8% – нафта/нафтопродукти. Паливно-енергетичний баланс області є від’ємним по нафті/нафтопродуктам (-144,8 тис. т), природному газу (-821,5 млн. м³), вугіллю (-2081,3 тис. т) і мазуту. Разом з тим Вінницька область має доволі великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання – 1003,7 тис. т у.п./рік (технічно досяжний потенціал, 2017 р.). Повне застосування цього потенціалу може замінити близько **37%** річного споживання викопних палив. В першу чергу видається доцільним збільшувати енергетичне використання відходів сільського господарства і розвивати вирощування енергетичних культур.

Акцент на використанні того чи іншого виду біомаси має враховувати структуру місцевого потенціалу, яка, в свою чергу, залежить від цілої низки місцевих умов, таких як переважний розвиток рослинництва або тваринництва, наявність вільних земель для вирощування енергетичних культур, наявність переробних підприємств, лісгоспів, деревообробних підприємств і т.п. Для детального аналізу місцевих умов у нагоді може стати розроблена в рамках даного дослідження **онлайн-карта з використанням ГІС-технологій**. Карта містить багато шарів релевантної інформації у розрізі районів області, у тому числі потенціал різних видів біомаси, розташування лісгоспів, аграрних та інших підприємств, розташування вільних земельних ділянок та заповідних зон, інше. Накладання (комбінація) наявних шарів інформації дасть можливість провести обґрунтований аналіз і прийняти рішення щодо впровадження певного біоенергетичного проекту. Позитивною стороною розробленої онлайн-карти є можливість додавати на неї нові об’єкти і шари інформації по мірі їх появи/розробки. Карта може бути корисною для аналізу ситуації на рівні області в цілому або окремого району, а також може допомогти конкретному підприємству визначитися з видом і масштабом біоенергетичного проекту для його подальшого впровадження.

Для оцінки економічної ефективності біоенергетичних технологій в умовах Вінницької області проведені **техніко-економічне обґрунтування** варіантів використання біомаси/біопалива (котельня, тюки, тріска, дрова, пелети, брикети, солома, деревина, енергокультури). У більшості випадків термін окупності складає менше 5 років, що зазвичай вважається прийнятним для інвестиційного проекту. При реалізації проектів згідно представлених ТЕО, де термін окупності більше 5 років, необхідно додатково продумати шляхи здешевлення капітальних та/або операційних витрат з урахуванням місцевих умов (наприклад, використання дешевшого обладнання, палива і т.п.)

Для активізації використання біомаси в енергетичних цілях у Вінницькій області рекомендується створення **спеціалізованих комунальних підприємств** на базі об’єднаних територіальних громад області за такими напрямками: виробництво тріски з порубкових решток; заготівля деревного палива при відновленні та реконструкції захисних лісосмуг; вирощування енергетичних культур; заготівля відходів сільського господарства. В подальшому, при вдосконаленні відповідного українського законодавства, доцільним є створення енергетичних кооперативів.

Економічно доцільна комбінація різних видів діяльності (заготівлі різних видів біомаси) в рамках одного комунального підприємства (в майбутньому – кооперативу) залежить від місцевих умов. З урахуванням результатів виконаних попередніх ТЕО

вибирається найпростіший, найзрозуміліший вид діяльності та обов'язково перевірені технологія(ї) та надійне обладнання. Для Вінницької області це, наприклад, може бути організація виробництва паливних брикетів з сільськогосподарських відходів (наприклад, соломи), які можна використовувати у існуючих твердопаливних котлах об'єктів соціальної сфери. Після успішної реалізація проекту, стабільної роботи підприємства та аналізу поточної ситуації схему можна поступово ускладнювати. Покроковий підхід від простого та надійного до більш складного, але ефективного, з проміжним аналізом як поточної ситуації, так і перспектив на найближче майбутнє, є ключовим при комбінації діяльності потенційного комунального підприємства та успішного його функціонування.

Розвиток виробництва енергії з біомаси матиме **позитивний вплив на екологічну ситуацію** Вінницької області. Зокрема, це призведе до скорочення емісії ряду забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю (вплив від заміщення вугілля та інших викопних палив), а також покращить гумусний склад ґрунтів (вплив від вирощування енергетичних культур).

Додаток 1. Характеристика паливно-енергетичного комплексу Вінницької області за даними ГУСВ

Структура споживання палив у 2017 році

Вінницька область займає 8 місце серед регіонів України за часткою споживання палив (3,4% сумарного по країні річного обсягу споживання) [4]. У 2017 році в області загалом було використано **3706,2** тис. т у.п. [68], у тому числі 2705,5 тис. т (2004 тис. т у.п.) кам'яного вугілля, 886,9 млн. м³ (1020 тис. т у.п.) природного газу, 180,7 тис. щільних м³ (68 тис. т у.п.) дров для опалення (Рис. Д1.1, Табл. Д1.1).

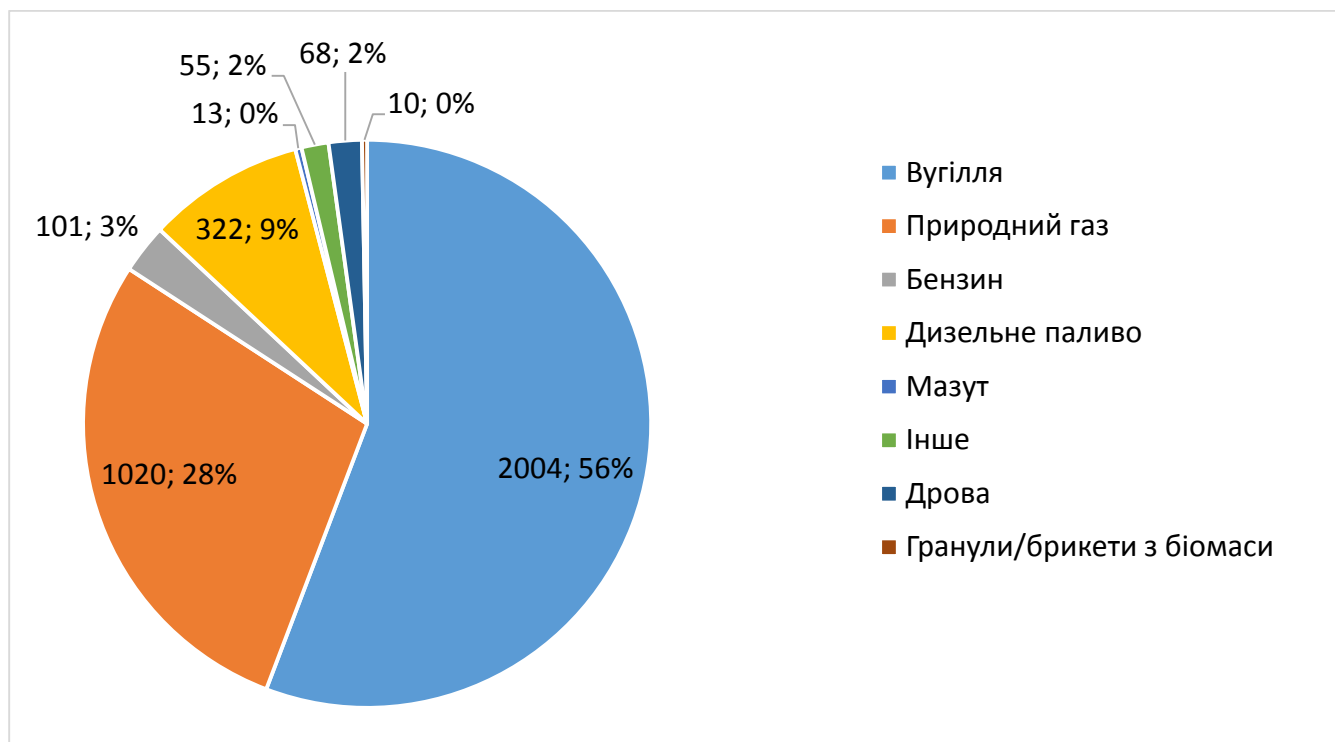


Рис. Д1.1. Структура загального споживання палив у Вінницькій області (тис. т у.п.), 2017 р. (загалом – 3706 тис. т у.п.)⁹

Із структури споживання палив видно, що найбільша частка припадає на вугілля (**56%**), на другому місці за обсягом використання – природний газ (**28%**), на третьому – дизельне паливо (9%). Згідно статистичних даних, обсяг споживання біопалив (дров, гранул, брикетів) склав всього близько 2% (78 тис. т у.п.).

Майже все вугілля (99,2% загального обсягу споживання у 2017 р., Табл. Д1.2) використовується на перетворення в інші види палива та енергії (на території Вінницької області розташована Ладижинська ТЕС на вугіллі). Із загального річного обсягу споживання природного газу, 57% (504,5 млн. м³) [4] відпущено населенню, а промисловістю використано 33% (293,4 млн. м³). Структуру використання палива за основними видами економічної діяльності наведено на Рис. Д1.2.

⁹ Перерахунок у тони умовного палива (т у.п.) зроблений авторами звіту, виходячи з натуральних одиниць згідно даних ГУСВ

(відсотків до загального обсягу)



Рис. Д1.2. Структура використання палива за основними видами економічної діяльності (загалом – 2944,7 тис. т у.п., без врахування обсягів споживання населенням) [4].

Таблиця Д1.1. Використання палива за окремими видами економічної діяльності у 2017 році [68].

Види палива	Використано ¹	Частка використання за окремими видами економічної діяльності, відсотків				
		сільське, лісове та рибне господарство	промисловість	будівництво	транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	підприємства та організації інших видів діяльності
Усього, тис. т у.п.	3706,2	7,9	82,6	0,6	2,3	6,6
у тому числі за окремими видами палива					0,0	
Вугілля кам'яне, тис. т	2705,5	1,8	97,2	0,0	2,2	1,0
Газ природний, млн.м ³	886,9	5,5	90,0	0,0	2,6	2,3
Бензин моторний, тис. т	67,4	13,0	9,2	1,1	12,0	74,1
Газойлі (паливо дизельне), тис. т	221,7	47,3	16,9	2,0	17,0	21,8
Мазути паливні важкі, тис. т	9,4	6,2	74,3	2,5	3,3	–
Пропан і бутан скраплені, тис. т	32,4	12,3	15,3	0,4	15,6	68,7
Оливи та мастила нафтові; дистиляти нафтові важкі, тис. т	3,2	46,5	33,2	1,4	2,3	3,3
Дрова для опалення, тис. м ³ щільних	180,7	39,7	21,4	0,1	2,7	36,5
Паливні брикети та гранули з деревини та іншої природної сировини, тис. т	17,8	0,6	66,2	0,2		30,3

¹ Дані підприємств, організацій та установ про використання палива на виробничо-експлуатаційні та комунально-побутові потреби, з урахуванням обсягів реалізованих населенню та роздрібного продажу через автозаправні станції.

Таблиця Д1.2. Структура витрат палива за напрямими використання у 2017 році [68].

Вид палива	Використано ¹	У тому числі			
		на перетворення в інші види палива та енергію	для неенергетичних цілей	кінцеве використання ¹	втрати при розподілі, транспортуванні та зберіганні
Усього	100,0	66,6	0,8	31,1	1,5
Вугілля кам'яне	100,0	99,2	–	0,8	–
Газ природний	100,0	32,7	–	61,9	5,4
Бензин моторний	100,0	0,1	–	99,9	–
Газойлі (паливо дизельне)	100,0	0,0	–	99,7	–
Мазути паливні важкі	100,0	70,9	–	29,1	–
Пропан і бутан скраплені	100,0	0,1	–	99,9	–
Оливи та мастила нафтові; дистиляти нафтові важкі	100,0	–	100,0	–	–
Дрова для опалення	100,0	50,0	6,2	43,8	–
Паливні брикети та гранули з деревини та іншої природної сировини	100,0	95,0	–	5,0	–

¹ Дані підприємств, організацій та установ про використання палива на виробничо-експлуатаційні та комунально-побутові потреби, з урахуванням обсягів реалізованих населенню та роздрібною продажу через автозаправні станції.

Таблиця Д1.3. Запаси палива (станом на 01.01.2018) [68].

Вид палива	Обсяг запасів палива	Приріст, зниження (–) запасів до 01.01.2017, %
Вугілля кам'яне, тис. т	165,6	15,5
Бензин моторний, тис. т	6,0	–5,7
Газойлі (паливо дизельне), тис. т	17,3	3,8
Мазути паливні важкі, тис. т	2,0	–50,5
Пропан і бутан скраплені, тис. т	0,8	2,3
Оливи та мастила нафтові; дистиляти нафтові важкі, тис. т	0,7	12,1
Брикети, котуни та подібні види твердого палива з торфу, тис. т	0,1	–64,9
Дрова для опалення, тис.м ³ щільних	39,0	–2,0
Паливні брикети/гранули з деревини та ін. природної сировини, тис. т	2,4	–18,2

Структура виробництва та споживання теплової і електричної енергії у 2017 році

Загальний річний обсяг виробництва теплової енергії у Вінницькій області становить **3069,3** тис. Гкал, електроенергії – **5006,2** млн. кВт·год [4]. Ліва частина електроенергії генерується на ТЕС (близько 94% річного обсягу) (Рис. Д1.3, Табл. Д1.4). Більша частина теплової енергії виробляється котельними (70% річного обсягу) (Рис. Д1.4, Табл. Д1.4).

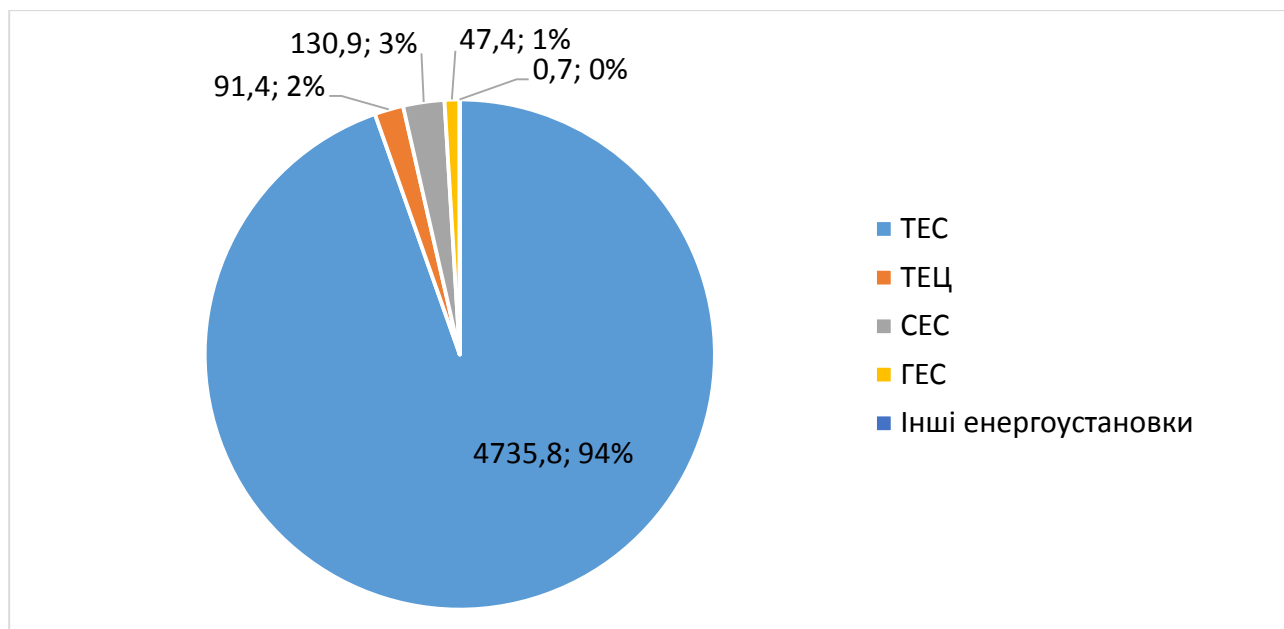


Рис. Д1.3. Структура виробництва електроенергії у Вінницькій обл. (млн. кВт·год), 2017 р. (загалом – 5006,2 млн. кВт·год)¹⁰

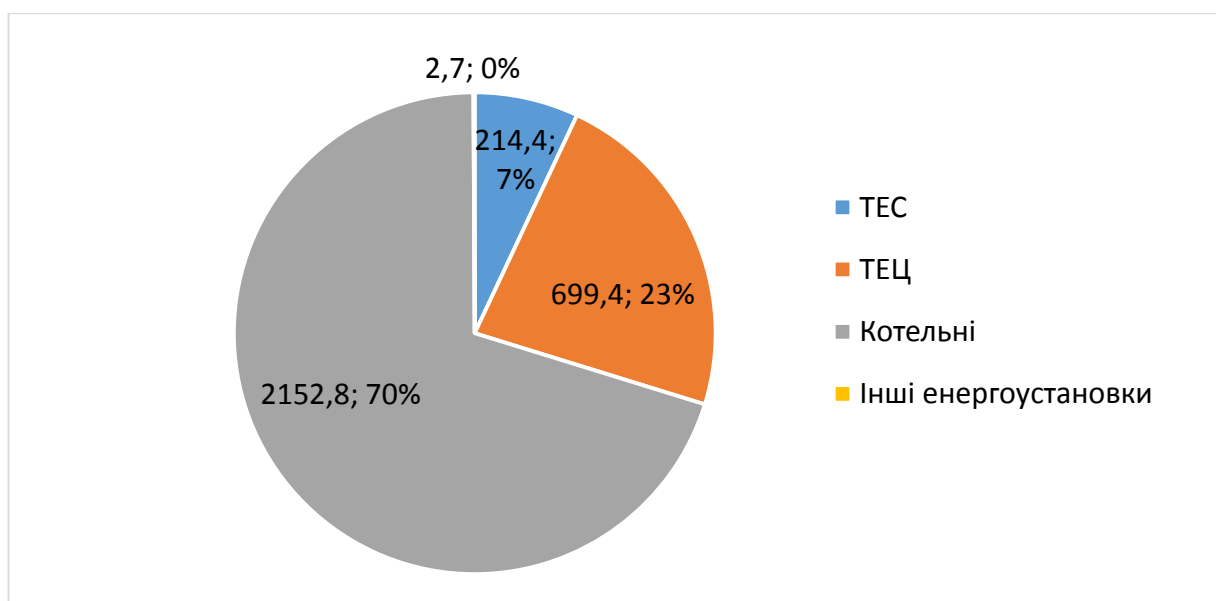


Рис. 1.4. Структура виробництва тепла у Вінницькій області (тис. Гкал), 2017 р. (загалом – 3069,3 тис. Гкал)¹⁰

¹⁰ Обсяг виробництва е/е та теплової енергії на ТЭС оцінений авторами звіту, виходячи з даних ГУСВ по інших джерелах генерації і загальному обсягу генерації. Фактичні дані по ТЭС статистикою не оприлюднюються через конфіденційність.

Населенню відпускається 62% (3099 млн. кВт·год) загального річного обсягу відпуску електроенергії і 29% (888 тис. Гкал) загального річного обсягу відпуску тепла, а промисловість використовує 22% (1110,5 млн. кВт·год) і 38% (1155 тис. Гкал), відповідно. Розподіл річного використання електроенергії та теплової енергії за видами економічної діяльності наведено на **Рис. Д1.5, Д1.6** та у **Таблиці Д1.5**.

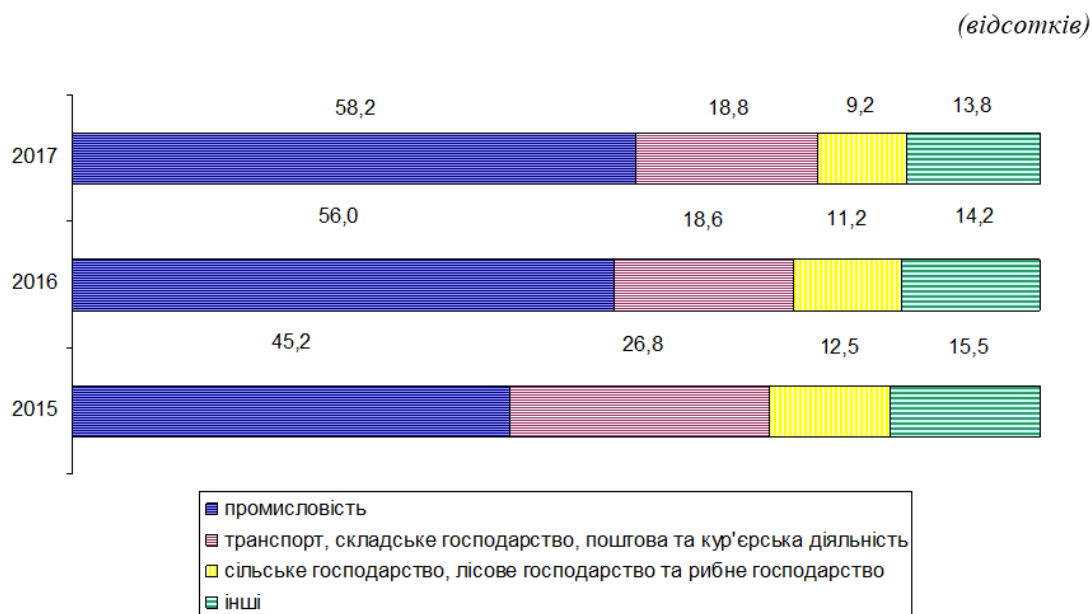


Рис. 1.5. Розподіл використання електроенергії за видами економічної діяльності (загалом – 1907 млн. кВт·год, без врахування обсягу відпуску населенню) [4].

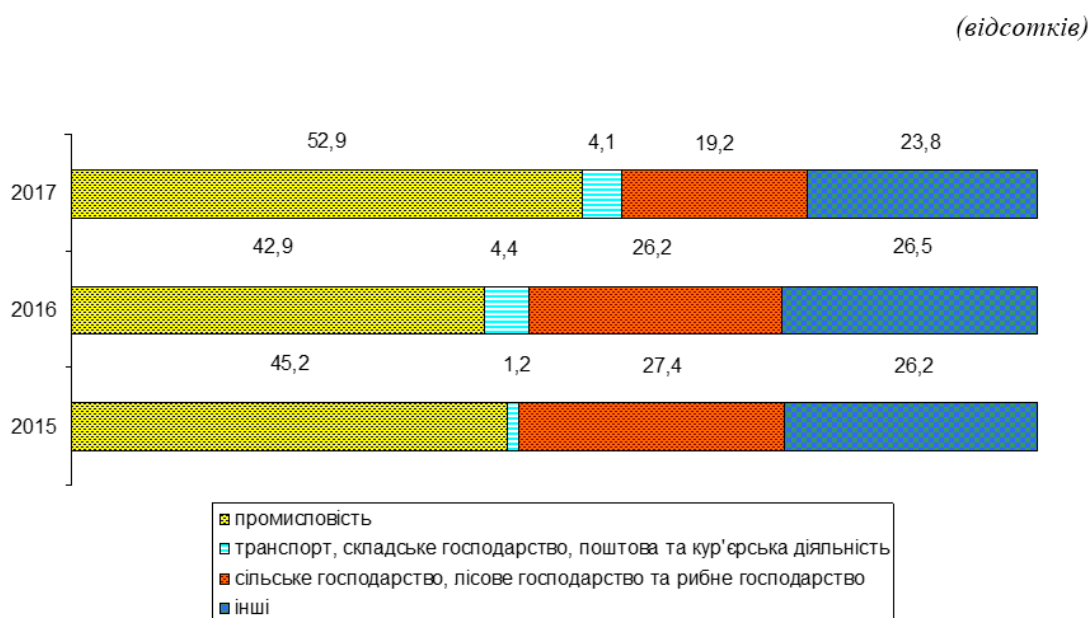


Рис. 1.6. Розподіл використання теплоенергії за видами економічної діяльності (загалом – 2181 тис. Гкал, без врахування обсягу відпуску населенню) [4].

Серед регіонів України Вінницька обл. займає 17 і 9 місце по частці використання, відповідно, електроенергії (2,1% загального обсягу) і теплової енергії (3,7%) [4].

Таблиця Д1.4. Потужність і відпуск енергії за джерелами постачання енергії за 2017 рік [69].

	Установлена електрична потужність, тис. кВт	Обсяг відпуску електричної енергії, млн. кВт·год	Установлена теплова потужність, Гкал/год	Обсяг відпуску теплової енергії, тис. Гкал
Усього	2011,1	5006,2	3008	3069,3
у тому числі				
теплові електростанції ¹	...	...	...	...
теплоелектроцентралі	45,1	91,4	540	699,4
атомні електростанції	–	–	–	–
вітрові електростанції	–	–	х	х
сонячні електростанції	137,5	130,9	–	–
гідроелектростанції	21,6	47,4	х	х
теплогенеруючі установки, котельні	х	х	2003	2152,8
інші енергогенеруючі установки	5,3	0,7	5	2,7

¹ Дані не оприлюднюються з метою забезпечення виконання вимог закону України «Про державну статистику» щодо конфіденційності статистичної інформації.

Таблиця Д1.5. Використання теплоенергії та електроенергії за основними видами економічної діяльності в 2017 році¹ [69]

	Теплоенергія, Гкал		Електроенергія, тис. кВт·год	
	обсяг використання теплоенергії - усього	витрати на виробництво продукції (виконання робіт)	обсяг використання електроенергії - усього	витрати на виробництво продукції (виконання робіт)
Усього	2181349	1487143	1907128	901259
у тому числі				
Сільське господарство, лісове господарство та рибне господарство	418428	380718	175154	145681
Промисловість	1154576	1049415	1110470	622567
Будівництво	2272	–	8922	6097
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	6225	–	34067	7589
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	88462	56351	359333	99062
Тимчасове розміщення й організація харчування	871	–	2025	201
Інформація та телекомунікації	3103	–	13536	74
Операції з нерухомим майном	13953	... ²	31608	2779
Професійна, наукова та технічна діяльність	17228	–	16148	11710
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	3249	... ²	9536	... ²
Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	235762	–	69920	4314
Освіта	115229	–	29213	135
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	115071	... ²	42416	865
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	3764	–	1805	–

¹ Без урахування обсягів, відпущених населенню. ² Дані не оприлюднюються з метою забезпечення виконання вимог закону України «Про державну статистику» щодо конфіденційності статистичної інформації.

Додаток 2. Енергетична культура павловнія

Павловнія (*Paulownia*) – деревоподібна енергетична культура з м'якою деревиною. Павловнію вирощують в Китаї понад 2000 років, в США – з 1800-х років, в Японії – з 1970 року. Науковими співробітниками Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України у 2017 році розпочато пошукові дослідження щодо вирощування павловнії в Україні, оскільки ця культура є новою для ґрунтово-кліматичної зони України. Рослини другого року вегетації на дослідній ділянці Інституту після технічного зрізу в травні 2018 року сягали вже більше 3 м на серпень 2018 року [70].

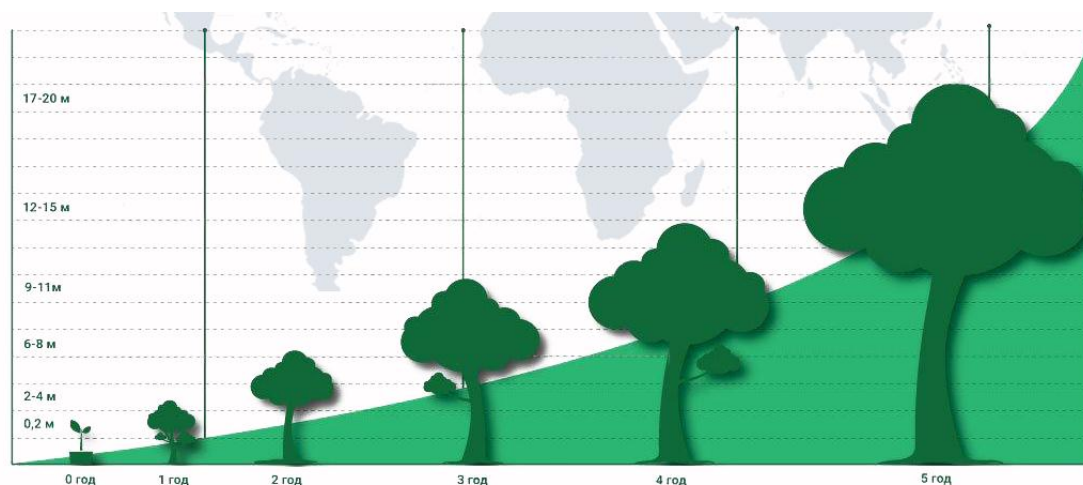


Рис. Д2.1. Загальний вигляд плантації павловнії [71].

Всього у світі налічується до 20 видів павловнії, з яких 6 видів висаджують для промислових плантацій: *P.Elongate*, *P.Fargesii*, *P.Fortunei*, *P.Giabrata*, *P.Taiwaniana*, *P.Tormentosa*. Вид ***Paulownia Clone in Vitro 112®*** – це штучно виведене і клоноване дерево, яке здатне виживати і розвиватися в *екстремальних умовах* (від $-25/-27^{\circ}\text{C}$ до $+45^{\circ}\text{C}$). Зареєстровано в 2007 році в Інституті Видів Рослин (офіційний орган ЄС). Має міжнародне визнання, європейський паспорт, європейський сертифікат якості і міжнародний дозвіл на торгівлю.

Компанія «Павловнія Груп Україна» (*Paulownia Group Ukraine*) [72] є єдиним офіційним представником на території України, який має всі сертифікати і договори для реалізації саджанців *Paulownia Clone In Vitro 112®*. Даний продукт гарантується ліцензією, сертифікатом якості TUV і Європейським паспортом. Компанія продає тільки гібридні рослини, *адаптовані до вирощування в Європі*. Гібрид стерильний і не може бути відтворений насінням. Розмножується шляхом клонування тільки в лабораторії, тому не рекомендується купувати насіння, коріння або інший посадковий матеріал невідомого походження в Інтернеті або Садових Центрах. Разом з рослинами надаються сертифікат походження і якості, міжнародний сертифікат реєстрації.

Набір біомаси павловнією складає до 150-160 т/га за три роки, щорічний приріст 3-5 м. Вже за п'ять років за оптимальних умов вирощування висота може сягати 20 м. Протягом цих років рослина поглинає в середньому 22 кг вуглекислого газу і звільняє 6 кг кисню на рік.



PAULOWNIA CLONE IN VITRO 112®

Рис. Д2.2. Швидкість росту павловнії [72].

Рослина являє собою високе рівне дерево з широкими листками (близько 70-80 см у діаметрі). Її ще називають «дерево-фенікс», оскільки павловнія самостійно регенерує з кореня і здатна рости в екстремальних температурних умовах і на різних типах ґрунтів. Також це дерево не виснажує родючий шар ґрунту, дає нові пагони після вирубки і не вимагає повторної посадки дерев протягом повних 4-5 робочих циклів. Тобто після кількох вирубок павловнія буде проростати знов і знов. Живе дерево довго – від 70 до 100 років [71].

Після вибору місця для посадки павловнії, одним із головних завдань є ретельна підготовка ґрунту. Чим легше і дренажніше буде ґрунт, тим легше буде вкорінюватися і розвиватися рослина. Кислотність допустима в діапазоні рН 5,1-8,9. Ґрунтові води не повинні бути ближче 2 м до поверхні. На важких глинистих і кам'янистих землях висадка не рекомендується. Готувати ґрунт найкраще з осені. За зиму земля добре вляжеться і насититься вологою. Навесні, при наявності потрібної температури, відразу можна приступати до посадки. Чим більше територія, тим більше окупність інвестиції. Рослини рекомендується висаджувати через кожні 4 м, тобто 625 саджанців на гектар. Найкраще висаджувати в квітні-травні. Заготовляти деревину можна після трьох повних років росту. Після першої вирубки дерево росте швидше без будь-яких додаткових інвестицій [73].

Павловнія є невибагливою, тому вартість обслуговування, культивування, внесення добрив, зрошення та інших операцій невисока. Але і ці вкладення окупаються доволі швидко за рахунок інтенсивних темпів приросту та обсягу кінцевої продукції. Деревина павловнії легка та рівна, що доволі важливий показник для переробників.

Насадження цієї культури здатні запобігати ерозійним явищам у родючих ґрунтових горизонтах, відновлювати в найкоротші терміни постраждалі ділянки землі від пожеж, зсувів, селів та інших природних руйнувань.

Перші спроби вирощування павловнії в Україні реалізовані на «Енергетичній фермі» в Борщеві Тернопільської області. «Енергетична ферма» в Борщеві – це українсько-норвезький проект «Створення центру для біоенергетики та управління місцевими енергоресурсами», мета якого вирощування спеціалізованих енергетичних культур, збільшення виробництва та безпосереднього використання біоенергії, розробка і впровадження в життя плану раціональної інфраструктури для енергетичної безпеки [74], [75].



Рис. Д2.2. Планація павловнії на «Енергетичній фермі» в Борщеві [76]

Додаткові характеристики деревини павловнії представлені нижче [45]:
 густина: зелене дерево 700-800 кг/м³, сухе дерево 300-310 кг/м³;
 твердість: 1,4 кН
 еластичність: 6,3 ГПа
 стійкість до розриву: 42 МПа
 стійкість до стискання: 20 МПа
 максимальна стійкість до шкідливих комах;
 споживання азоту зрілих дерев: 350 UF (форм-мочевина) азоту;
 теплота згорання: 4211,06 ккал/кг або 17,6 МДж/кг.

Додаток 3. Базові інструкції щодо наповнення онлайн-карти та користування ГІС-інструментом

У цьому додатку міститься опис основних можливостей та використання ГІС-інструменту. Використовуючи додаткові можливості онлайн карти можна суттєво підвищити цінність карти як джерела інформації (включаючи візуальну складову) для розвитку біоенергетики у Вінницькій області.

Усі дані, що стосуються ГІС-інструменту, містяться у папці проекту (**Рис. Д3.1**), яку можна копіювати та переносити на інші робочі місця для роботи з картою. Необхідна умова – наявність встановленої програми QGIS2.18 (<https://www.qgis.org/ru/site/forusers/download.html>) та доступ до стабільного та достатньо швидкого інтернету.

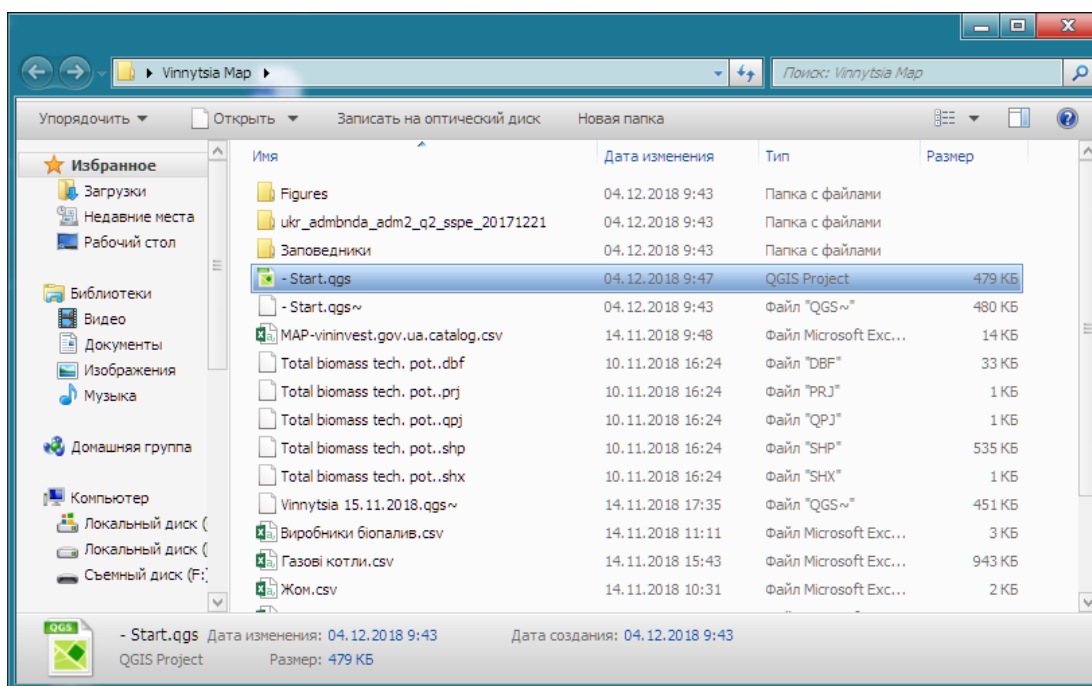


Рис. Д3.1. Папка проекту ГІС-інструменту з даними.

Папка може бути при необхідності перейменована, робочі файли в ній, які вже використовуються у проекті, перейменовувати не можна. Основний файл, який запускає весь проект (у даному випадку він називається -Start.qgs) перейменовувати можна (при необхідності).

При запуску проекту (у даному випадку за допомогою файлу -Start.qgs) з'являється основне вікно (**Рис. Д3.2**). Його вигляд може відрізнятися від приведенного, все залежить від останнього збереження проекту.

У вибраному варіанті за замовчуванням показаний загальний технічний потенціал біомаси у Вінницькій області у розрізах районів за 2017 рік (тис. т у.п.). Ознайомитися з даними щодо інших видів потенціалу можна деактивуючи непотрібні шари та активуючи шари, що цікавлять.

Після аналізу існуючої ситуації по районах області та визначення подальшого напрямку роботи для зручності сприйняття інформації можна деактивувати шари з потенціалами та задіяти шар районів Вінницької області.

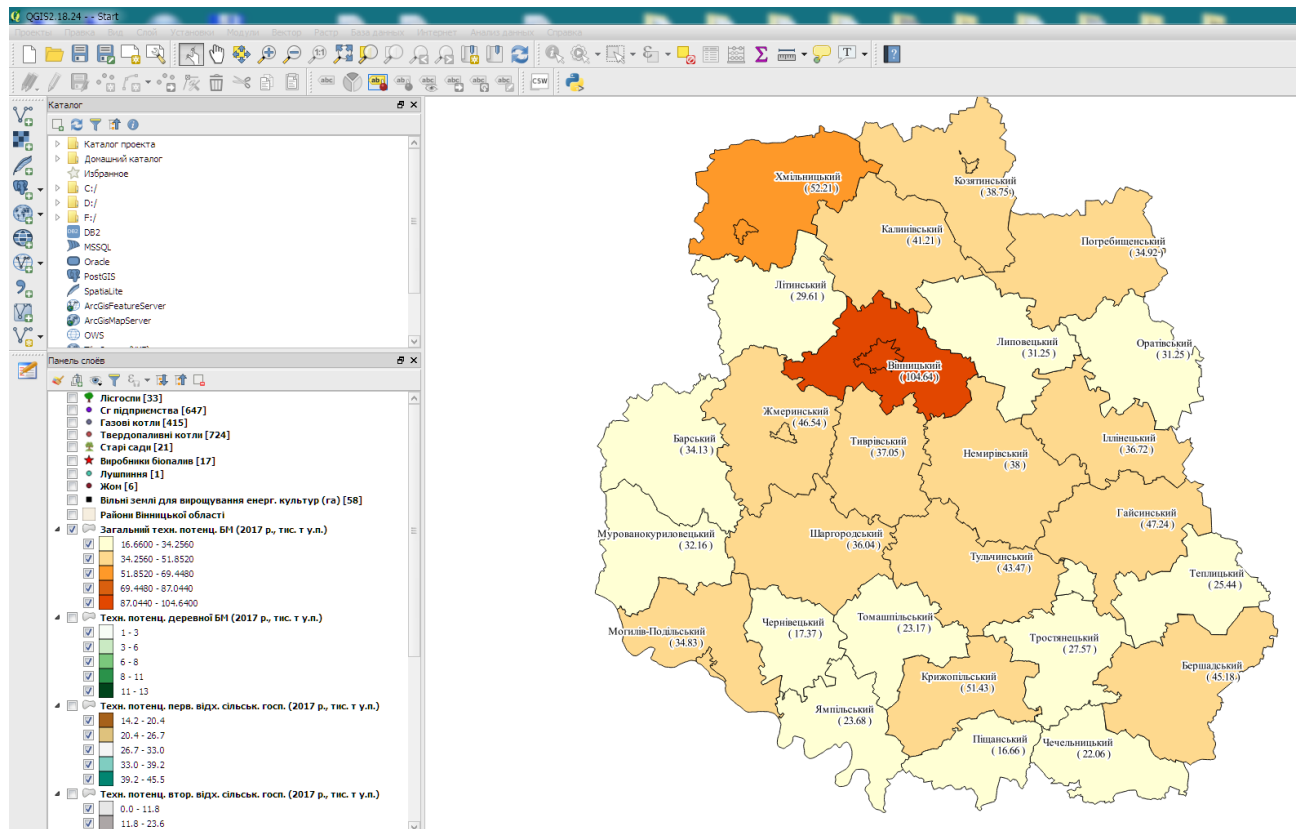


Рис. Д3.2. Загальний вигляд робочої області ГІС-інструменту.

Активуючи та деактивуючи шари із зібраною інформацією щодо сільськогосподарських підприємств області, наявного котельного обладнання, лісгоспів, виробників біопалив та ін., відповідальні особи, що приймають рішення, можуть проаналізувати ситуацію щодо можливості та/або доцільності використання біомаси як енергетичного ресурсу на якійсь окремо взятій території.

Збільшуючи масштаб карти можна проаналізувати місцеві умови, які можуть вплинути на розвиток біоенергетики – наприклад, наявність або відсутність шляхів під’їзду, транспортне плече, наявність або відсутність потенційних споживачів біопалива або його виробників, тощо. Крім того, будуть у нагоді вбудовані інструменти QGIS, наприклад, за допомогою інструменту вимірювання відстані (Рис. Д3.3, 1), можна оцінити відстань від старого саду (2), який може бути викорчований і в результаті цього утворена деревна біомаса, до Юрківської загальноосвітньої школи, де її потенційно можна спалити замість вугілля (або разом з ним) у існуючому котельному обладнанні.

Збільшуючи масштаб ще більше, підключається кадастрова карта, за допомогою якої можна побачити ситуацію щодо земельних ділянок на території, що аналізується (Рис. Д3.4). З урахуванням того, що ця карта безкоштовна, вона не видає інформації по ділянкам, тому є необхідність паралельно використовувати онлайн Публічну кадастрову карту України (<http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta>), де ця інформація присутня.

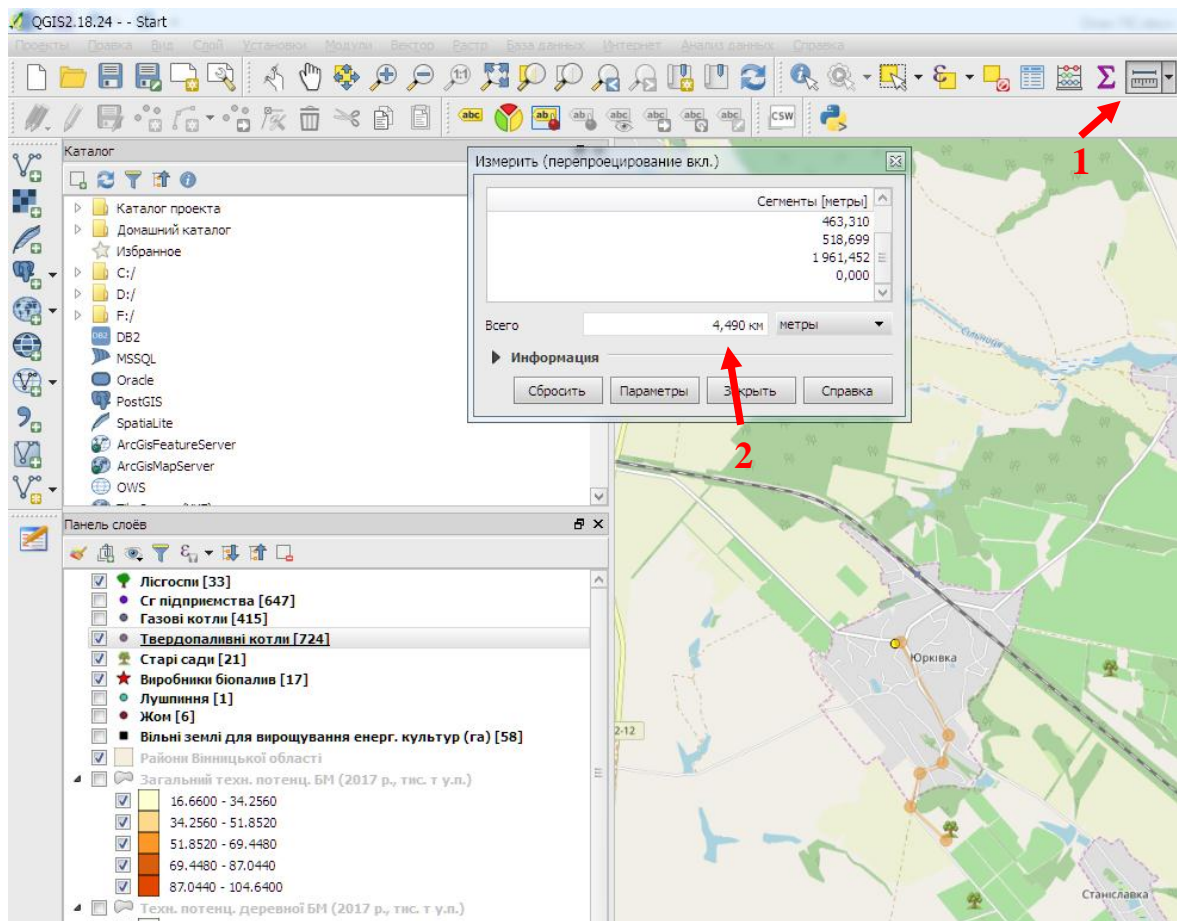


Рис. ДЗ.3. Вимірювання відстані.

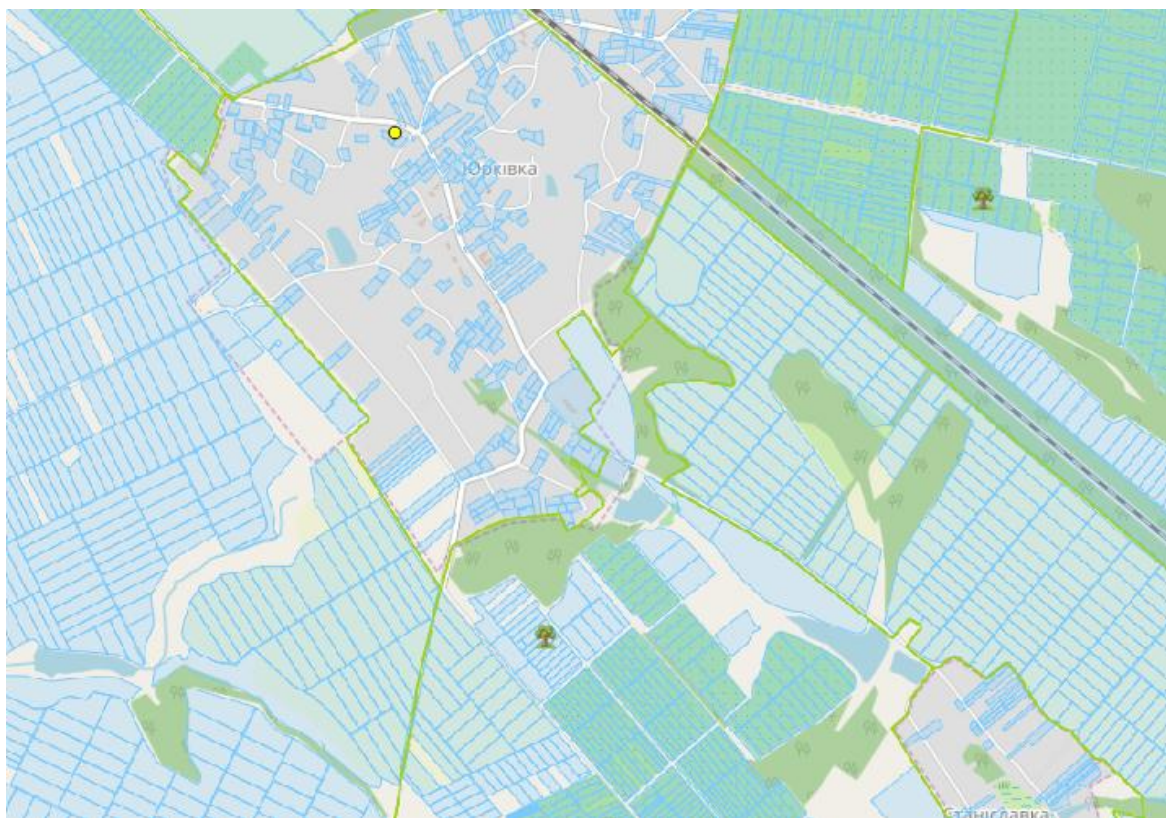


Рис. ДЗ.4. Підключення кадастрової карти.

Для розвитку ГІС-інструменту та його ефективнішого використання доцільно додавати додаткові шари з необхідною інформацією по важливим для прийняття зважених рішень об'єктам, включаючи їх координати, для відображенні на карті Вінницької області. Нижче приведений короткий опис прикладу даної процедури.

Перш за все необхідно створити масив даних по об'єктам у MS Excel. Приклад показаний на **Рис. Д3.5**. Інформація по об'єкту може бути будь-якою, так як і її послідовність, основна вимога – наявність чітких координат (обведені на рисунку). Для їх визначення доцільно використовувати сервіс карт Google (<https://www.google.com.ua>).

ID	Company_name	Address	Contacts	Fruit_tree	Area_ha	Latitude	Longitude	Bmpotential_t
1	ТОВ «Комарівці» (ЄДРПОУ: 34918457)	Барський район, с. Комарівці, вул. Олега Шепанського, буд. 1	04341-3-34-36, 04341-2-14-51, 04341-2-54-79, 067-432-24-20, 067-432-39-52	яблуна	160	49.116428	27.639630	432
2	ТОВ «Міжлісся» (ЄДРПОУ: 34918462)	Барський район, с. Міжлісся, вул. Святого Михайла, 1а	04341-3-46-56, 04341-2-14-51, 04341-2-24-62, 06743-2-39-52	яблуна	200	49.040440	27.768015	540
3	ПАТ «Винниччина» (ЄДРПОУ: 00414150)	Барський район, с. Шипинки, вул. Пролетарська, 57, вул. Дружби, 35	04341-3-22-12, 04341-3-83-40, 04341-3-24-79, 067-268-61-27, 096-248-09-18, 050-445-09-98	яблуна	200	48.886256	27.769513	540
4	СФГ «Сади Поділля» (ЄДРПОУ: 33143080)	Барський район, с. Терешки	04341-3-33-35, 04341-3-33-40	яблуна	200	49.023179	27.627693	540
5	СФГ «Перлина Поділля» (ЄДРПОУ: 30870731)	Барський район, с. Попівці, вул. Яблунева, 1	04341-3-88-72, 043-411-33-72, 050-183-16-61, 096-291-83-57, 099-065-29-89, 067-113-61-79, 096-291-83-57	яблуна	80	48.905119	27.867371	216
6		Барський район с. Меліже	0432-58-13-44,					

Рис. Д3.5. Створення Excel-файлу з даними для шару.

Наступним кроком є збереження інформації у форматі csv та підтвердження, що необхідно використовувати цей формат (**Рис. Д3.6**).

Важливо! Доцільно усі робочі файли (xlsx та csv) зберігати у папці проекту для того, щоб не втратити дані та забезпечити коректну роботу програми QGIS.

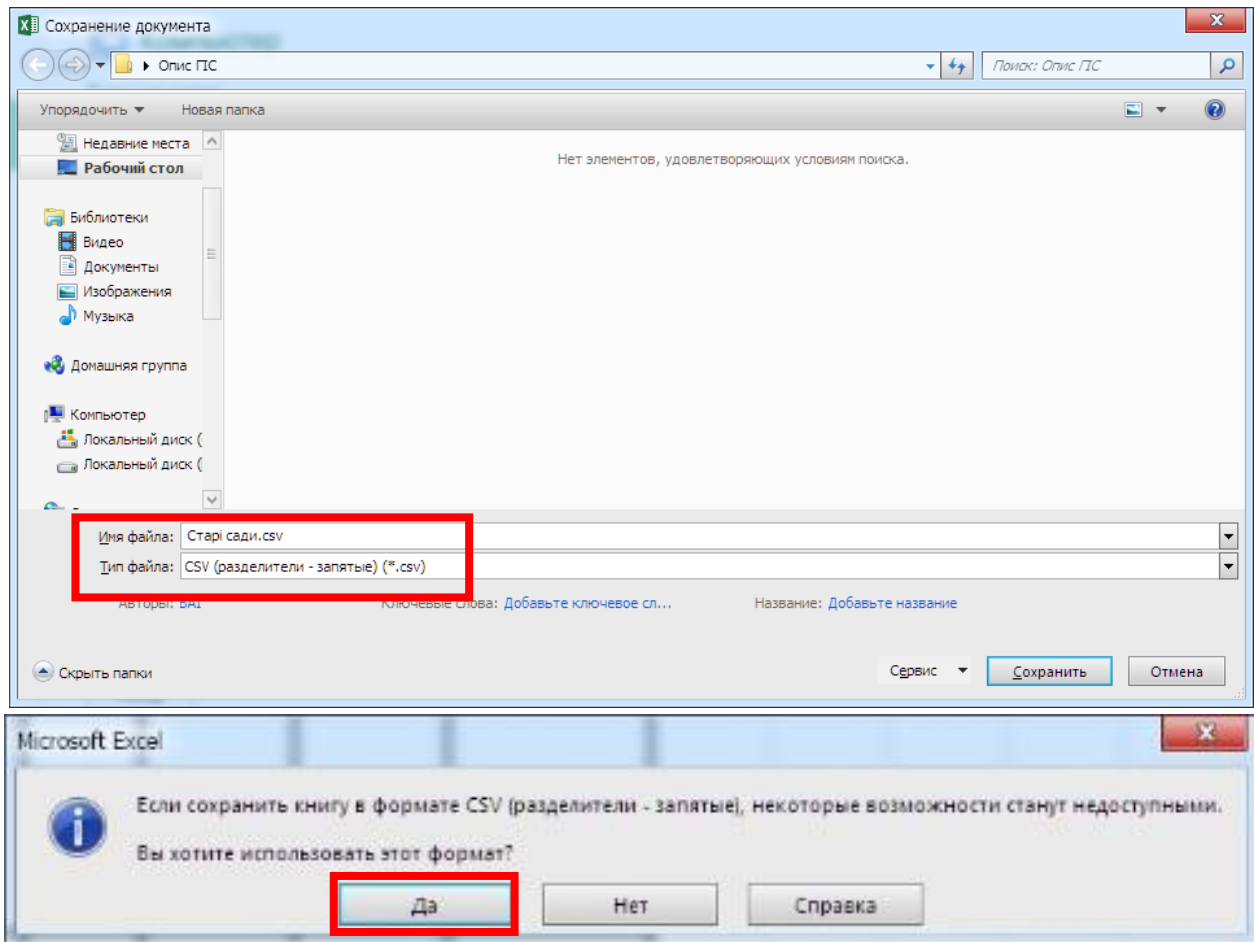


Рис. ДЗ.6. Збереження файлу у форматі csv.

Додавання шару до проекту відбувається через меню програми QGIS: Слой – Добавить слой – Добавить слой CSV (Рис. ДЗ.7).

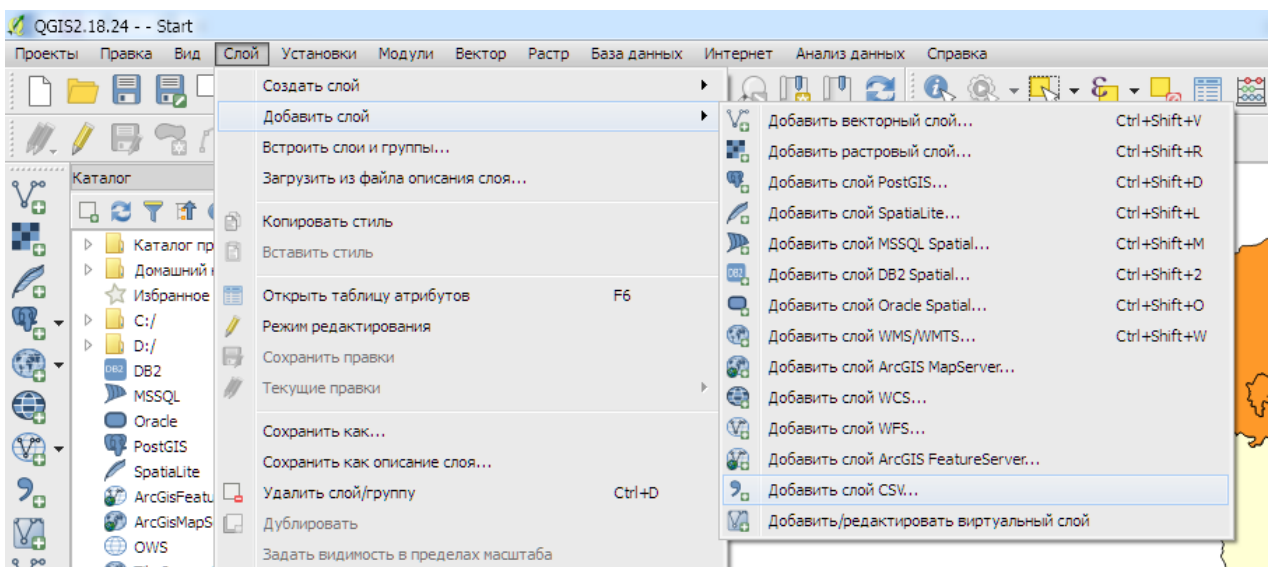


Рис. ДЗ.7. Додавання шару з файлу csv.

Вибравши необхідний файл, необхідно впевнитися, що усі дані відображаються коректно, включаючи координати точок, та розміщені у «правильних» комірках (Рис. ДЗ.7).

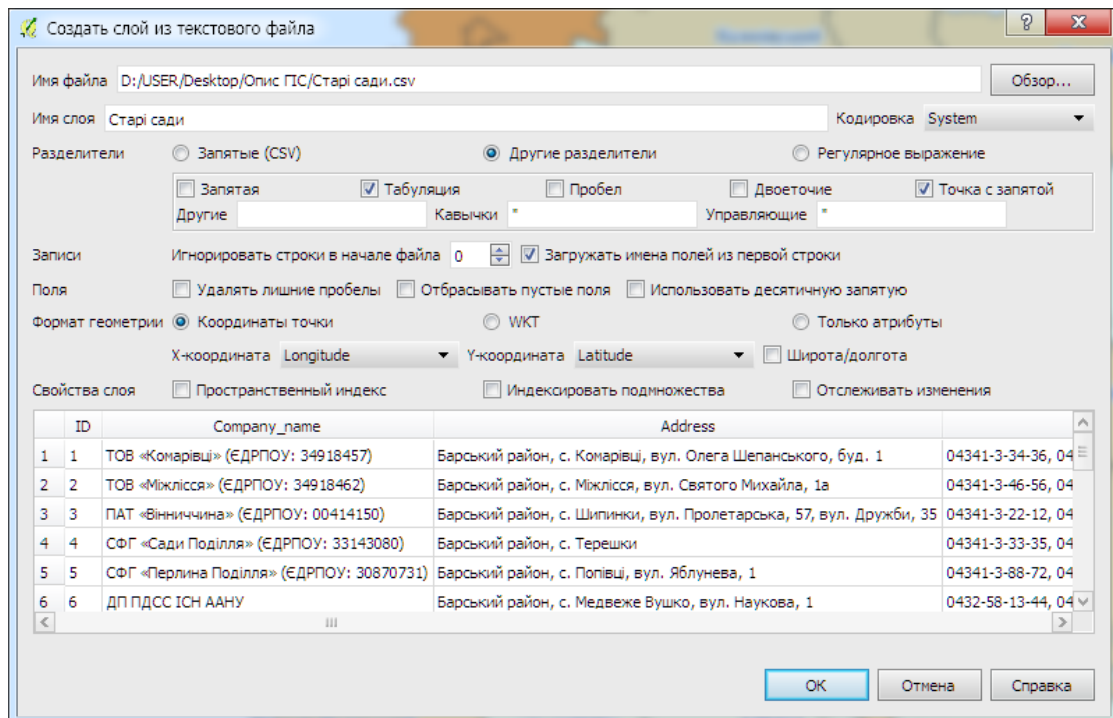


Рис. ДЗ.7. Створення шару з файлу csv.

У наступному вікні при виборі системи координат натиснути «відміну».

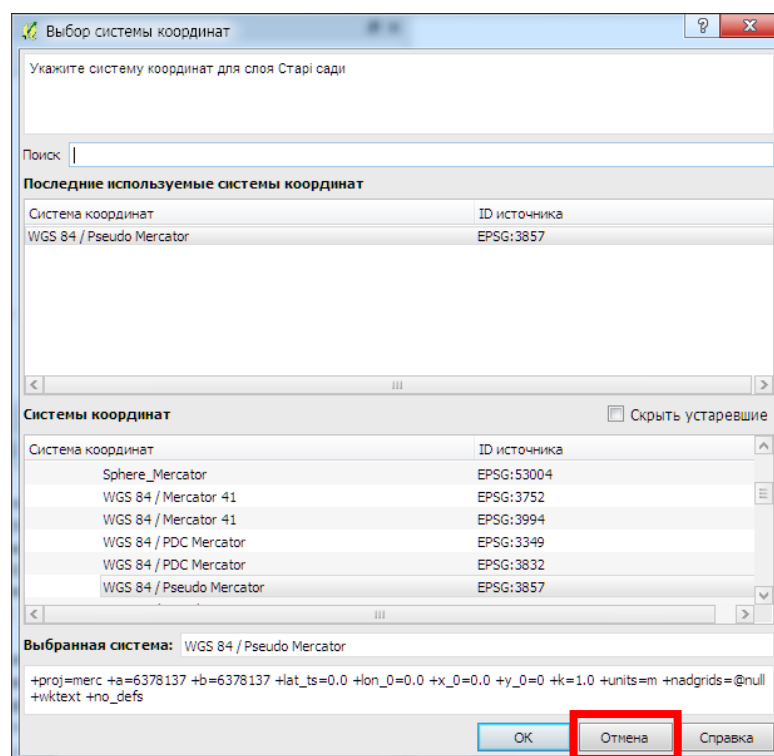


Рис ДЗ.7. Вибір системи координат.

Шар з'явиться у «Панелі шарів» (Рис Д3.8). Вибравши його, за допомогою правої кнопки мишки (ПКМ) можна визвати вікно «Свойства» та налаштувати бажані параметри шару, такі як форма, розмір та колір маркеру, назву шару, підписи, і т.п.

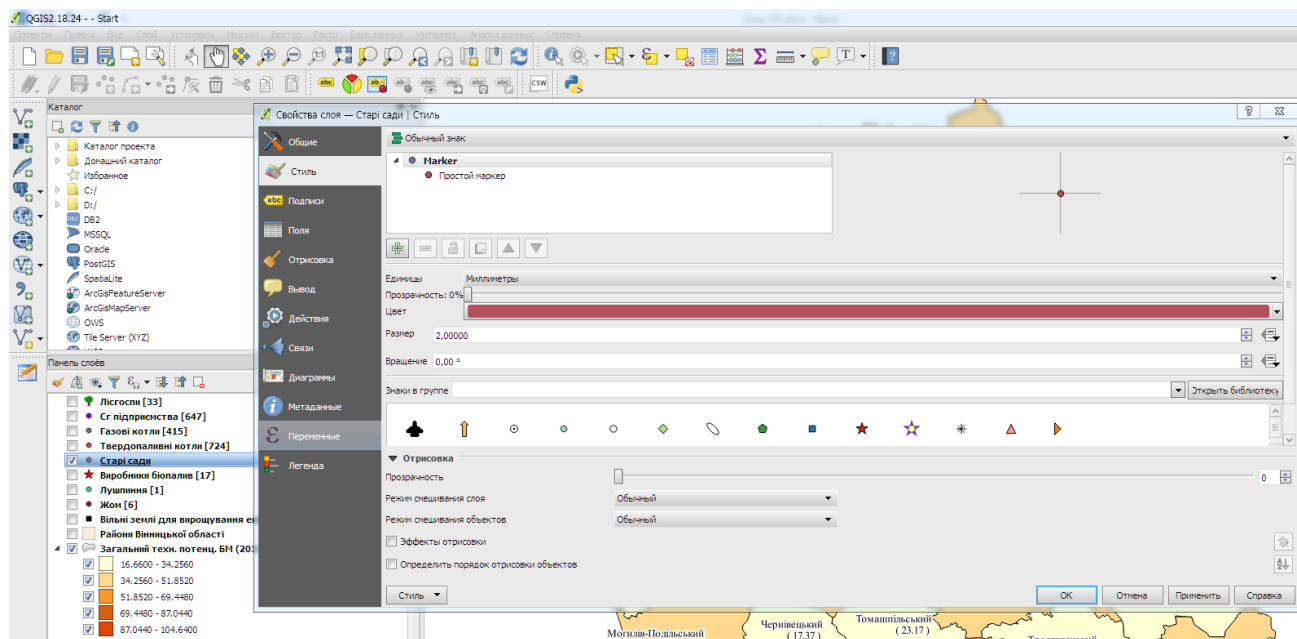


Рис Д3.8. Налаштування відображення шару.

Позиція шару може бути легко змінена його перетягуванням при затиснутій лівій кнопці мишки (ЛКМ).

Для роботи з об'єктами шару необхідно його виділити на «Панелі шарів» (1) (Рис. Д3.9), вибрати інструмент виділення на панелі інструментів (2), вибрати об'єкт, що цікавить, на карті ЛКМ та відкрити таблицю атрибутів шару (3), де і буде виділена стрічка з усіма даними об'єкту.

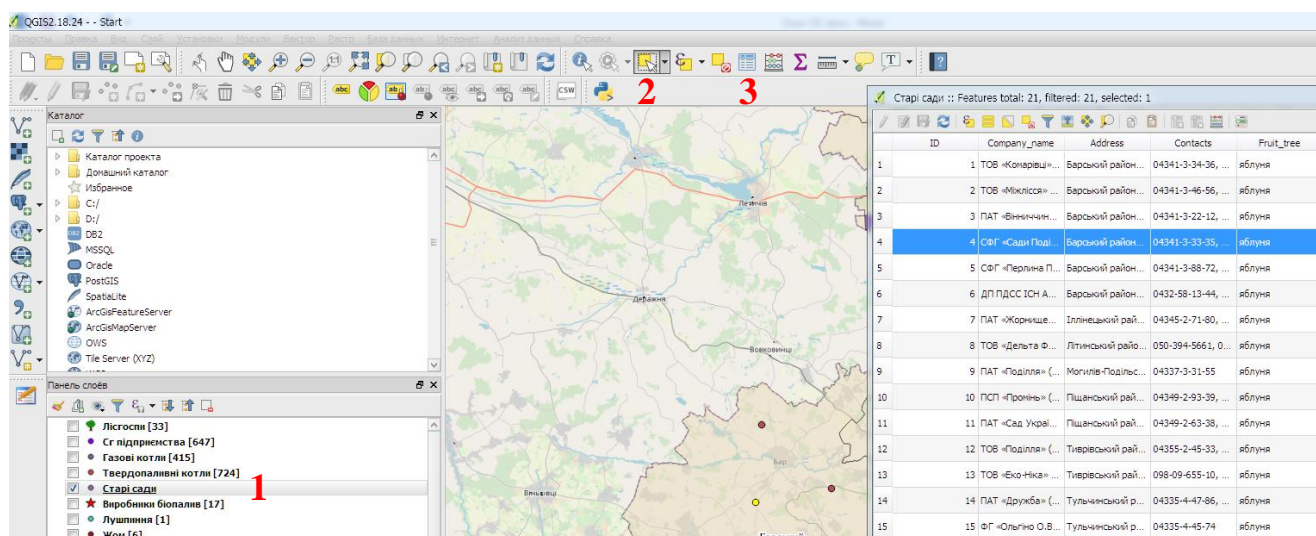


Рис Д3.9. Робота з об'єктами шару.

Можна зробити навпаки (**Рис. ДЗ.10**) – у таблиці атрибутів виділити об’єкт, що цікавить (1), натиснути піктограму (2) і даний об’єкт буде підсвічений на карті (3).

Часто виникає необхідність вносити зміни або додавати додаткову інформацію у шари, що відображаються на карті. У цьому випадку при непрацюючій програмі QGIS необхідно відкрити відповідний файл csv у MS Excel, не зважаючи на попередження (**Рис. ДЗ.11**), внести в нього правки та зберегти (**Рис. ДЗ.12**). Усі внесені зміни будуть враховані при наступному запуску програми QGIS.

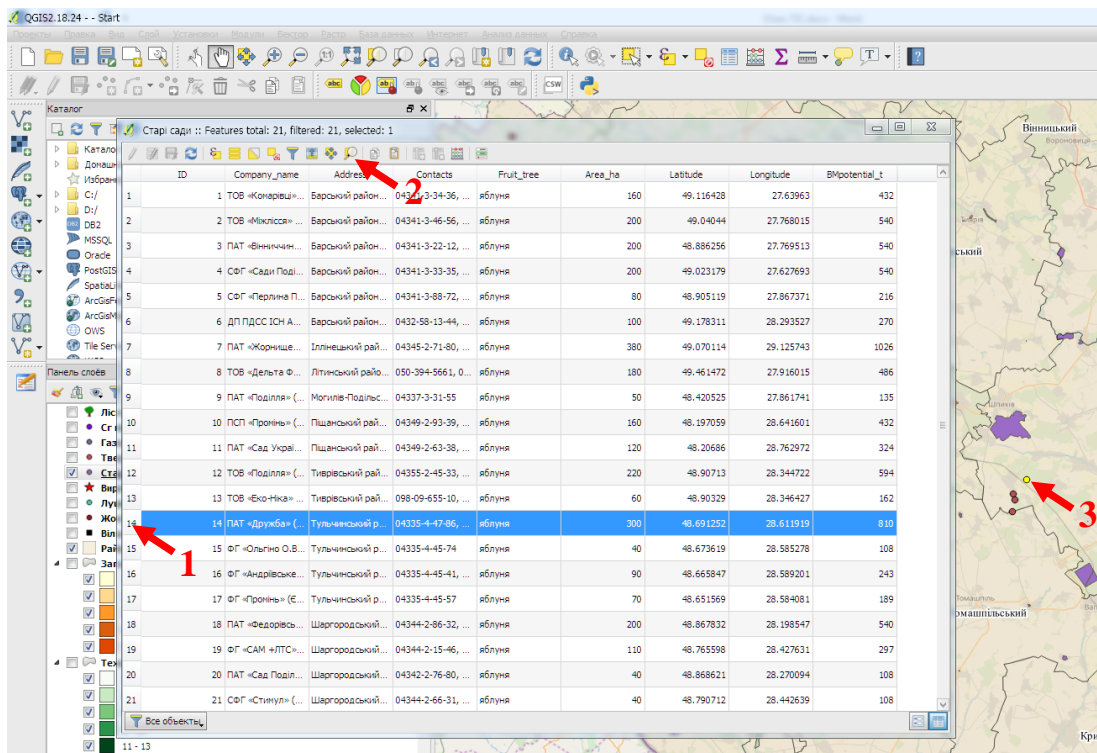


Рис ДЗ.10. Знаходження об’єкта на карті через таблицю атрибутів.

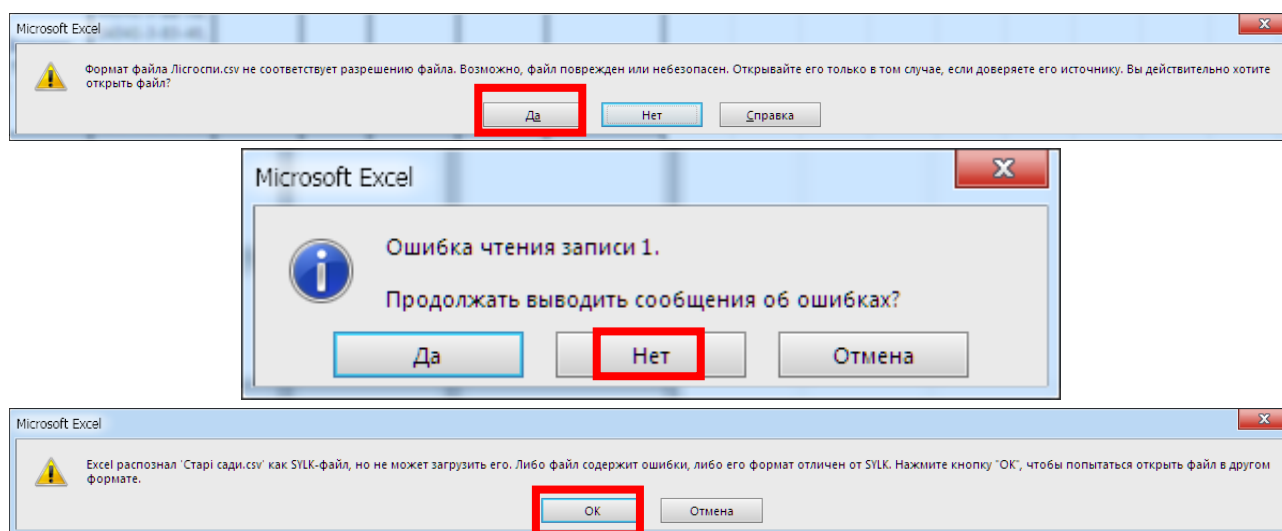


Рис. ДЗ.11. Попередження при відкритті файлу csv у MS Excel.

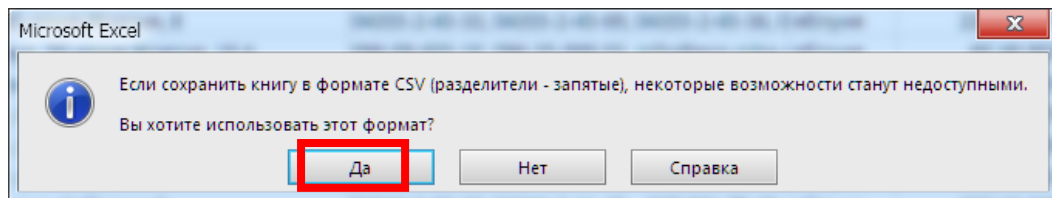


Рис. Д3.12. Збереження файлу csv.

Для внесення змін у значення потенціалів по районах Вінницької області (наприклад, при їх перерахунку за 2018 рік) необхідно (Рис. Д3.13): виділити ЛКМ «Загальний техн. потенц. БМ (2017 р., тис. т у.п.)» (1), відкрити таблицю атрибутів (2), включити режим редагування (3), в кінці таблиці у відповідні стовпчики внести нові дані для районів, підтверджуючи кожне введення клавішею Enter (увага на послідовність районів!), – Wood, Pr.ag.res, Sec.ag.res, En.plant, Tot.biom (відповідно Деревна біомаса, Первинні відходи сільського господарства, Вторинні відходи сільського господарства, Енергетичні культури, Зведений енергетичний потенціал біомаси). Наступні кроки – зберегти зміни (4), відключити режим редагування (5), зберегти проект (6), закрити програму QGIS та знову відкрити проект.

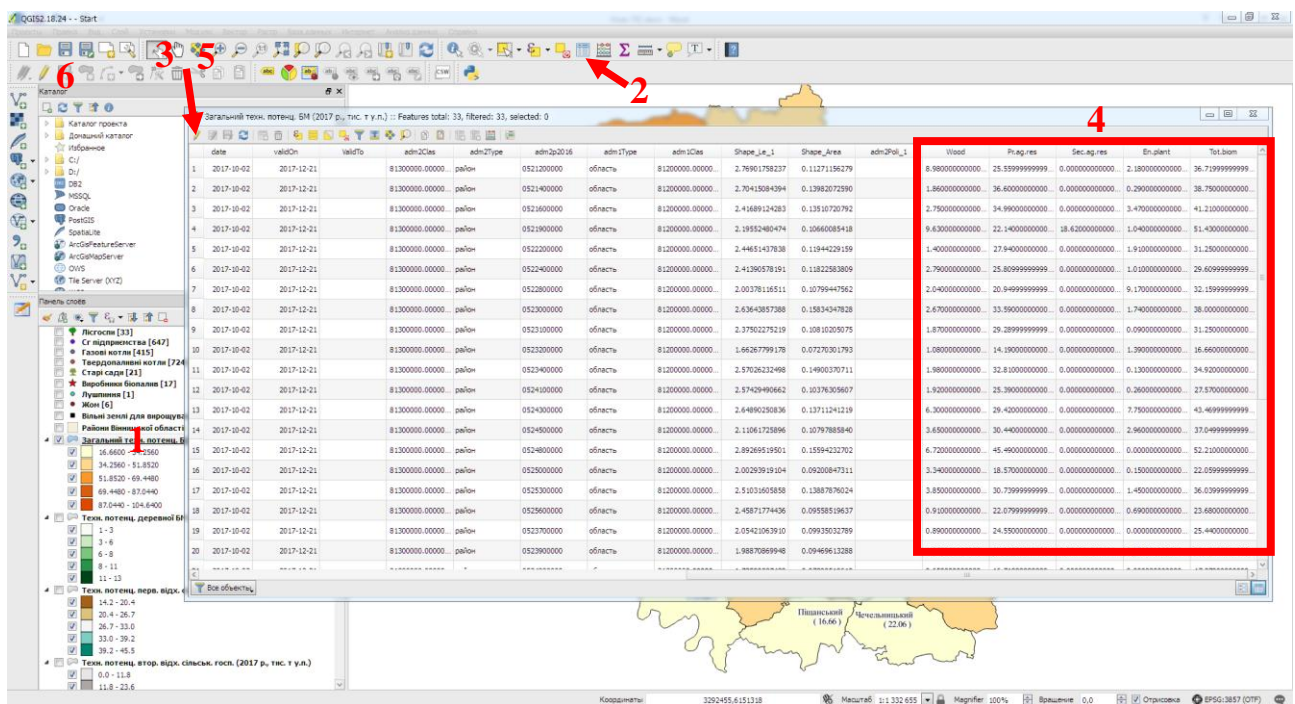


Рис. Д3.13. Внесення змін у значення потенціалів при їх перерахунку для наступних років.

Додаток 4. Оцінка вартості збирання і доставки порубкових решток до дороги для виробництва деревної тріски

Вихідні дані та припущення	
Лісогосподарське підприємство розташоване у Вінницькій області. Рубка головного користування. Запас деревини – 240 куб. м/га. Обсяг утворення порубкових решток від ліквідної деревини – 14%; 80% загального обсягу забирається для переробки у тріску.	
Відстань транспортування до дороги, км	5
Вихід порубкових решток, щільн. куб. м/га	27
Ціна дизельного пального, грн./л з ПДВ	29,2
Площа вирубки, га	10
Маса 1 скл. куб. м сучків, кг/куб. м	151
Щільн. куб. м, кг/куб. м	700
Норма амортизації, років	8
Відрахування на технічне обслуговування і ремонт, %	5
Кількість куч порубкових решток, шт./га	10
Обсяг деревини порубкових решток на 1 кучі, щільн. куб. м	2,7
Маса деревини порубкових решток на 1 кучі, кг	1890
Обсяг деревини порубкових решток на 1 кучі, куб. м	13
Об'єм порубкових решток для причепа, куб. м	26

Характеристика та орієнтовна вартість обладнання

Найменування обладнання	Кількість од.	Вартість за од., тис. грн.	Ціна, тис. грн.
Трактор МТЗ-82.1	1	540	540
Маніпулятор із захватом	1	100	100
Тракторний причеп 2ПТС-4	1	150	150
Всього			790

Тривалість роботи, годин	Орієнтовне нормативне річне завантаження, год./рік	Відрахування на ТО і ремонт, %	Витрати на ТО і ремонт, грн.	Амортизація, грн./т	Питомі витрати на ТО і ремонт, грн./т	Питомі витрати на амортизацію, грн./т
173	1600	5	4278	10696	23	57

Тривалість етапів по заготівлі і логістиці порубкових решток

Найменування етапу та обладнання	Відстань перевезення, км	Продуктивність, м ³ /год.	Загальні обсяги робіт	Тривалість робочого дня, годин	Тривалість загальна, днів	Обрана тривалість, днів	Уточнене завантаження, годин
1. Збирання порубкових решток, т			189				
МТЗ-82.1 + маніпулятор + причеп		10	125				
2. Перевезення порубкових решток до дороги, т	5		189				
МТЗ-82.1 + маніпулятор + причеп		26	48				
РАЗОМ:			173	8	22	22	176

Розрахунок витрат на оплату праці при річних обсягах заготівлі порубкових решток у 189 т

Посада	Кількість, чол.	Годинний тариф, грн./год.	Ставка, грн./міс.	Нарахування на ФЗП	Сума з нарахуванням, грн.	Питомі витрати, грн./т ³
Тракторист	1	48	7999	1760	9759	52
Вантажники	2	24	4008	882	9870	52
Всього з нарахуваннями					19539	104

Витрати на паливо при річних обсягах заготівлі

Найменування обладнання	Витрати палива, л/год.	Кількість годин роботи	Кількість палива, л	Загальна вартість палива, грн.	Питома вартість палива на 1 т, грн./т
Трактор МТЗ-82 збирання	7	125	876	25584	135
Трактор МТЗ-82 транспортування	12	48	578	16868	89
Всього				42452	225

Результати розрахунку

ВСЬОГО на вивезення 1 т порубкових решток без амортизації, ТО і ремонту техніки	328 грн./т
ВСЬОГО на вивезення 1 т порубкових решток з амортизацією, ТО і ремонтом техніки	407 грн./т

Додаток 5. Стадії реалізації проектів з вирощування енергетичних культур

Детальну інформацію щодо впровадження проектів з вирощування енергетичних культур можна знайти у «Практичному посібнику для представників агропромислового комплексу з використання біомаси в якості палива у муніципальному секторі України» [85]. Нижче представлено короткий опис основних етапів таких проектів.

1. Вибір земельної ділянки. Аналіз кліматичних умов для вирощування та вимоги до ґрунтів.

На першій стадії реалізації проекту необхідно визначитися із розміром та розташуванням земельної ділянки, а також вибрати енергетичну культуру (культури) для вирощування, виходячи із місцевих природно-кліматичних умов.

2. Підготовка ділянки

Вирощування деревних енергетичних культур на сільськогосподарських землях вимагає такої ж ретельної підготовки ґрунту перед посадкою, як і для традиційних культур. Технологія підготовки ґрунту є аналогічною підготовці ґрунту під овочеву групу культур та залежить від стану земельної ділянки (забур'яненості, вирівняності поверхні ділянки), а також від обраної технології посадки саджанців. В даному контексті важливим фактором успішності проекту протягом його життєвого циклу є ефективна боротьба з бур'янами в передпосадковий період та період 1-го року росту.

3. Планування ділянки. Схеми посадки

Схеми висаджування швидкозростаючих деревних культур повинні бути розроблені таким чином, щоб забезпечити належний доступ усіх машин та механізмів, задіяних у технологічному циклі вирощування та збору. Важливо передбачити достатню ширину незасаджених ділянок по периметру, зокрема передбачених для розвороту техніки. На таких ділянках доцільно культивувати місцеві трав'янисті культури, що збільшить біорізноманіття в зоні насаджень. У разі використання автоматизованої техніки для збору врожаю ширина ділянок для розвороту техніки повинна складати щонайменше 6-7 м.

4. Закладання саджанців

Період та спосіб закладання саджанців залежить від виду деревної культури, форми посадкового матеріалу, загальної площі насаджень, наявної техніки, вартості робочої сили, планів збору врожаю тощо.

Висаджування проводять як машинним способом, так і вручну. Зазвичай, довгі прутки висаджують за допомогою спеціальних посадочних машин (**Рис. Д5.1**), короткі – вручну. Короткі саджанці можуть висаджуватись також машинним способом, що передбачає попередню порізку довгих прутків автоматизованим або ручним способом.

5. Догляд

Догляд за плантаціями поєднує в собі 4 основних процедури:

- контроль бур'янів у 1-й рік після посадки;
- контроль розмноження комах-шкідників;
- перший зріз після 1-го року росту;
- внесення добрив.



Рис. Д5.1. Висаджування довгих прутків верби машинним способом [85].

Для ефективної боротьби з бур'янами відразу після посадки саджанців рекомендується вносити досходові гербіциди. В подальшому протягом перших місяців проводять ретельний механічний та/або гербіцидний контроль бур'янів.

У разі виявлення проблем із комахами-шкідниками на ділянці рекомендується вносити інсектициди одночасно з гербіцидами.

б. Збір урожаю: вихід біомаси, періодичність, властивості товарних продуктів

Збір урожаю швидкозростаючих деревних плантацій є критично важливою ланкою протягом життєвого циклу проекту, оскільки витрати на збір складають 50-80% загальних виробничих витрат.

Збір урожаю проводиться в зимовий період після опадання листя та до початку брунькування, в ідеалі – по мерзлому ґрунту без значного снігового покриву. Методи збору врожаю можуть залежати від цілого ряду факторів:

- виду та різновиду рослини: кількість та діаметр стебел;
- виду кінцевого товарного продукту: тріска, гранули, колоди;
- якості кінцевого товарного продукту: форма тріски, вологість;
- наявності техніки: власна техніка чи орендована;
- форми висадки саджанців: одно- чи дворядна схема, відстань між рядами;
- площі та форми ділянки: мала чи велика площа, чи є похилі ділянки;
- обсягів заготовлюваної деревини: логістичні умови, період між збором урожаю;
- вологості ґрунту: прохідність техніки для збору.

Загалом під час першого збору врожаю стебла зрізують якомога ближче до поверхні землі, в подальшому – на 1-2 см вище від попереднього зрізу. Зріз повинен бути рівним (без утворення волокнистої бахроми), а площа зрізу стебла – мінімальною.

Вихід біомаси енергетичних деревних плантацій з 1 га залежить від кліматичних умов у районі вирощування (кількість опадів, температурні показники протягом року) та типу ґрунтів, а тому запорукою високих урожаїв є підбір найбільш відповідного для конкретної місцевості виду та клону культури. Окрім цього, суттєво впливає також практика управління проектом за його життєвий цикл – від посадки до збору врожаю.

Періодичність збору врожаю насамперед визначається типом товарного продукту, який має бути отримано. Для деревної тріски/гранул періодичність збору типово складає 3-4 роки. Після 20-30 років культивування плантацій їх або пересаджують, або ж замінюють іншими культурами.

Існують різні методи збору врожаю деревних плантацій. Одним із методів є зрізання та одночасне подрібнення стебел до тріски за одну операцію. За іншим – стебла зрізують та залишають у полі для попереднього підсушування (в формі стрижнів або подрібнених до заготовок). При цьому операція з отримання товарної тріски з підсушеної деревини проводиться окремо.

Для збору врожаю використовується наступна техніка та обладнання:

- спеціальна лісозаготівельна машина (харвестер): переважно потребує додаткової техніки/обладнання для подрібнення стебел;
- причіпне обладнання до трактора 3-х типів: з комбінованим зрізанням та подрібненням, лише зрізанням або лише подрібненням;
- спеціалізований самохідний комбайн або модифікований кормозбиральний/бурякозбиральний комбайн: дозволяє одночасно зрізати та подрібнювати стебла;
- ручне та механізоване ручне обладнання (садові ножі, бензопили, тримери тощо).

Для збору верби використовують також метод «біотюкування», що пропонується, наприклад, компанією Anderson Group (Канада). Метод полягає у спресуванні довгих тонких стебел в тюки, зазвичай круглі (подібно тюкам соломи).

7. Подрібнення

Існує три основних види техніки для подрібнення:

- подрібнювач барабанного типу: характеризується значним шумовим навантаженням та підвищеною небезпекою для оператора; при подрібненні тонких стебел верби може давати неякісну тріску;
- дисковий подрібнювач: енерговитратніший у порівнянні з подрібнювачем барабанного типу, проте дозволяє виготовляти більш якісну тріску (однорідної форми та розміру);
- подрібнювач шнекового типу: використовується для отримання кускового біопалива, довжина якого визначається кроком шнеку; одним із недоліків є необхідність заточки ножа великого розміру.

8. Зберігання

Для отримання придатних для потреб енергетики товарних продуктів з деревини зібраний урожай необхідно підсушувати. Чим сухішим є матеріал, тим вища його теплотворна здатність на одиницю маси. Крім того, позбуваємося ряду негативних наслідків при зберіганні свіжої тріски (наприклад, утворення грибків, самозаймання, втрати біомаси за рахунок біологічних процесів та ін.).

Скорочення та умовні позначення

АДЕ – альтернативні джерела енергії
АПК – агропромисловий комплекс
БАУ – Біоенергетична асоціація України
БГ – біогаз
БГУ – біогазові установки
ВДЕ – відновлювані джерела енергії
ВОКСЛП – Вінницьке обласне комунальне спеціалізоване лісгосподарське підприємство
ГЕС – гідроелектростанція
ГІС – геоінформаційна система
ГУСВ – Головне управління статистики у Вінницькій області
ДП – державне підприємство
ДСС – дослідно-селекційна станція
ДССУ – Державна служба статистики України
ЖКГ – житлово-комунальне господарство
ЗППЕ – загальне постачання первинної енергії
ЗТ – «зелений» тариф
ЗУ – Закон України
ІБКіЦБ – Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків
КГУ – когенераційні установки
КП – комунальне підприємство
МХП – Миронівський хлібопродукт
НААН – Національна академія аграрних наук
НКРЕКП – Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг
НКРЕ – Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики
НПДВЕ – Національний план дій з відновлюваної енергетики
ОДА – обласна державна адміністрація
ОЖК – олійно-жировий комбінат
ОТГ – об'єднана територіальна громада
ОУЛМГ – обласне управління лісового та мисливського господарства
ПЗЛС – ползахисні лісосмуги
ПАТ – публічне акціонерне товариство
ПГ – природний газ
ПДВ – податок на додану вартість
ПЕК – паливно-енергетичний комплекс
ПЕР – паливно-енергетичні ресурси
ПЗЛС – ползахисні лісові смуги
РДА – районна державна адміністрація
СЕС – сонячна електростанція
СЕТ – система електронної торгівлі
ТЕ – тепла енергія
ТЕО – техніко-економічне обґрунтування

ТЕС – теплова електростанція
ТЕЦ – теплоелектроцентрально
ТПВ – тверді побутові відходи
ЦТ – централізоване тепlopостачання

Q_n – нижча теплота згорання
W – вміст вологи
 m^3 щ. – m^3 щільний
н.е. – нафтовий еквівалент (теплота згорання 41,9 МДж/кг)
с/г – сільське господарство
с.р. – суха речовина
т.п. – технічний потенціал
у.п. – умовне паливо (теплота згорання 29,33 МДж/кг)

Список використаних джерел

1. Статистичний збірник «Регіони України» частина 1, 2017. ДССУ, 2017 р.¹¹
<http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Дані Державного агентства лісових ресурсів України
http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=101934&cat_id=32
3. Статистичний збірник «Рослинництво України» 2017, ДССУ, 2018 р.
4. Статистичний збірник «Паливно-енергетичні ресурси області», ГУСВ, 2018 р.
5. Статистичний збірник «Паливно-енергетичні ресурси України», ДССУ, 2017 р.
6. Дані, отримані від Вінницької ОДА.
7. Дані, отримані від ГУСВ на замовлення.
8. Дані, отримані від ДССУ на замовлення.
9. Дані ДССУ «Витрати палива за напрямками використання за 2017 рік».
10. НКРЕКП: Інформація про об'єкти альтернативної енергетики, яким встановлено "зелений" тариф (станом на 01.11.2018)
http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/elektro/energo_pidpnyemstva/stat_info_zelenyi_taryf/2018/stat_zelenyi-taryf.10-2018.pdf
11. <http://agrobudtehnologii.com.ua/>
12. Інвестиційний портал Вінниччини. Альтернативна енергетика
<http://vininvest.gov.ua/menyu/galuzi-dlya-investuvannya/alternativna-energetyka>
13. Посібник «Комплексний аналіз українського ринку пелет з біомаси». Проект GEF/UNDP, 2016 рік
http://uabio.org/img/files/docs/kompleksnii_analiz_ukrayinskogo_rinku_pelet_z_biomasi.pdf
14. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Схвалено розпорядженням КМУ № 605-р від 18.08.2017)
<http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80>
15. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. Затверджено розпорядженням КМУ № 902-р від 01.10.2014
<http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80>
16. Концепція реалізації державної політики у сфері теплопостачання. Схвалено розпорядженням КМУ № 569-р від 18.08.2017
<http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/569-2017-%D1%80>
17. Закон України «Про альтернативні види палива» № 1391-XIV від 14.01.2000 (із змінами)
<http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>
18. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» № 555-IV від 20.03.2003 (із змінами)
<http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15>
19. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про теплопостачання» щодо стимулювання виробництва теплової енергії з альтернативних джерел енергії» № 1959-VIII від 21.03.2017 <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1959-19>
20. Закон України «Про теплопостачання» № 2633-IV від 02.06.2005 (із змінами)
<http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15>

¹¹ Посилання на веб-сайт ДССУ можливі тільки на головну сторінку.

21. Порядок встановлення, перегляду та припинення дії "зеленого" тарифу на електричну енергію для суб'єктів господарської діяльності та приватних домогосподарств.
Затверджено постановою НКРЕ № 1421 від 02.11.2012 (із змінами)
<http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1957-12> ; <http://www3.nerc.gov.ua/index.php?id=5253>
22. Порядок розрахунку середньозважених тарифів на теплову енергію, вироблену з використанням природного газу, для потреб населення, установ та організацій, що фінансуються з державного чи місцевого бюджету, її транспортування та постачання.
Затверджено постановою КМУ № 679 від 06.09.2017
<http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/679-2017-%D0%BF>
23. Постанова НКРЕКП № 1122 від 28.09.2018 (із змінами) <http://www.nerc.gov.ua/?id=34882>
24. Держенергоефективності, середньозважені тарифи
<http://saee.gov.ua/uk/content/serednozvazheni-taryfy>
25. Правила рубок головного користування (розділ VI Очищення місць рубок). Затверджено Наказом Держкомлісгоспу від 23.12.2009 N 364
<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0085-10>
26. Анна Пастух. Створення енергетичних кооперативів в Україні: юридичні аспекти.
Презентація на семінарі «Біоенергетичне селище – шлях до сталого і самодостатнього енергозабезпечення», 18.02.2016, Київ
http://saee.gov.ua/sites/default/files/6_EC_Pastukh.pdf
27. <https://www.kmu.gov.ua/ua/news/248841733>
28. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Жовмір М.М., Матвеев Ю.Б., Дроздова О.І. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. Частина 1. Відходи сільського господарства та деревна біомаса // Промислова теплотехніка. – 2010, т. 32, № 6, с.58-65.
29. Аналітичні матеріали Біоенергетичної асоціації України
<http://uabio.org/activity/uabio-analytics>
30. <https://vinwood.gov.ua/derzhlisgosp.html>
31. <http://vinagrolis.com/pidrozdily/>
32. Дані Державного агентства лісових ресурсів України
http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=101934&cat_id=32
33. ДОПОВІДЬ про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області (2016 рік). Вінницька ОДА. Департамент екології та природних ресурсів
https://menr.gov.ua/files/docs/Reg.report/%D0%92%D1%96%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%94%D0%BE%D0%BF_2016.pdf
34. <http://vioil.com/ua/about-us/manufacturing/>
35. Статистичний бюлетень «Збір урожаю с/г культур, плодів та ягід у Вінницькій області за 2017 рік», ГУСВ, 2018 р.
36. <http://vin.gov.ua/news/ostanni-novyny/5982-tsukrova-haluz-vinnychchyny-na-sohodni-ienaipotuzhnishoiu-v-ukraini>
37. Інвестиційний портал Вінниччини. Райони та міста
<http://vininvest.gov.ua/menyu/rajoni-ta-mista/zhmerinskij-rajon>
38. Аналітична записка БАУ № 10 «Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні», 2014 рік
<http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-10-ua.pdf>

39. <http://zno.academia.in.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=2442&chapterid=537>
40. <http://33kanal.com/plantaciyu-energetichnix-verb-visadili-u-severinivci.html>
41. <http://dfrr.minregion.gov.ua/region-news?NID=1549>
42. Роїк М.В. ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН НА БІОПАЛИВО. Презентація на Семінарі «Стале вирощування біоенергетичних культур на малопродуктивних землях України», 06.11.2018, Ялтушківська дослідно-селекційна станція ІБКіЦБ (Барський район, Вінницька область)
<http://bio.gov.ua/bioenergy/news/provedeno-seminar-stale-vyroshchuvannya-bioenergetychnyh-kultur-na-maloproduktyvnyh-zemlyah-ukrayiny-proekt-seemla-programy-goryzont>
http://www.bio.gov.ua/sites/default/files/documentation/royik_m.v.pdf
43. Олександр Ганженко. "Стале вирощування біомаси на маргінальних землях в Європі. Проект SEEMLA програми ЄС Горизонт 2020". Презентація на Інформаційному дні «Використання малопродуктивних земель для вирощування сталої біоенергетичної сировини – додатковий дохід для аграріїв», 12 грудня 2017 р., Київ
<http://www.uabio.org/uabio-news/3453-infoday-energy-crops-for-bioenergy-in-ukraine-materials>
http://www.uabio.org/img/files/Events/pdf/7_Ganzhenko_FORBIO_12122017.pdf
44. Олександра Трибой. Демонстраційний майданчик проекту FORBIO в Україні. Презентація на Інформаційному дні проекту FORBIO в Черкасах «Стале використання агробіомаси для енергетики – додатковий дохід для аграріїв», Черкаси, 16 травня 2018 року <http://uabio.org/img/files/Events/pdf/tryboi-secbiomass-UkraineCaseStudySite-results-infoday-forbio-cherkasy-16052018.pdf>
45. <http://paulowniagroup.com.ua/specifications/>
46. Дані Держгеокадастру – лист № 0-2-0.2-14245/2-18 від 09.10.2018, надісланий Департаменту ЖКГ, енергетики та інфраструктури Вінницької ОДА.
47. Інвестиційний портал Вінниччини. Каталог <http://vininvest.gov.ua/catalog/>
48. <http://greenenergy-bg.blogspot.com/p/biomass.html>
49. Звіт НТЦ «Біомаса» «Дослідження ринку біопалива рослинного походження в Україні та Київському регіоні», 2013 рік.
50. J. Poustis. Profitability of short rotation crop resources for bio-fuels: Miscanthus plantation in the south west of France. Presentation, 2014
http://www.efimed.efi.int/files/attachments/efimed/events/2014/miscanthus_enermass_montpellier_january_2014.pdf
51. Аналітична записка БАУ № 7 «Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні», 2014
<http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-7-ua.pdf>
52. V.R. Birwatkar, Y.P. Khandetod, A.G. Mohod and K.G. Dhande. Physical and thermal properties of biomass briquetted fuel // Ind. J. Sci. Res and Tech., 2014, 2(4), p. 55-62
<http://www.indjsrt.com/administrator/modules/category/upload/12-16.pdf>
53. K. Shinnars, J. Friede. Energy requirements for biomass harvest and densification // Energies, 2018, 11, 780 <http://www.mdpi.com/1996-1073/11/4/780>
54. <https://www.qgis.org/uk/site/>

55. <https://www.qgis.org/uk/site/forusers/download.html>
56. Дані ГУСВ
<http://www.vn.ukrstat.gov.ua/index.php/statistical-information/5324-2010-12-09-10-24-03.html>
57. Посібник «Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні» (Додаток Е. Типові показники біомаси як палива), 2016. Проект USAID <http://uabio.org/img/posibnyk-onovlenyi-2016.pdf>
58.
<http://www.rosteplo.ru/w/%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%D0%B2%D1%8B%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%8B%D0%B2%D0%B0%D0%B5%D0%BC%D1%8B%D1%85%D0%BA%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%BC%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D1%83>
59. Forest Biomass and Greenhouse Gas Emissions.
http://www.dnr.wa.gov/Publications/em_forest_biomass_and_air_emissions_factsheet_8.pdf
60. A.B. Ross, J.M. Jones, S. Chaiklangmuang et al. Measurement and prediction of the emission of pollutants from the combustion of coal and biomass in a fixed bed furnace. Fuel 81 (2002), pp. 571-582 <http://www.equichannel.cz/data/userfiles/1349325-1-coalBM.pdf>
61.
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9%D0%B3%D0%B0%D0%B7>
62. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52016PC0767R%2801%29>
63. Рябцев Г.Л. Аналітична записка «Аналіз потреб ТЕС і ТЕЦ України у вугіллі та оцінка можливості їх задоволення в 2018 році. Національний інститут стратегічних досліджень <http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/ugol-b2329.pdf>
64. Жовмир Н.М., Гелетуха Г.Г., Железная Т.А., Сленкин М.В. Обзор технологий совместного сжигания биомассы и угля на электрических станциях зарубежных стран // Промышленная теплотехника, 2006, т. 28, №2, с. 75-85.
<http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/61393/11-Zhovmir.pdf?sequence=1>
65. Грунтовий покрив Вінниччини: генезис, склад, властивості та напрями ефективного використання : монографія / Я. Г. Цицюра, Л. Ф. Броннікова, Л. В. Пелех. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. – 452 с. <http://repository.vsau.org/getfile.php/15836.pdf>
66. Микола Роїк. Екологічні аспекти вирощування біоенергетичних рослин і використання поживних залишків сільськогосподарських культур на біопаливо. Міжнародний семінар «Агровідходи для біоенергетики. Проблеми та рішення», 27 вересня, 2018 року, м. Київ.
<http://uabio.org/img/files/Events/pdf/6-mykola-royik-workshop-agro-residues-27092018.pdf>
67. Довідник по удобренню сільськогосподарських культур / За редакцією П.О. Дмитренка, Б.С. Носка // К.: Урожай, 1987. – 209 с.
68. Дані ГУСВ
<http://www.vn.ukrstat.gov.ua/index.php/component/content/article/484-enerhetyka/5524-2018-06-22-09-14-35.html>
69. Дані ГУСВ

- <http://www.vn.ukrstat.gov.ua/index.php/component/content/article/484-enerhetyka/5529-2018-06-26-10-00-14.html>
70. <http://bio.gov.ua/bioenergy/news/nova-vysokoproduktyvna-bioenergetychna-kultura-pavlovniya>
 71. <https://kurkul.com/blog/489-pavlovniya-yakiy-pributok-hovayut-v-sobi-tsi-visoki-dereva>
 72. Вебсайт Paulownia Group Ukraine <http://paulowniagroup.com.ua/>
 73. http://lesovod.blogspot.com/2017/01/blog-post_973.html
 74. <http://visnyk.lutsk.ua/news/ukraine/regions/ternopil/u-borshchevi-na-ternopilshchyni-sprobuvaly-vyroshchuvaty-dereva-z-yakykh-dobuvayut-bioetanol/>
 75. <https://poglyad.te.ua/podii/u-borshhevi-odni-z-pershyh-v-ukrayini-sprobuvaly-vyroshhuvaty-dereva-z-yakyh-dobuvayut-bioetanol.html>
 76. Михайло Гументик. Використання біомаси високопродуктивних культур для виробництва біопалива. Презентація на Семінарі «Стале вирощування біоенергетичних культур на малопродуктивних землях України», 06.11.2018, Ялтушківська дослідно-селекційна станція ІБКіЦБ (Барський район, Вінницька область)
<http://bio.gov.ua/bioenergy/news/provedeno-seminar-stale-vyroshchuvannya-bioenergetychnyh-kultur-na-maloproduktyvnyh-zemlyah-ukrayiny-proekt-seemla-programy-goryzont>
http://www.bio.gov.ua/sites/default/files/documentation/gumentyk_m.ya_.pdf
 77. Дані Департаменту агропромислового розвитку, екології та природних ресурсів Вінницької ОДА (Лист на Департамент ЖКГ, енергетики та інфраструктури облдержадміністрації № 05-02-17/9617 від 21.11.2018.
 78. Аналітична записка БАУ № 19 «Можливості заготівлі деревного палива в лісах України», 2018 рік <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-19-ua.pdf>
 79. Bengt Nilsson. Extraction of logging residues for bioenergy. Linnaeus University Dissertations N 270/2016
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1049815/FULLTEXT01.pdf>
 80. Recovery of forest residues
<http://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/biomass-procurement/recovery-of-forest-residues/>
 81. Developing technology for large-scale production of forest chips. TEKES, Finland, Final Report, 2004
<https://docplayer.net/43895493-Developing-technology-for-large-scale-production-of-forest-chips-wood-energy-technology-programme.html>
 82. Дані української компанії ТОВ АльтБіоТ, яка спеціалізується на виконанні робіт з реконструкції та відновлення захисних лісових насаджень.
 83. Аналітична записка БАУ № 15 «Аналіз додаткових джерел деревного палива в Україні», 2016 рік <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-15-ua.pdf>
 84. ДЕРЖАВНИЙ РЕЄСТР СОРТІВ РОСЛИН, ПРИДАТНИХ ДЛЯ ПОШИРЕННЯ В УКРАЇНІ НА 2018 РІК <http://sops.gov.ua/uploads/page/5ace068d6ad14.pdf>
 85. «Практичний посібник для представників агропромислового комплексу з використання біомаси в якості палива у муніципальному секторі України», проект UNDP/GEF
<http://www.uabio.org/img/files/docs/biofin.pdf>

86. Аналітична записка БАУ № 20 «Аналіз можливостей виробництва та використання брикетів з агробіомаси в Україні», 2018
<http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-20-ua.pdf>