



Перехід енергетичного сектору України на ВДЕ до 2050 року

Серпень 2017 р.

Підготовлено експертами:

Громадської організації «Агентство з відновлюваної енергетики» в рамках проекту Advocate for Sustainable Energy Transition Armenia-Belarus-Macedonia-Serbia-Ukraine.

Координатор: Gunnar Boye Olsen, ГО «INFORSE-EUROPE», Данія



03067, Київ, а/с 66, Україна
тел./факс: +30 (044) 456 94 62
www.rea.org.ua

Зміст

Дискламація.....	4
Вступ	5
Анотація.....	6
1. Аналіз існуючих державних стратегічних документів, пов'язаних з розвитком енергетичного сектору України	8
1.1. Сучасний стан і цілі діючої і проектних енергетичних стратегій України.....	9
1.2. Поточний стан та цілі міжнародних документів з питань клімату.....	13
1.3. Інші документи, пов'язані з розвитком енергетичного сектору	15
1.4. Порівняння Цілей: відповідності та суперечності.....	17
2. Огляд існуючої енергетичної статистики та енергетичного балансу України, енергетичні дані, необхідні для моделювання.....	21
2.1. Аналіз існуючої енергетичної статистики, форм звітності з енергетичних балансів МЕА та України.....	21
2.2. Енергетичні дані, необхідні для моделювання сценаріїв.....	27
5. Короткий огляд поточного стану сектору відновлюваної енергетики в Україні: законодавча, технічна і фінансова база, можливості та бар'єри	38
5.1. Законодавча база.....	38
5.2. Технічна база	42
5.3. Фінансові та інвестиційні умови.....	48
5.4. Бар'єри та можливості для інвестицій.....	50
6. Опис підходу і методології моделювання	54
7. Розробка і опис методологічного інструменту для виконання моделювання на базі Excel	56



NGO "REA"

Advocate for Sustainable Energy Transition

2016-2017

Armenia-Belarus-Macedonia-Serbia-Ukraine

8. Опис запропонованих сценаріїв розвитку енергетичного сектора до 2050 року з підвищенням цілей для ВДЕ: передумови, припущення, обмеження	60
8.1. Сценарій 1: Базовий сценарій	60
8.2. Сценарій 2: Сценарій кліматичних дій	61
8.3. Сценарій 3: Сценарій високих зобов'язань щодо 100% ВДЕ	62
9. Основні показники розвитку енергетичного сектора до 2050 року за обраними сценаріями	64
9.1. Сценарій 1: Базовий сценарій	64
9.2. Сценарій 2: Сценарій кліматичних дій	67
9.3. Сценарій 3: Сценарій високих зобов'язань щодо 100% ВДЕ	73
9.4. Порівняння сценаріїв	77



NGO "REA"

Advocate for Sustainable Energy Transition

2016-2017

Armenia-Belarus-Macedonia-Serbia-Ukraine

Дискламація

Поточний звіт містить експертні оцінки і думку ГО «АВЕ», яка не відображає офіційну позицію INFORSE EUROPE та CISU. Точка зору авторів може не збігатися з офіційною позицією INFORSE EUROPE та CISU і її філій; вся інформація, що міститься у звіті, виключно особиста думка і інтерпретація авторів.

Вступ

Енергетичний сектор України знаходиться на шляху переходу від виробництва енергії з викопних палив до сталого виробництва енергії з відновлюваних джерел. Цей перехід супроводжується серйозними змінами національного законодавства та технічної інфраструктури, а також інтеграцією в глобальні процеси розвитку відновлюваних джерел енергії та боротьби зі змінами клімату, такі як Асоціація з ЄС, приєднання до Енергетичного співтовариства та Паризької угоди, а також реалізація Третього енергетичного пакету ЄС та інших. Україна схвалила Національні плани з розвитку відновлюваних джерел енергії та енергоефективності до 2020 року - Національний план дій з відновлюваних джерел енергії (2014 року) і Національний план дій з енергоефективності (2015 р.), в яких встановлені конкретні цілі. Механізми підтримки для відновлюваних джерел енергії включають в себе «зелений» тариф в секторі виробництва електроенергії, стимули для придбання обладнання, механізми спільного фінансування, лібералізації і перші кроки у впровадженні конкуренції на енергетичних ринках, вирівнюванні цін на енергію з викопних палив та з відновлюваних джерел та інші. Проте, незважаючи на позитивну тенденцію переходу енергетичного сектору на відновлювані джерела енергії, комплексної енергетичної стратегії з довгостроковими цілями розвитку (до 2050 року) наразі немає. Дані з різних наявних і затверджених стратегічних документів, що відносяться до енергетики, є застарілими, неповними та у більшості випадків не узгоджуються для різних документів. Горизонт планування максимум до 2035 року є також недостатнім для нових реалій в енергетичному секторі, таких як, наприклад, Паризька угода, яка розглядає горизонт до 2050 року і навіть 2100 рік.

Даний документ спрямований на розробку та представлення узгоджених сценаріїв переходу енергетичного сектору до 2050 року у відповідність кращим світовим тенденціям. Також в цьому документі вперше буде представлено розроблений сценарій 100% ВДЕ до 2050 року. Цей звіт був би корисним орієнтиром для формування української політики у секторі відновлюваних джерел на довгострокову перспективу, залежно від обраного сценарію, демонструючи принципову можливість сценарію переходу енергетичного сектору України на 100% відновлюваних джерел.

Анотація

Для демонстрації різних способів переходу енергетичного сектора до 2050 року були розроблені три сценарії: Базовий сценарій, Сценарій Кліматичних дій, Сценарій 100% ВДЕ. Базовий сценарій є варіантом «продовження поточних тенденцій» в енергетичному секторі без представлення додаткових цілей та зусиль для їх досягнення. Сценарій Кліматичних дій представляє повне виконання Україною кліматичних зобов'язань включно з більш суворими зобов'язаннями, що потенційно накладає Паризька Угода: -70% скорочення викидів у 2050 році по відношенню до 2015 року, що відповідатиме траєкторії підвищення глобальної температури на 2°C. Сценарій 100% ВДЕ представляє варіант "найбільших можливих зусиль" у напрямку переходу енергетики на ВДЕ з індикативною ціллю 100% ВДЕ в електриці, виробництві тепла/холоду та транспортному секторі і нульовим споживанням викопних палив у 2050 році.

Результати для Базового Сценарію показують, що можна досягти 24% ВДЕ в загальному постачанні первинної енергії (ЗППЕ) в 2050 році (18,86 Мтне) з середньорічним темпом розвитку 6%/рік, в основному за рахунок збільшення частки біомаси, теплових насосів та сонячних колекторів у секторі тепло генерації та вітрової і сонячної енергії у секторі електрогенерації. ЗППЕ для сценарію складає 80,32 млн т н.е. (70% від середнього рівня 2010-2015 років), ВКЕ 61,56 млн т н.е. (91% від середнього рівня 2010-2015 років).

Результати для Сценарію Кліматичних дій показують, що можна досягти 42% ВДЕ в ЗППЕ у 2050 році із середньорічним темпом розвитку 8,5%/рік за рахунок збалансованого залучення до енергобалансу всіх видів відновлюваних джерел енергії, переважно біомаси, теплових насосів і сонячного тепла (колектори) для опалення та сонячної фотоелектрики, вітрових установок і деякої додаткової частки біогазу і геотермальної енергії в секторі виробництва електроенергії. Крім того, розрахунок показує додаткову необхідність встановлення енергетичних акумуляторів в електроенергетиці в цілому на 0,857 млн т н.е. (ЗППЕ) в 2050 році. ЗППЕ для сценарію становить 71,62 млн т н.е. (62% від середнього рівня 2010-2015 років), ВКЕ складає 58,9 млн т н.е. (87% від середнього рівня 2010-2015 років).

Результати на сценарію 100% ВДЕ (також так званий "Сценарій високих зобов'язань") показують, що 100% ВДЕ в ЗППЕ і ВКЕ принципово можливе. Такий рівень використання ВДЕ вимагає надзвичайних темпів розвитку сектору відновлюваних джерел енергії (середньорічний приріст +14%/рік, збільшуючи абсолютне ЗППЕ відновлюваних джерел з 3,2 до 62,75 млн т н.е. або у майже 20 разів протягом 33 років). Потенціал деяких з відновлюваних джерел енергії буде використано повністю (сонячна фотоелектрика і сонячне тепло), для інших - рівень використання знаходиться на рівні 40-70%. Всі ВДЕ беруть участь у досягненні цілі 100% в енергетиці, з основною часткою біомаси (41,6% від ЗППЕ, в тому числі 5% в ЗППЕ - за рахунок рідких біопалив), сонячної фотоелектрики (8%



NGO "REA"

Advocate for Sustainable Energy Transition

2016-2017

Armenia-Belarus-Macedonia-Serbia-Ukraine

від ЗППЕ), сонячного тепла (8% від ЗППЕ), енергії вітру (20% від ЗППЕ), теплових насосів (10% від ЗППЕ), геотермальної генерації (4% від ЗППЕ). Виробництво гідроенергії зростає в 1,5 рази в період 2015-2050, але не вважається основним ВДЕ у 2050 році (2,5% від ЗППЕ). ЗППЕ для сценарію 100% ВДЕ становить 62,75 млн т н.е. (54% від середнього рівня 2010-2015 років), ВКЕ складає 55,36 млн т н.е. (82% від середнього рівня 2010-2015 років).

1. Аналіз існуючих державних стратегічних документів, пов'язаних з розвитком енергетичного сектору України

На сьогоднішній день, стратегічні документи в Україні представлені стратегіями та планами дій міжнародного рівня (відповідно до міжнародних зобов'язань), національними стратегіями, регіональними стратегіями, програмами розвитку на рівні секторів та окремих підприємств. Для розробки траєкторії переходу енергетичного сектору України на період 2015-2050 рр. необхідно використовувати проміжні точки відповідно до наявних даних по енергетичному сектору, таких як валове кінцеве енергоспоживання (ВКЕ), загальне постачання первинної енергії (ЗППЕ), частка ВДЕ, частка біомаси та інших відновлюваних джерел. У цьому звіті ми коротко проаналізуємо лише ті стратегічні документи, що містять наявні дані про розвиток енергетичного сектору. Основні документи, що були проаналізовані наведені у Табл.1.1.

Таблиця 1.1 Основні стратегічні документи України, проаналізовані в даній роботі

№	Назва	Статус	Розробник	Дата прийняття/публікації
1.	Енергетична Стратегія України до 2035 року (2016)	Проект	Центр Разумкова	грудень 2016 р.
2.	Енергетична Стратегія України до 2035 року (2014)	Проект	Національний інститут Стратегічних Досліджень, під ред. Суходолі О.М.	червень 2014 р.
3.	Енергетична Стратегія України до 2030 року	Діюча	McKinsey & Company (м. Москва)	липень 2013 р.
4.	Єдина комплексна стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій на 2015-2020 роки	Діюча	Міністерство аграрної політики та продовольства України	вересень 2015 р.
5.	Державна стратегія регіонального розвитку на період до 2020 року	Діюча	Міністерство економічного розвитку і торгівлі	серпень 2014 р.

			України	
6.	Очікуваний національно-визначений внесок (ОНВВ) України до нової глобальної кліматичної угоди	Діючий	Міністерство екології та природних ресурсів України	вересень 2015 р.
7.	Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року	Діюча	Міністерство екології та природних ресурсів України	грудень 2016 р.
8.	Національний план дій з енергоефективності до 2020 року	Діючий	Держенергоефективності України	листопад 2015 р.
9.	Національний план дій з відновлюваної енергетики до 2020 року	Діючий	Держенергоефективності України	жовтень 2014 р.
10.	Концепція "Стратегія сталого розвитку "Україна - 2020"	Діюча	Адміністрація Президента України	січень 2015 р.
11.	Стратегія низьковуглецевого розвитку для України	В розробці	Міжнародний проект USAID MEP	

Кожен з документів має унікальний внесок в дані розвитку енергетичного сектора після 2015 року, які можуть бути використані в якості одного з порогових значень для прогнозу переходу на ВДЕ до 2050 року.

1.1. Сучасний стан і цілі діючої і проектних енергетичних стратегій України

1) Енергетична стратегія України до 2035 року (Проект) підготовлена Центром Разумкова (ЕСУ-2035, Центр Разумкова), дата публікації: грудень 2016 р.¹

Дана стратегія є наявним діючим документом щодо розвитку енергетичного сектору, що використовує найновіші вхідні дані для свого прогнозу. Основними показниками розвитку енергетичного сектору до 2035 року є наступні:

- 23% ВДЕ у ЗППЕ в 2035 р.;
- 11 млн т н.е. внесок біомаси у постачання первинної енергії;
- Повне ЗППЕ у 2035 р.: 96 млн т н.е.;
- Скорочення енергоспоживання (2015 р.=100%)=107% у 2035 р.;
- Скорочення викидів CO₂: 20% у 2035 р. від рівня 2010 р.

Дана стратегія передбачає найбільшу частку ВДЕ у ЗППЕ у 2035 році і могла б вважатись найбільш Така стратегія могла б вважатись найбільш орієнтованою на ВДЕ серед усіх наявних документів. Проте, частка ВДЕ в ній все ще доволі низька, зростаючи від поточних 4,8% з середнім щорічним приростом у 0.9%/рік. Прогнозні дані щодо зниження споживання енергії та викидів парникових газів також недостатньо амбітні для нинішнього стану енергетичного сектору України.

2) Енергетична Стратегія України до 2035 року (Проект), підготовлена Національним інститутом Стратегічних Досліджень, під редакцією Суходолі О.М. (ЕСУ-2035 Суходоля), дата публікації: червень 2014 р.²

Даний документ з'явився у 2014 році і був першою стратегією України, що передбачала пріоритетний розвиток ВДЕ та енергоефективності у більш амбітний спосіб, ніж будь-яка з попередніх. У стратегії наводяться енергетичні дані для кожних 5 років прогнозного періоду, отримані на базі економічних моделей TIMES-Україна. Основними показниками розвитку енергетичного сектору є:

- 21% ВДЕ у ЗППЕ у 2035 р.;
- 13 млн т н.е. внесок біомаси у постачання первинної енергії;
- Повне ЗППЕ у 2035 р.: 133 млн т н.е.;
- Скорочення енергоспоживання (2015=100%)=147% у 2035 р.;
- Скорочення викидів CO₂: 20% у 2035 р. від рівня 2010 р.

¹ ЕСУ-2035 (Проект, 2016), Центр Разумкова:

http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245165746&cat_id=245165726

² ЕСУ-2035 (Проект, 2014), Національний інститут Стратегічних Досліджень, під ред. Суходолі О.М.

http://www.niss.gov.ua/public/File/2014_nauk_an_rozrobku/Energy%20strategy%202035%20eng.pdf

Ця стратегія була сприйнята експертним середовищем, як найбільш збалансована на дату опублікування та була оприлюднена у Комітеті Парламенту з питань паливно-енергетичного комплексу, ядерної політики та ядерної безпеки та на інших обговореннях на найвищому рівні з депутатами парламенту і представниками виконавчої влади з питань енергетики. Однак процеси в енергетичному секторі України після 2013 року зробили драматичну корекцію вихідних історичних даних. Наприклад, останній історичний період, який використовується в якості вхідних даних для моделі був 2010-2013 рр. з 116-132 млн т н.е. в ЗППЕ, але в наступному 2014 році ЗППЕ впало до 105,6 млн т н.е. з різних причин (в тому числі, серед іншого через здійснення заходів з енергоефективності). Таким чином, дані цього документа можна було б використовувати в якості порогового значення фрагментарного, наприклад, цифра 20,4% ВДЕ використовується у одному із розроблених сценаріїв - сценарій "Кліматичних Дій"- в якості показника для досягнення у 2035 році.

3) Енергетична Стратегія України до 2030 року (діюча), підготовлена міжнародними консультантами McKinsey & Company (Московський офіс), дата прийняття: липень 2013 р.³

Документ, який було розроблено та опубліковано у 2011 році та прийнято у 2013 році отримав багато критики від експертного середовища енергетичного сектору. Незважаючи на розробку документа висококваліфікованими експертами, ключові тенденції, реалізовані в документі, були визнані принципово невірними. Стратегія складається з трьох різних сценаріїв – базового, песимістичного та оптимістичного, які відрізняються в основному макроекономічними показниками, такими як рівень населення, ріст ВВП, енергоемність ВВП, заробітна плата населення, бізнес-показники тощо. Для одного з сценаріїв, наприклад, документ передбачав будівництво додаткових 32 ГВт_{ел} встановленої потужності в секторі електроенергетики на основі вугільної генерації, а також збільшення виробництва атомної електроенергії за рахунок будівництва нової АЕС. Насправді, основна увага була приділена виробленню електроенергії з детальними розрахунками пікових навантажень, розробкою питань регулювання мережі, приєднання енергетичної системи до IPS/EPS та інші. Сектор виробництва теплової енергії також розглядався як важлива частина енергетичного балансу з «продовженням існуючої практики» у всіх сценаріях: опалення на природному газі, мінімальні зусилля з підвищення енергоефективності, а також мінімальне заміщення природного газу. ВДЕ та біоенергетика розглядалися в якості перспективних, проте без відображення в конкретних амбітних цілях у 2020 і 2030 рр. При моделюванні, були використані внутрішні моделі попиту і пропозиції України, які не були оприлюднені. Стратегія визначає такі основні показники розвитку енергетичного сектору до 2030 року:

³ ЕСУ до 2030 (діюча), <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>

- 4-6% ВДЕ у виробництві е/е у 2030 р., жодної конкретної цифри у ЗППЕ та тепlopостачанні;
- 10-15 ГВт_т встановленої потужності у 2030 р. (близько 5 млн т н.е.) + 1,9 млн т н.е. біопалив транспорту;
- Повне ЗППЕ у 2030 р.: 167-202 млн т н.е.;
- Скорочення енергоспоживання (2015=100%)=187%-224% у 2030 році;
- Викиди CO₂: не наведено жодних конкретних цифр⁴.

Дані, наведені в документі, вважаються застарілими і не відповідають поточній дійсності в енергетичному секторі України. Тим не менш, він містить корисні цифри по макроекономічним показникам, розділенню ВВП (decoupling), регулюванню енергосистеми (дані по акумулюючим і регулюючим потужностям, необхідним для кожного типу ВДЕ) та інших питаннях. Будучи на сьогоднішній день єдиною офіційно прийнятою Енергетичною стратегією серед інших документів того ж рівня, даний документ повинен враховуватись в подальших прогнозах розвитку енергетичного сектору України.

4) Національний план дій з енергоефективності до 2020 року (діючий), дата прийняття: листопад 2015 р.⁵

Документ був розроблений у відповідності до міжнародних зобов'язань України в рамках Енергетичного співтовариства в 2013 році. Він передбачає скорочення споживання енергії (ВКЕ) на 9% в 2020 році в порівнянні із середнім базовим рівнем 2005-2009 рр. із загальним обсягом очікуваної економії у 6,2 млн т н.е. в 2020 році (в основному в житловому секторі - 2,3 млн т н.е. скорочення і в промисловості - 2,8 млн т н.е. скорочення). Він розроблений відповідно до уніфікованих міжнародних методик з детальним розподілом цілей по секторам (населення, громадські будівлі, промисловість, транспорт) і розрахунком необхідних інвестицій. У 2011-2012 роках українські показники ВКЕ досягли рівня скорочення, передбаченого в документі, тому формально він уже виконаний. Проте, передбачена тенденція зниження ВКЕ може бути використана і для прогнозу на період після 2015 року в якості одного з порогових значень.

5) Національний план дій з відновлюваної енергетики до 2020 року (діючий), дата прийняття: жовтень 2014 р.⁶

⁴ відповідно до наявних даних паливного балансу і росту ЗППЕ, викиди у 2030 р. досягнуть рівня 1990 р. для оптимістичного сценарію: 880 млн тCO₂/рік (оцінка авторів)

⁵ Національний план дій з енергоефективності до 2020 року (діючий), http://saee.gov.ua/documents/NpdEE_eng.pdf

⁶ Національний план дій з відновлюваної енергетики до 2020 року (діючий) http://saee.gov.ua/documents/NpdVE_eng.pdf

Документ був розроблений відповідно до міжнародних зобов'язань України за договором про Енергетичне співтовариство в 2013 році і неодноразово переглядався внутрішньо групами експертів (в тому числі за участі ГО «АВЕ» в якості консультантів до частини по біомасі). Основні показники НПДВЕ наступні:

- 11% ВДЕ у валовому кінцевому обсязі споживання енергії у 2020 році (включно з великою гідроенергетикою), включаючи
- 12,4% у секторі виробництва тепла і холоду;
- 11 % у виробництві електроенергії;
- 10% у транспортному секторі.

Загальне ВКЕ у 2020 році: 77,5-86,4 млн т н.е. в залежності від сценарію (зі зменшенням на 9% або без нього відповідно).

Хід виконання положень документа контролюється щороку секретаріатом Енергетичного Співтовариства за встановленою формою звітності. Цілі щодо частки ВДЕ в 2020 році відповідно до документу ще не досягнуті, і, ймовірно, не будуть досягнуті. Значення для 2020 року використовується для розробки всіх трьох сценаріїв у моделюванні наступним чином:

- 1) Для "Базового сценарію" всі цілі НПДВЕ-2020 щодо часток ВДЕ, за винятком біомаси, виконані на рівні 50%;
- 2) Для "Сценарію Кліматичних дій" всі цілі НПДВЕ-2020 щодо часток ВДЕ включно з біомасою виконані на рівні 50%;
- 3) Для "Сценарію Високих зобов'язань" всі цілі НПДВЕ-2020 щодо часток ВДЕ виконані на 100%.

1.2. Поточний стан та цілі міжнародних документів з питань клімату

1) Очікуваний національно-визначений внесок (ОНВВ) України до нової світової кліматичної угоди (діючий), дата прийняття: вересень 2015 р.⁷

Очікуваний національно-визначений внесок було подано Україною відповідно до вимог, правил та процедур для Сторін Паризької угоди, ратифікованої у вересні 2015 року Верховною Радою України. Поточний ОНВВ встановлює ціль щодо скорочення викидів у 2030 році на рівні 40% порівняно з рівнем 1990 року, що відповідає траєкторії зростання глобальної температури на 3,5 °С (Рис.1.1). Сам ОНВВ містить положення щодо

⁷ ОНВВ України, 2015 (діючий)

http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Ukraine/1/150930_Ukraine_INDC.pdf

відповідальності України встановити більш амбітні зобов'язання зі скорочення викидів парникових газів в наступних поданнях.

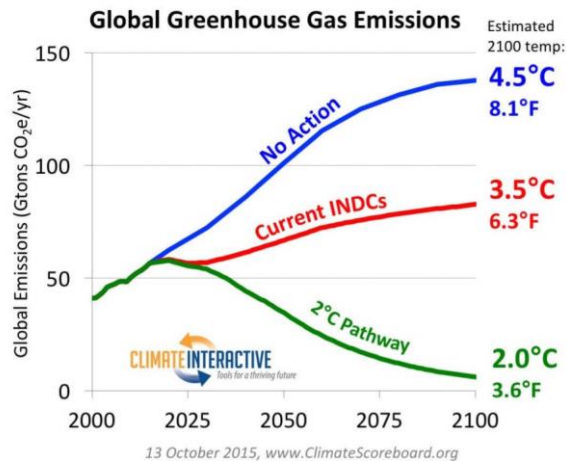


Рис. 1.1. Сценарії зростання глобальної температури залежно від рівня викидів ПГ

2) Стратегія низьковуглецевого розвитку України (в процесі розробки)⁸

Одним з міжнародних зобов'язань Сторін в рамках Паризького угоди є розробка стратегій розвитку з низьким рівнем викидів (SNBP) для кожної країни. Такі стратегії вже були представлені деякими країнами і доступні на веб-сайті РКЗК ООН (США, Мексика, Бенін, Франція, Німеччина, Канада⁹). Міжнародний проект USAID MERP надає консультаційну підтримку в розробці такої стратегії і її ув'язки з останніми українських зобов'язаннями в галузі енергетики та інших галузей. Перший проект стратегії був публічно представлений в листопаді 2016 року і зараз знаходиться в стадії розробки. Стратегія складається з різних кліматичних технологій і їх груп, а також сценаріїв з різною інтенсивністю їх розвитку до 2050 року з кінцевим скороченням викидів парникових газів на рівні 40-70% в 2050 році в залежності від сценарію. Крім того, при розробці SNBP, група консультантів в рамках проекту USAID сприяє підвищенню обізнаності та розробці проектів необхідних нормативно-правових документів для подання національної системи торгівлі викидами України (UA ETS) в якості одного з інструментів досягнення необхідного скорочення викидів, а також поширенню інформованості в цій галузі (створена веб-платформа SNBP).

⁸ Розробка SNBP в Україні

- 1) http://www.merp.org.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=388:low-emission-development-strategy-of-ukraine&catid=32&Itemid=914&lang=us
- 2) <http://www.lowemission.org.ua/>
- 3) <http://www.merp.org.ua/index.php?lang=us&Itemid=1052>

⁹ http://unfccc.int/focus/long-term_strategies/items/9971.php

3) Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року (діюча), дата прийняття: грудень 2016 р.¹⁰

Документ був прийнятий відповідно до кліматичних зобов'язань України як Сторони Паризької угоди. Основні показники:

- 11% ВДЕ у ВКЕ в 2020 р.;
- 20% скорочення викидів у 2030р. порівняно з рівнем 2015 р.;
- Зменшення ВКЕ у 2020 р. до рівня 91% порівняно з середнім рівнем 2005-2009 рр.;
- 40% скорочення викиди у 2030 від рівня 1990 р.; "...беручи більш амбітні цілі для досягнення траєкторії 2°C за наступного подання ОНВВ до 2020 року".

Останнє твердження додатково підтверджує перспективу встановлення більш амбітних кліматичних цілей до 2030 р. та 2050 р.

1.3. Інші документи, пов'язані з розвитком енергетичного сектору

1) Єдина комплексна стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій на 2015-2020 роки (діюча), дата прийняття: вересень 2015 р.¹¹

Даний документ спрямований переважно на відновлення аграрного сектору, проте також торкається питань енергоефективності, біоенергетики та відновлюваної енергетики. Основні показники:

- Підвищення частки ВДЕ до 10% у 2020 р. у сільському господарстві;
- Збільшення площі під енергетичними культурами до 300 тис. га;
- Збільшення обсягу споживання біомаси в якості біопалива на 10%;
- Виробництво гранул і брикетів з відходів лісового і сільського господарства доведено до 1,2 млн тон в рік;
- Збільшення числа виробничих потужностей для біогазу та інших видів біопалива на підприємствах агропромислового комплексу на 20%;
- Збільшення частки біоенергії в загальному енергетичному балансі України на 10%.

¹⁰ Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року (діюча)
<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/932-2016-%D1%80>

¹¹ Єдина комплексна стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій на 2015-2020 роки (діюча), <http://minagro.gov.ua/en/node/15990>

Порогові значення, запропоновані в документі можуть бути використані для більш точного визначення частки біомаси в 2020 році і слугуватимуть додатковим обмеженням у виробництві рідких біопалив (частка 10%).

2) Державна стратегія регіонального розвитку на період до 2020 року (діюча), дата прийняття: серпень 2014 р.¹²

Цей документ регіонального рівня містить в основному дані про поточні і майбутні (у 2020 р.) соціально-економічні показники розвитку регіонів. Стратегія містить серед іншого два ключових показники розвитку енергетичного сектора: 11% ВДЕ у ВКЕ в 2020 році і зміна енергоємності ВВП в межах 0,075–0,3 т н.е./ 1000 дол. США в залежності від області (чим менше промислово розвинута область, тим менше цифра). Крім того, документ містить інформацію щодо детального розселення населення, житлових районів, середньої заробітної плати, доступу до водопостачання, кількості робочих місць, освіти та інших показників соціального впливу по областях.

3) Концепція "Стратегія сталого розвитку "Україна - 2020" (діюча), дата прийняття: січень 2015 р.¹³

Даний документ загальнодержавного рівня передбачає в основному загальні стратегічні цілі для всіх основних галузей – енергетики, фінансів, послуг, промисловості, армії, спорту, освіти, дерегуляції ринків, охорону здоров'я тощо. Основним показником, пов'язаним з енергетичним сектором є виконання НПДВЕ та НПДЕЕ до 2020 року і досягнення енергоємності ВВП на рівні 0,2 т н.е./ 1000 дол. США в 2020 році. Також пріоритетами в енергетичному секторі передбачено зниження енергоємності ВВП на 20% в порівнянні з базовим 2015 роком за рахунок обов'язкового впровадження 100% системи моніторингу палива та енергії, лібералізації ринків електроенергії, тепла і природного газу, впровадження конкуренції та "анбандлінгу", приватизації енергогенеруючих компаній відповідно до вимог Третього Енергетичного Пакету, модернізації виробництва, передачі та постачання енергії, диверсифікації джерел енергії для виробництва енергії, об'єднання енергосистеми України з Європейською енергосистемою

¹² Державна стратегія регіонального розвитку на період до 2020 року (діюча)

<http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/385-2014-%D0%BF>

¹³ Концепція "Стратегія сталого розвитку "Україна - 2020" (діюча):

<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5/2015/paran10#n10>

1.4. Порівняння Цілей: відповідності та суперечності

Таблиця 1.2. Порівняння цілей різних стратегічних документів України

Назва стратегічного документу	Частка ВДЕ у ЗПРЕ			Енергія з біомаси	Енергоємність ВВП, т н.е./1000 дол. США			ЗПРЕ всього	ВКЕ всього	Енергоспоживання (2015=100%)	Скорочення викидів CO ₂
	2020	2030	2035		2020	2030	2035				
ЕСУ до 2035 р. (Проект, 2016), Центр Разумкова	7,3%	14,6%	22,9%	11 млн т н.е. у 2035 р. в ЗПРЕ	0,19	0,14	0,12	96 млн т н.е. у 2035 р.		107% у 2035 р. відносно 2015 р.	20% у 2035 р. від рівня 2010 р.
ЕСУ до 2035 р. (Проект, 2014), Національний інститут стратегічних досліджень, під ред. Суходолі О.М.	11,0%	18,9%	20,4%	13 млн т н.е. у 2035 р. в ЗПРЕ	0,27	0,2	0,17	132,6 млн т н.е. у 2035 р.	88,9 млн т н.е. у 2035 р.	147% у 2035 р. відносно 2015 р. у ЗПРЕ 175% у 2035 р. відносно 2015 р. у ВКЕ	20% у 2035 р. від рівня 2010 р.



NGO "REA"

Advocate for Sustainable Energy Transition

2016-2017

Armenia-Belarus-Macedonia-Serbia-Ukraine

ЕСУ до 2030 р. (діюча)	1,4-6,5% у секторі електроенергетики залежно від сценарію	4%-6% у секторі електроенергетики і залежно від сценарію	-	10-15 ГВт _т встановленої потужності у 2030 р. (приблизно 5 млн т н.е.)+1,9 млн т н.е. біопалив на транспорті	0,13	0,1	-	167-202 млн т н.е. у 2030 р.	-	185-224% в 2030 р. відносно 2015 р. у ЗПРЕ	-
Стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій на 2015-2020 роки (діюча)				10% у ВКЕ в 2020 р., +300 000 га використовується під енергетичними культурами							
Державна стратегія регіонального розвитку на	11% (ВКЕ)	-	-		0,075-0,3						



NGO "REA"

Advocate for Sustainable Energy Transition

2016-2017

Armenia-Belarus-Macedonia-Serbia-Ukraine

період до 2020 року (діюча)											
ОНВВ України прийняте у 2015 р. (діючий)											40% у 2030 р. від рівня 1990 р.
Стратегія низьковуглецевого розвитку для України (в розробці)											40-70% у 2050 р. від рівня 2015 р.
Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року (діюча)	11% (ВКЕ)					20% скорочення у 2030 р. відносно 2015 р.				91% у 2020 р. до середнього рівня 2005-2009 рр.	40% у 2030 р. від рівня 1990 р. зі взяттям більш амбітних цілей для траєкторії 2°C у наступному поданні ОНВВ (до 2020 р.)



NGO "REA"

Advocate for Sustainable Energy Transition

2016-2017

Armenia-Belarus-Macedonia-Serbia-Ukraine

Національний план дій з енергоефективності до 2020 року (діючий)										91% у 2020 до середнього рівня 2005-2009	
Національний план дій з відновлюваної енергетики до 2020 року (діючий)	11% (ВКЕ)									78,1-86,4 млн т н.е. у 2020 р.	
Концепція "Стратегія сталого розвитку "Україна – 2020" (діюча)					0,2 (20% скорочення від рівня 2015 р.)						

2. Огляд існуючої енергетичної статистики та енергетичного балансу України, енергетичні дані, необхідні для моделювання

2.1. Аналіз існуючої енергетичної статистики, форм звітності з енергетичних балансів МЕА та України

Енергетична статистика України доступна на офіційному веб-сайті Держстату України, а також на сайтах Євростату та МЕА, оскільки Україна, як сторона Енергетичного співтовариства, подала свої дані у ці статистичні джерела.

Енергобаланс України підводиться щорічно Держстатом, починаючи з 2011 року. З 2014 р. з балансу виключені тимчасово окуповані райони Луганської та Донецької областей та АРК Нижче представлений приклад Енергобалансу для 2014 р. (Таблиця 2.1).

У профілі України на сайті МЕА можна знайти додаткову інформацію щодо енергостатистики більш детальну по видам палива, що використовується та видам енергії: статистика по вугіллю та його типам, природному газу, по нафті і нафтопродуктам за типами, окрема статистика по видам енергії – теплової генерації, електрогенерації та виробництва енергії з ВДЕ та відходів. Ця інформація з'являється із деякою затримкою у порівнянні із веб-сайтом Держстату, приклад енергобалансу України на сайті МЕА представлений на Рисунку 2.1.

Енергостатистика Євростату загалом використовує формат МЕА для України, проте відрізняється за деякими показниками та статтями, приклад енергобалансу з сайту Євростату представлений на Рисунку 2.2.

Таблиця 2.1. Енергетичний баланс України, 2015¹⁴, тис. т н.е.

Постачання та споживання	Вугілля й торф	Сира нафта	Нафтопродукти	Природний газ	Атом-на енергія	Гідро-електроенергія	Вітрова, сонячна енергія	Біопаливо та відходи	Електроенергія	Теплоенергія	Усього
Виробництво	17423	2618	-	14814	22985	464	134	2606	-	571	61614
Імпорт	9940	238	7887	13288	-	-	-	30	193	-	31575
Експорт	-487	-22	-90	-	-	-	-	-539	-309	-	-1447
Міжнародне бункерування	-	-	-124	-	-	-	-	-	-	-	-124
Зміна запасів	469	17	27	-2047	-	-	-	5	-	-	-1529
Загальне постачання первинної енергії	27344	2851	7700	26055	22985	464	134	2102	-116	571	90090
Міжпродуктові передачі	-	230	-200	-	-	-	-	-	-	-	30
Статистичні розбіжності	127	-	-228	-42	-	-	-	-	-502 ¹⁵	-	-644
Електростанції	-14566	-	-127	-104	-22836	-464	-134	-15	12920	-	-25327
Теплоелектроцентралі (ТЕЦ)	-1686	-	-158	-3532	-149	-	-	-523	1021	3251	-1776
Теплоцентралі	-658	-	-141	-4933	-	-	-	-37	-	5210	-558
Коксові підприємства (доменні печі)	-3480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-3480
Газові підприємства	-31	-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-34
Підприємства з виробництва брикетів	758	-	-	-	-	-	-	-	-	-	758
Нафтопереробні підприємства	-	-3057	2726	-	-	-	-	-	-	-	-331
Нафтохімічні підприємства	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Інші підприємства з перетворення	-182	-	-	-	-	-	-	-243	-	-	-426
Власне споживання енергетичним сектором	-908	-5	-116	-957	-	-	-	-1	-1590	-599	-4176

¹⁴ Без тимчасово окуповані ОРДЛО та АРК

¹⁵ Включаючи тимчасово окуповані ОРДЛО та АРК

Втрати при транспортуванні та розподіленні	-416	-7	-1	-466	-	-	-	-	-1500	-905	-3295
Кінцеве споживання	6302	8	9455	16022	-	-	-	1283	10233	7527	50831
Промисловість	5569	-	814	2762	-	-	-	86	4297	2880	16409
Чорна металургія	4930	-	101	1463	-	-	-	9	1503	827	8832
Хімічна і нафтохімічна	2	-	22	151	-	-	-	1	265	560	1001
Кольорова металургія	105	-	5	137	-	-	-	-	143	245	635
Неметалічні мінеральні продукти	505	-	51	355	-	-	-	18	203	49	1180
Транспортне устаткування	-	-	13	15	-	-	-	-	86	41	156
Машинобудування	2	-	36	119	-	-	-	1	229	80	466
Гірничодобувна (за виключенням палива)	1	-	276	293	-	-	-	1	844	75	1490
Харчова та тютюнова	21	-	114	165	-	-	-	7	350	740	1397
Целюлозно-паперова і поліграфічна	-	-	8	18	-	-	-	2	76	117	221
Деревообробна та вироби з деревини	1	-	16	12	-	-	-	47	52	80	209
Будівництво	2	-	155	25	-	-	-	1	64	16	263
Текстильна і шкіряна	-	-	3	3	-	-	-	-	26	18	50
Інші види промисловості	1	-	14	5	-	-	-	1	457	32	509
Транспорт	4	-	6554	1572	-	-	-	34	585	-	8750
Внутрішні авіаперевезення	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Автомобільний	-	-	6364	25	-	-	-	34	-	-	6423
Залізничний	4	-	138	-	-	-	-	-	516	-	658
Трубопровідний	-	-	3	1546	-	-	-	-	33	-	1582
Внутрішнє судноплавство	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-	48
Інші види транспорту	1	-	-	1	-	-	-	-	37	-	38
Інші	379	-	1408	9406	-	-	-	1163	5351	4647	22353
Побутовий сектор	303	-	14	9083	-	-	-	1097	3184	2874	16554
Торгівля та послуги	67	-	92	195	-	-	-	46	1878	1560	3838



NGO "REA"

Advocate for Sustainable Energy Transition

2016-2017

Armenia-Belarus-Macedonia-Serbia-Ukraine

Сільське господарство	9	-	1300	129	-	-	-	19	287	212	1957
Рибальство	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	4
Інші споживачі	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Неенергетичне використання	349	8	679	2281	-	-	-	-	-	-	3318
Промисловий та енергетичний сектор, сектор перетворення	349	8	607	2281	-	-	-	-	-	-	3245
з яких: сировина для промисловості	-	1	105	2193	-	-	-	-	-	-	2298
На транспорті	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	8
В інших секторах	-	-	65	-	-	-	-	-	-	-	65

Джерело: Держстат України¹⁶

¹⁶ http://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2016/energ/en_bal/Bal_2015_e.zip

	Coal*	Crude oil*	Oil products	Natural gas	Nuclear	Hydro	Geothermal, solar, etc.	Biofuels and waste	Electricity	Heat	Total**
Production	31891	2817	0	15022	23191	729	134	2399	0	745	76928
Imports	10374	193	8117	15720	0	0	0	25	8	0	34437
Exports	-4915	-70	-747	0	0	0	0	-502	-733	0	-6967
International marine bunkers***	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
International aviation bunkers***	0	0	-131	0	0	0	0	0	0	0	-131
Stock changes	-1774	102	407	2671	0	0	0	11	0	0	1417
TPES	35576	3043	7645	33412	23191	729	134	1934	-725	745	105683
Transfers	0	222	-195	0	0	0	0	0	0	0	27
Statistical differences	185	0	44	-848	0	0	0	0	-464	0	-1082
Electricity plants	-17632	0	-44	-314	-23035	-729	-134	-25	14485	0	-27428
CHP plants	-2311	0	-59	-4086	-157	0	0	-457	1164	3780	-2125
Heat plants	-845	0	-85	-5794	0	0	0	-34	0	6074	-684
Gas works	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9
Oil refineries	0	-3308	3394	0	0	0	0	0	0	0	86
Coal transformation	-4382	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4382
Liquefaction plants	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other transformation	-230	70	0	0	0	0	0	-215	0	0	-375
Energy industry own use	-1019	-5	-555	-961	0	0	0	-1	-1732	-634	-4906
Losses	-153	-14	-3	-455	0	0	0	0	-1687	-1032	-3345
Total final consumption	9180	8	10141	20955	0	0	0	1201	11041	8933	61460
Industry	8408	0	921	3324	0	0	0	48	4678	3192	20570
Transport	7	0	7312	2273	0	0	0	41	694	0	10327
Other	371	0	1461	12708	0	0	0	1113	5669	5741	27062
Residential	290	0	32	11743	0	0	0	1070	3352	3897	20384
Commercial and public services	73	0	107	836	0	0	0	28	2016	1604	4663
Agriculture / forestry	9	0	1320	129	0	0	0	15	300	239	2012
Fishing	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	4
Non-specified	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Non-energy use	395	8	447	2650	0	0	0	0	0	0	3500
<i>-of which chemical/petrochemical</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>108</i>	<i>2571</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>2679</i>

Рисунок 2.1. Енергетичний баланс України, 2014, в тис. т н.е., формат Міжнародного Енергетичного Агентства (МЕА).

Ukraine, 2014 (ktoe)	Total (all products)	Solid fossil fuels	Crude oil & petroleum products	Gas	Nuclear heat	Renewable energies	Non- renewable waste	Electricity	Derived heat
+ Primary production	70 568	26 483	2 839	15 026	22 957	3 263			
+ Primary production receipt	67		67						
+ Other sources (recovered products)	5 475	5 408	67						
+ Recycled products									
+ Imports	34 529	10 506	8 265	15 724		26		8	
+ Stock changes	1 415	- 1 776	508	2 671		11			
- Exports	7 072	5 021	817			502		733	
- Bunkers									
- Direct use	67		67						
Gross inland consumption	104 914	35 600	10 862	33 422	22 957	2 798		- 725	
Transformation input	73 599	34 647	3 519	11 638	22 957	837			
+ Conventional thermal power stations	24 765	18 551	102	5 629		482			
+ Nuclear power stations	22 957				22 957				
+ District heating plants	6 768	640	85	6 008		34			
+ Coke ovens	12 108	12 108							
+ Blast furnaces	2 966	2 966							
+ Gas works	31	31							
+ Refineries	3 332		3 332						
+ Patent fuel plants	33		33						
+ BKB/PB plants	91		91						
+ Charcoal production plants	321					321			
+ Coal liquefaction plants									
+ For blended natural gas									
+ Gas-To-Liquids (GTL) plants									
+ Non-specified Transformation Input	228	228							
Transformation output	44 191	10 305	3 331	5 064		106		14 784	10 601
+ Conventional thermal power stations	11 375							7 184	4 191
+ Nuclear power stations	7 757							7 600	157
+ District heating plants	6 253								6 253
+ Coke ovens	12 222	10 141		2 080					
+ Blast furnaces	2 966			2 966					
+ Gas works	18			18					
+ Refineries	3 331		3 331						
+ Patent fuel plants	50	50							
+ BKB/PB plants	113	113							
+ Charcoal production plants	106					106			
Exchanges, transfers and returns	30		30			- 863		863	
Consumption of the energy branch	4 601	188	506	1 541		1		1 731	634
Distribution losses	3 345	14	17	595				1 687	1 032
Available for final consumption	67 591	11 056	10 181	24 713		1 203		11 504	8 935
Statistical difference	1 246	2	- 47	828				464	
Final non-energy consumption	3 538	428	455	2 655					
Final energy consumption	62 806	10 626	9 773	21 230		1 203		11 039	8 935
+ Industry	25 295	10 220	913	6 244		48		4 678	3 193
+ Iron and Steel	17 033	9 568	106	4 782		3		1 749	824
+ Chemical and Petrochemical	1 159	3	19	176		0		329	632
+ Non-ferrous metals	637	112	5	139				143	237
+ Non-metallic minerals	1 249	504	71	404		16		200	53
+ Transport equipment	191		18	27				86	60
+ Machinery	508	3	22	141		1		243	99
+ Mining and Quarrying	1 559	2	309	307				859	82
+ Food, Beverages and Tobacco	1 679	27	147	206		6		386	906
+ Paper, Pulp and Printing	240		8	22		0		79	131
+ Wood and Wood products	185		14	14		19		54	85
+ Construction	272	1	166	11		0		73	20
+ Textile and Leather	54		3	5		0		27	19
+ Not elsewhere specified (Industry)	530	1	23	10		1		450	45
+ Transport	10 430	7	7 412	2 274		42		694	
+ Rail	674	7	133					534	
+ Road	7 166		7 100	23		42			
+ International aviation	130		130						
+ Domestic aviation	1		1						
+ Domestic navigation	43		43						
+ Pipeline transport	2 316		5	2 248				63	
+ Not elsewhere specified (Transport)	100	1		2				97	
+ Other sectors	27 081	399	1 448	12 711		1 113		5 668	5 742
+ Commercial and public services	4 665	75	107	836		28		2 015	1 604
+ Residential	20 413	315	32	11 747		1 070		3 351	3 898
+ Agriculture / Forestry	2 000	9	1 308	129		15		299	239
+ Fishing	4		2					2	0
+ Not elsewhere specified (Other)									

Рисунок 2.2. Энергетичний баланс України, 2014, у форматі EUROSTAT

2.2. Енергетичні дані, необхідні для моделювання сценаріїв

Моделювання енергетичного міксу до 2050 року, базуватиметься на вихідних даних з енергетичної статистики, даних про потенціал кожного відновлюваного джерела енергії та поточних енергетичних тенденціях в Україні та ЄС. При моделюванні будуть використовуватись такі показники енергетичної статистики, як Загальне постачання первинної енергії (ЗППЕ) та Кінцеве споживання (КС). Дані щодо потенціалу ВДЕ доступні на сайті Державного агентства з енергоефективності і енергозбереження України (Держенергоефективності). Поточні цілі України щодо ВДЕ закріплені в Національному плані дій з відновлюваної енергії до 2020 р., а поточні тенденції доступні в звітах про результати стимулювання та використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії в Україні, підготовлених Держенергоефективності. Крім того, у моделюванні сценаріїв ВДЕ для України використовувались енергетичні цілі і тенденції ЄС у якості довідкового матеріалу та певного орієнтиру.

Аналіз таких показників енергетичної статистики, як ЗППЕ та КС, свідчить про зменшення частки основних викопних видів палива, таких як вугілля та природний газ, в останні роки в Україні. У 2015 році ЗППЕ зменшилось на 26,5% (Табл. 2.2.), а КС скоротилось на 30% порівняно з 2013 роком (Табл. 2.3). Ця тенденція має політичні та економічні причини. Політичні пов'язані з недоступністю статистичних даних з Автономної Республіки Крим та частини Донецької та Луганської областей, які зараз є зоною антитерористичної операції через їх ізоляцію. Крім того, існує політична воля для енергетичної незалежності України, а отже і для зменшення імпорту енергоресурсів.

Донецька та Луганська області постачали українські теплові електростанції вугіллям, а також щорічно збільшували експортні обсяги з 1842 тис. т н.е. у 2000 р. до 6200 тис. т н.е. у 2013 р. Після подій 2014 р. та наступної невирішеної ситуації зі східними територіями виробництво вугілля різко скоротилось з 40801 тис. т н.е. у 2013 році до 31891 тис. т н.е. у 2014 році.

Таблиця 2.2. Загальне постачання первинної енергії (ЗППЕ) в Україні, 2012-2015 рр. (тис. т н.е.)¹⁷.

	2012		2013		2014		2015	
	ЗППЕ	%	ЗППЕ	%	ЗППЕ	%	ЗППЕ	%
Вугілля й торф	42545	34,7	41427	35,7	35576	33,7	27344	30
Сира нафта та нафтопродукти	11632	9,5	9906	8,5	10688	10	10551	12
Природний газ	43019	35	39444	34	33412	31,6	26055	29
Атомна енергія	23653	19,3	21848	19	23191	22	22985	26

¹⁷ Джерело: Міжнародне енергетичне агентство (МЕА),

<http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=UKRAINE&product=balances&year=2014>

Гідроелектро-енергія	901	0,7	1187	1	729	0,7	464	0,5
Вітрова, сонячна енергія	53	0,04	104	0,1	134	0,2	134	0,2
Біопалива та відходи	1695	1,4	1875	1,6	1934	1,8	2102	2,3
Всього	122512	100	115940	100	105683	100	90090	100

Таблиця 2.3. Кінцеве споживання (КС) енергії в Україні у 2012-2015 (тис. т н.е.).

	2012		2013		2014		2015	
	КС	%	КС	%	КС	%	КС	%
Вугілля та торф	8717	12	8698	12,5	9180	14,9	6302	12,4
Нафта та нафтопродукти	12490	17,2	11284	16,2	10149	16,5	9463	18,6
Природний газ	26605	36,7	24926	35,8	20955	34	16022	31,5
Електроенергія	11839	16,3	11828	17	11041	18	10233	20,1
Теплоенергія	11865	16,4	11702	16,8	8933	14,5	7527	14,8
Біопаливо та відходи	1030	1,4	1118	1,6	1201	2	1283	2,5
Всього	72 548	100	69 557	100	61 460	100	50 831	100

Причиною скорочення споживання природного газу є, головним чином, впровадження нових заміщуючих теплових потужностей. За даними Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження споживання природного газу скоротилось в опалювальний сезон 2014/2015 років на 19% порівняно з опалювальним сезоном 2013/2014 років та на 14% у опалювальному сезоні 2015/2016 років у порівнянні з опалювальним сезоном 2014/2015 років. Загалом, на 30% у 2015/2016 роках у порівнянні з 2013/2014 роками. Ці об'єми були заміщені 452 МВт теплових потужностей у 2014 році, які були збільшені до 752 МВт теплових потужностей у 2015 році, головним чином, на біомасі. Ця тенденція має бути навіть збільшена, оскільки, згідно з Національним планом дій щодо відновлюваної енергії до 2020 року, Україна повинна замінити в 2020 році 7,2 млрд. м куб. природного газу (**Рис. 2.3**).

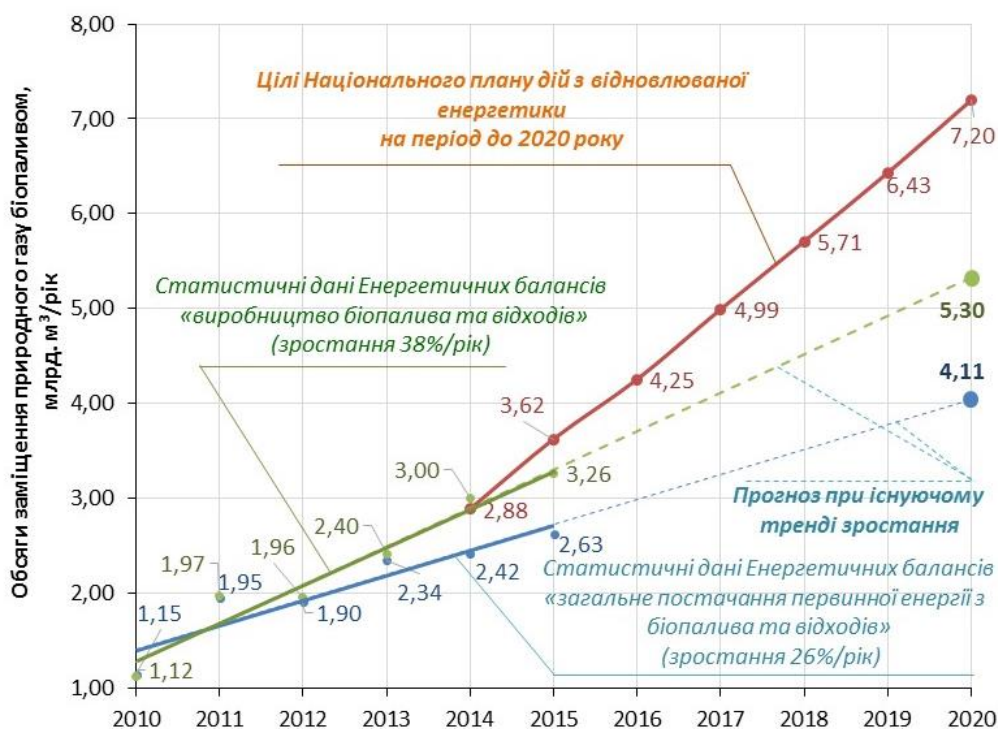


Рисунок 2.3. Динаміка зростання біоенергетики в Україні¹⁸

З прийняттям Національного Плану дій з відновлюваної енергетики (НПДВЕ) до 2020 року Україна встановила цілі для ВДЕ в секторах електрики (11%), опалення та охолодження (12,4%) та на транспорті (10%), а також загальну ціль щодо частки ВДЕ у валовому кінцевому енергоспоживанні (11%) у 2020 році (Табл. 2.4). НПДВЕ був затверджений Кабінетом Міністрів України 1 жовтня 2014 року.

Таблиця 2.4. Національні цілі та прогнозована траєкторія зростання частки ВДЕ в опаленні, виробництві електроенергії та на транспорті, а також на валове кінцеве споживання енергії до 2020 року.

Показники	2009	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ВДЕ – опалення, %	3,4	5,7	6,7	7,7	8,9	10,0	11,2	12,4
ВКС ВДЕ – опалення, тис. т	1473	2580	3083	3576	4139	4692	5261	5850

¹⁸ Оцінка Біоенергетичної асоціації України на базі даних енергобалансів України.

н.е.								
Геотермальна (без теплових насосів)		30	33	36	39	42	46	50
Сонячна		140	150	160	170	180	190	200
Біомаса	1433	2280	2700	3100	3580	4050	4525	5000
Теплові насоси	40	130	200	280	350	420	500	600
ВДЕ – електроенергія, %	7,1	7,6	8,3	8,8	9,7	10,4	10,9	11
ВКС ВДЕ – електроенергія, тис. т н.е.	980	1275	1427	1540	1720	1890	2060	2235
Валове виробництво з ВДЕ – електроенергія, ГВтгод	11471	14805	16809	18726	20678	22464	24225	26000
Встановлена потужність ВДЕ – електроенергія, МВт	4625	6394	7156	7977	8709	9431	10155	10900
Гідро, МВт / ГВтгод	4549	4788	4898	4987	5077	5167	5258	5350
	11430	12045	12215	12440	12660	12885	13110	13340
Геотермальна, МВт / ГВтгод		6	8	10	12	14	17	20
		30	44	56	73	84	105	120
Сонячна, МВт / ГВтгод		860	1000	1250	1450	1700	2000	2300
		900	1050	1310	1520	1780	2100	2420
Вітрова наземна, МВт / ГВтгод	76	700	1000	1350	1650	1900	2100	2280
	41	1680	2400	3240	4125	4845	5460	5900
Біомаса (ТЕЦ), МВт / ГВтгод		40	250	380	520	650	780	950
		150	1100	1680	2300	2870	3450	4220
ВДЕ – транспорт, %	1,5	4,1	5	6,5	7,5	8,2	9	10
ВКС ВДЕ – транспорт (стале), тис т н.е.	52	174	221	298	351	395	445	505
ВДЕ-електроенергія на транспорті, тис. т	52	64	71	78	86	95	105	115

н.е.								
Біопалива, тис. т н.е.		110	150	220	265	300	340	390
Внесок ВДЕ на транспорті для виконання цілі ВДЕ-транспорт	130	380	477	635	745	837	942	1068
ВКС від ВДЕ	2505	4404	4925	5528	6166	6860	7645	8590

З моменту затвердження НПДВЕ відповідальний урядовий орган - Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження - на основі даних, наданих ДССУ, обчислює частки енергії з відновлюваних джерел в Україні, використовуючи програму SHARES. Результати розрахунків можна отримати з двох Звітів про результати стимулювання та використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел в Україні на 2014-2015 та 2012-2013 роки, підготовлених у рамках співпраці з Енергетичним Співтовариством (Табл. 2.5, Табл. 2.6, Табл. 2.7, Табл. 2.8, Табл. 2.9). Крім того, у цих звітах містяться дані щодо пропозиції біомаси, доступної для використання в енергетичних цілях (Табл. 2.10) та поточне використання сільськогосподарських земель у країні для виробництва культур, призначених для виробництва енергії (Табл. 2.11). Ці дані представляють сучасний стан розвитку ВДЕ в Україні. Основним відновлюваним джерелом у структурі виробництва ВДЕ є біопаливо, яке складає 81,3%.

Таблиця 2.5. Загальні частки енергії з ВДЕ та частки енергії з ВДЕ у секторах (виробництво електроенергії, системах опалення та охолодження та у транспортному секторі) у 2012-2015 рр.

Частка ВДЕ, %	2012	2013	2014	2015	2020 (ціль)
Загальна	3,41	4,56	3,9	4,87	11
Опалення та охолодження	2,99	3,96	3,37	4,57	12,4
Електроенергія	6,42	8,71	7,40	7,92	11
Транспорт	0,55	1,21	1,80	1,85	10

Таблиця 2.6. Розрахункова частка відновлюваних джерел енергії у валовому кінцевому споживанні енергії за секторами (тис. т н.е.) у 2012-2015 рр.

Валове кінцеве споживання ВДЕ, тис. т н.е.	2012	2013	2014	2015
Опалення та охолодження	1370	1747	1409,0	1534,5
Електроенергія	980	1312	1057,7	1054,0

Транспорт	51	107	143,2	130,8
Всього	2401	3101	2609,9	2719,3

Таблиця 2.7. Загальна фактична частка (встановлена потужність, валове виробництво електроенергії) кожної технології ВДЕ України, 2012-2015 рр.

	2012		2013		2014		2015	
	МВт	ГВт*год	МВт	ГВт*год	МВт	ГВт*год	МВт	ГВт*год
Гідроелектростанції:	4 656,5	10 634,9	4 669,31	13 993,19	5 851	9 321,4	5 883	6 970,5
< 1 МВт	26,6	171,9	21,97	285,986	30	110,2	32	82,8
1-10 МВт	46,9		53,34		54	173,8	58	104,0
> 10 МВт	4 583	10 463	4 594	13 707,2	4 581	8 194,1	4 607	5 210,1
гідроакumuлюючі					1 186	843,3	1 186	1 573,6
Сонячні електростанції (фотоелектричні)	371,6	333,6	748,4	562,9	411	429	432	476,5
Вітрові електростанції (наземні, нормалізовані)	193,8	257,5	334	636,5	411	1 130 (776,6)	426	1 084 (951,5)
Біомаса:	10,2	21,2	28,7	43,4	66	130	69	145
тверда	6,2	17,7	17,2	32,4	52	90,7	52	80,6
біогаз	4	3,5	11,5	11	14	39,3	17	64,4
Всього (з урахуванням нормалізації)	5 232,1	11 247,2	5 780,41	15 235,99	6 739	11 010,4 (13 688,5)	6 810	8 676,0 (14 310,4)
з них ТЕЦ					20	48,0	41	98,0

Таблиця 2.8. Загальне кінцеве енергоспоживання кожної технології ВДЕ в системах опалення та охолодження (тис. т н.е.)

Технологія ВДЕ	2014	2015
Сонячна	0,1	0,1
Біомаса:	1408,3	1533,8
тверда	1408,1	1425,2
біогаз	0,2	8,6
Відновлювана енергія від теплових насосів	0,6	0,6
Всього	1409,0	1534,5
у приватних домогосподарствах	1069,2	1096,1

Таблиця 2.9. Загальне кінцеве енергоспоживання кожної технології ВДЕ у транспортному секторі (тис. т н.е.).

	2014	2015
Біоетанол / етилтретбутиловий ефір, вироблений з біоетанолу	42,4	35,1
Електроенергія з відновлюваних джерел (з коефіцієнтом 2,5)	46,8 (100,8)	41,2 (95,7)
електроенергія з ВДЕ спожита залізничним транспортом (з коефіцієнтами 2,5)	36 (90)	36,31 (90,8)
електроенергія з ВДЕ спожита іншими видами транспорту	10,8	4,9
Усього (з коефіцієнтом 2,5 для електроенергії з ВДЕ спожитої залізничним транспортом)	89,2 (143,2)	76,3 (130,8)

Таблиця 2.10. Обсяг пропозиції біомаси для використання в енергетичних цілях у 2012-2015 рр.

	Обсяг вітчизняної сировини				Первинна енергія у вітчизняній сировині (тис. т н.е.)			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
Обсяг пропозиції біомаси для опалення і виробництва електроенергії								
Пряме постачання деревної біомаси з лісів та інших земель, вкритих лісовою рослинністю, для виробництва енергії (від рубання тощо), тис.м. куб.	4086	4211.9	5317.5	5991.7	836.3	910	1099.6	1274.3
а) лісозаготівля - дрова паливні тис. м. куб.	2926	3238	3860	4512.4	778.3	861.3	1026.8	1200.3
б) лісові відходи тис. м. куб.	1160	973.9	1457.5	1479.3	58	48.7	72.9	74
Непряме постачання деревної біомаси	518	524.6	529.4	635.5	47.2	46.6	47.6	57.2

(залишків та побічних продуктів деревообробної промисловості тощо), тис.м. куб.								
Лушпиння соняшника, тис.т (для теплової енергії)	900	1054	1190	800	238.5	289.3	320	215
Солома пшениці, тис.т (для виробництва твердого біопалива)	21	50	50	14	5.5	13.25	13.25	3.71
Біомаса побутових відходів, тис. т	149.9	147.6			45	44.3		
Тваринні та рослинні відходи, тис. т	526.9	412.4			157.8	123.72		
Обсяг пропозиції біомаси для транспорту								
цукрові буряки при виробництві цукру та біоетанолу з меляси, тис.т	2257	5783	4407	3068	80	204		

Відповідно до даних ДАЕЕ середньорічний потенціал всіх ВДЕ в Україні складає до 68,9 млн тне/рік (Табл. 2.12).

Таблиця 2.12. Потенціал відновлюваних джерел енергії в Україні, 2015¹⁹²⁰

Тип ВДЕ	ТВтгод/рік	млн т н.е./рік
Вітроенергетика	60	15
Сонячна енергетика,* в тому числі	38.2	4.2
- електрична	5.7	1.4
- теплова	32.5	2.8
Гідроенергетика	28.7	7
- мала	8.6	2.1
- велика	20.1	4.9
Біоенергетика, в тому числі	178	21.7

¹⁹ <http://saee.gov.ua/uk/activity/vidnovlyuvana-enerhetyka/potentsial>;

²⁰ https://www.irena.org/remap/IRENA_REmap_Ukraine_paper_2015.pdf

- електрична	27	7.2
- теплова	151	14.5
Геотермальна теплова енергетика	97.6	8.4
Енергія доквілля (теплові насоси)	146.3	12.6
Всього	548.8	68.9

* - відповідно до переглянутого потенціалу сонячної енергії LUT²¹, та інших джерел (див. Розділ 9), цей потенціал є дуже заниженим. Крім того, при першій ітерації моделювання виявилось, що цього потенціалу взагалі недостатньо для досягнення цілі 100% ВДЕ у 2050 та цілі 70% скорочень викидів для 2-х сценаріїв, оскільки сектор генерації електроенергії з ВДЕ був надто дизбалансним (2% генерації з сонячних панелей для сценарію 100% ВДЕ). Отже, цей більш низький потенціал використовується тільки у базовому сценарії, де він не перевищується. Для інших двох сценаріїв використовуються більш високі значення потенціалу (див. Розділ 9).

Потенціал біомаси для енергетичного використання, що є одним з ключових обмежень моделі, є найбільшим із усіх ВДЕ і тому обрахований більш детально. Відповідно до багаторічних досліджень НТЦ «Біомаса» та БАУ, потенціал біомаси знаходиться в межах 25-35 млн тне в залежності від різних факторів (насамперед врожайності у агросекторі). (Таблиця 2.13).

Таблиця 2.13. Потенціал біомаси, наявної для виробництва енергії в Україні (2015, 2050).

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн. т		Частка, доступна для енергетики, %		Потенціал, доступний для енергетики, млн. т н.е.	
	2015	2050	2015	2050	2015	2050
Солома зернових культур	35,14	52,71	30	30	3,65	5,48
Солома ріпаку	3,1	4,65	40	40	0,43	0,65
ПП виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	30,3	45,45	40	40	2,32	3,48
ПП виробництва соняшника (стебла, корзинки)	21,2	21,2	40	40	1,22	1,22
Вторинні відходи с/г (лушпиння соняшника)	1,90	1,90	74	74	0,50	0,50

²¹<https://www.researchgate.net/publication/308986145> Transition towards a 100 Renewable Energy System by 2050 for Ukraine

Деревна біомаса (дрова, порубкові залишки, відходи деревообробки)	6,0	9,0	94	94	1,39	2,08
Деревна біомаса (сухостій, деревина з лісосмуг, обрізки)	8,8	8,8	41	41	1,03	1,03
Біодизель (з ріпаку)	-	-	-	-	0,19	0,19
Біоетанол (з кукурудзи і цукрового буряку)	-	-	-	-	0,54	0,54
Біогаз з відходів та побічної продукції АПК	1,6*	11,2*	50	100	0,68	2,38
Біогаз з твердих побутових відходів (ТПВ)	0,6*	5,8*	34	100	0,18	0,60
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)	1,0*	9,0*	23	100	0,19	0,39
Енергетичні культури:						
- верба, тополя, міскантус (1,5 млн. га у 2015, 3 млн. га у 2050)	17,25	51,75	90	90	6,58	19,74
- кукурудза на біогаз (0,5 млн. га у 2015, 1 млн. га у 2050)	1,67*	6,68*	90	90	1,29	5,15
ВСЬОГО	-	-	-	-	20,19	43,42

В процесі моделювання траєкторії росту виробництва енергії з ВДЕ корелюються із середніми тенденціями ЄС (Рис. 2.4.) із середньорічним діапазоном приросту 0,7-1,3%/рік, а також із цими ж показниками по кожному з типів ВДЕ.

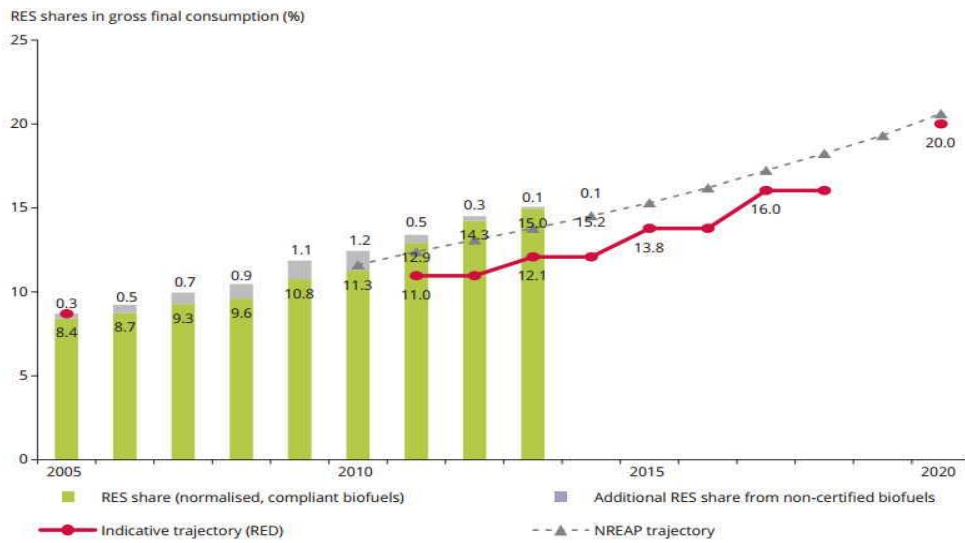


Рисунок 2.4. Частки різних ВДЕ у ВКЕ в ЄС-28 та апроксимований прогрес у досягненні проміжних цілей та цілей 2020 року (%)²²

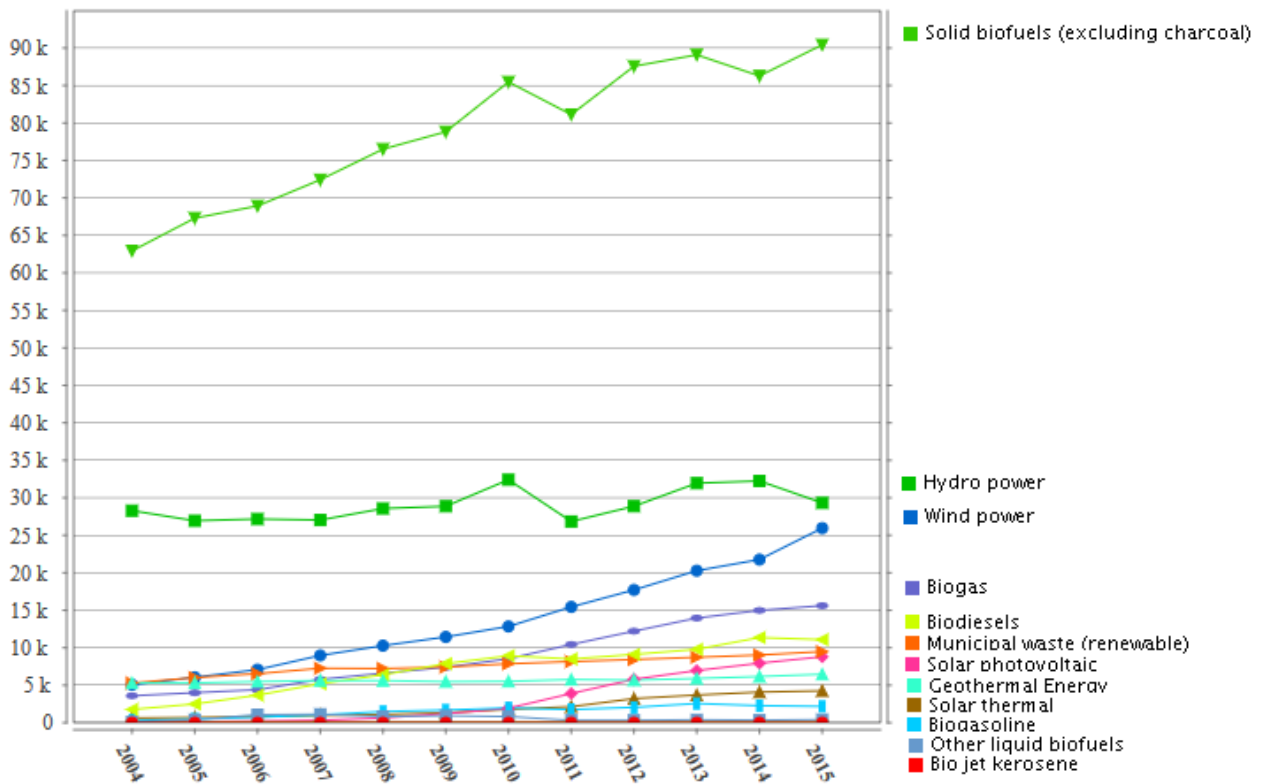


Рисунок 2.5. Виробництво первинної енергії різними ВДЕ в ЄС-28, 2004-2015.

²² Renewable energy in Europe 2016. Recent growth and knock-on effects, European Environment Agency, Report No 4/2016. <http://www.eea.europa.eu/publications/renewable-energy-in-europe-2016/download>

5. Короткий огляд поточного стану сектору відновлюваної енергетики в Україні: законодавча, технічна і фінансова база, можливості та бар'єри

5.1. Законодавча база

Для того, щоб краще оцінити перспективи розвитку сектору необхідно визначити початкові і заплановані законодавчі рамки. Нижче наведені короткі пояснення існуючої законодавчої бази (Табл.5.1).

Таблиця 5.1. Чинні та заплановані законодавчі механізми на підтримку розвитку ВДЕ

Механізм	Короткий опис	Пов'язаний сектор	Посилання	Дата прийняття
<u>Чинні</u>				
"Зелений" тариф	Коефіцієнт перерахунку для підвищення тарифу на виробництво електроенергії Біомаса: 2,3 Вітер: 1,08 — 1,89 Сонце: 2,79 — 3,72 Гідро: 1,94 — 3,24 Геотермальна: 2,79 -10% 2020-2025 рр. -10% 2025-2030рр.	Виробництво електроенергії	Закон України "Про електроенергетику" зі змінами 2010-д ²³	2009

²³ http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=55219

Стимулюючий тариф для сектору тепlopостачання	Зміна методики формування тарифу: тариф на теплову енергію з альтернативних джерел = 0,9*встановлений тариф з газу	Виробництво теплової енергії	Закон України № 1959-VIII ²⁴ від 21.03.2017	2017
Державна програма співфінансування "Теплі" кредити	Схема співфінансування: 20% — 70% компенсації тіла кредиту державою для нових негазових установок опалення та заходів з термомодернізації в житловому секторі	Опалення домогосподарств і громадських будівель	Постанова КМУ №1056 зі змінами №63 ²⁵	2014
Відшкодування ПДВ	Відшкодування 20% ПДВ для обладнання на відновлюваних джерелах	Виробництво енергії з відновлюваних джерел	Постанова КМУ №902 ²⁶	2006
Податок на викиди вуглецю	1,3 євроценти/т викидів CO ₂	Всі сектори	Податковий кодекс України	2011

Заплановані

Конкурентний ринок тепла	Впровадження механізму для входу незалежних виробників тепла на ринок теплової енергії для	Виробництво теплової енергії		2018-2019
--------------------------	--	------------------------------	--	-----------

²⁴ http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=58568

²⁵ http://www.oschadbank.ua/ua/private/loans/oschad_home/post_kmu.pdf

²⁶ <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80>

	подолання монополії існуючих місцевих теплопостачальних компаній.			
Створення внутрішнього конкурентного ринку біопалив, в тому числі фондового ринку біопалив	Спрощення доступу бізнесу до існуючих лісових і сільськогосподарських відходів, створення платформи для аукціонів біомаси	Паливні ринки	Розроблено концептуальний документ	2018
Премія за низьковуглецеву енергію	Цикли низьковуглецевих проектів і пов'язані з ними види діяльності (ланцюг постачання, виробництва обладнання тощо)	Виробництво, розподіл і споживання енергії	Розроблено концептуальний документ	Після 2020
Створення ефективного механізму енергетичних кооперативів	Створення рамкових умов для енергетичних кооперативів	Виробництво та споживання енергії	Проведені заходи щодо підвищення обізнаності (2015-2016) за підтримки FNR Німеччина	Після 2020
Введення енергетичного податку та/або податку на викиди вуглецю	Реформування існуючого механізму оподаткування викидів вуглецю, встановлення податку на викиди вуглецю на рівні 2 євро/т CO ₂ , створення супутньої підтримки (система моніторингу та верифікації, податковий	Виробництво, розподіл і споживання енергії	Розроблено концептуальний документ	Після 2020

	вуглецевий фонд для розподілу податків, підвищення обізнаності регулятора)			
Створення засад для виробництва біометану	Створення необхідної законодавчої бази, національного реєстру біометану, включення зеленого тарифу на виробництво електроенергії з біометану.	Виробництво, розподіл і споживання енергії	Розроблено концептуальний документ	Після 2020
Створення механізму стимулювання використання потужностей енегоустановок на біомасі для балансування енергетичної системи (покриття пікових навантажень)	Премія за пікове електропостачання в мережу для установок з виробництва електроенергії з біогазу та біомаси	Виробництво, розподіл і споживання енергії	-	Після 2020
Встановлення стимулюючого тарифу на виробництво енергії з відходів	Премія для спалювання ТПВ, біо-механічної обробки і сортування	Виробництво, розподіл і споживання енергії, поводження з відходами, водопостачання і водовідведення	-	Після 2020

5.2. Технічна база

З метою ідентифікації порядку розвитку кожної з груп технологій отримання енергії з ВДЕ було проведено аналіз технічної бази, що включає оцінку технологічного розвитку та рівень комерціалізації/впровадження. Нижче представлена оцінка умов ринку з технічної точки зору.

Значення кольорів наступні:

- Нерозвинений підсектор, технології на рівні досліджень та розробок, існує кілька демонстраційних проектів
- Недостатньо розвинута технологія, комерційний рівень реалізації можливий
- Розвинений сектор, помірна різноманітність, комерціалізація та наявність на ринку
- Високо розвинений сектор, велика різноманітність, комерціалізація ринку, ніяких технічних проблем

Таблиця 5.2. Оцінка умов ринку для різних груп технологій отримання енергії з ВДЕ

ВИРОБНИЦТВО ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ З БІОМАСИ	
Виробники основного обладнання	<p><u>Малі котли і пічки</u> (індивідуальне опалення, 10 кВт-50 кВт): >50 національних виробників >50 міжнародні дилери, деякі з потужностями в Україні</p> <p><u>Середні котли</u> (для опалення громадських будівель, 50 кВт-1,5 МВт): >20 національні виробники >30 міжнародні дилери >10 міжнародних компаній з потужностями в Україні</p> <p><u>Великі котли</u> (промислове та централізоване опалення, 1,5 МВт-15 МВт) <5 національні виробники >10 міжнародні дилери</p> <p><u>Постачальники допоміжного обладнання</u> Насоси: >50 національних та міжнародних компаній Системи контролю: >50 національних та міжнародних компаній Системи електропостачання і автоматизація: >50 національних та</p>

	<p>міжнародних компаній Теплообмінники: >20 національних та міжнародних компаній Обладнання для утилізації скидного тепла: 5-10 місцевих та міжнародних компаній Системи подачі біомаси: тільки міжнародні дилери (до 20) Очищення димових газів: тільки міжнародні дилери (до 10) Фітинги, клапани, сходи, естакади, труби: >50 національних та міжнародних компаній</p> <p><u>Постачальники спеціального обладнання</u> (SCADA, EMS, точні лабораторні лічильники) До 10 національних постачальників >20 міжнародних постачальників</p> <p><u>Виробники попередньо ізольованих теплових мереж (централізоване теплопостачання)</u> >30 національні компанії >30 міжнародні дилери та компанії</p> <p><u>Індивідуальні опалювальні підстанції</u> До 10 національних постачальників >20 міжнародних постачальників</p>
<p>Генпідрядники, проектування, експлуатація та технічне обслуговування</p>	<p>Національні: до 10 компаній Міжнародні: до 50 компаній</p>
<p>Вертикально інтегровані компанії (постачальники теплової енергії з біомаси)</p>	<p>До 10 українських компаній (незалежні виробники теплової енергії) переважно, у теплопостачанні громадських будівель, опаленні домогосподарств та централізованому теплопостачанні на місцевому рівні в рамках існуючих комунальних компаній. Загальна потужність котлів у постачальників тепла з біомаси: до 1 ГВт_т</p>
<p>Організація логістики та ланцюга постачання</p>	<p><u>Виробники складів, терміналів, спеціальних транспортних засобів:</u> До 5 національних компаній До 10 міжнародних дилерів без власних потужностей в Україні</p> <p><u>Постачальники послуг логістики біомаси:</u> До 10 національних компаній До 5 міжнародних компаній з департаментами логістики біомаси (логістика біомаси не є основною діяльністю)</p>

Гранули і брикети	<p>Виробники: Деревні гранули: >200 виробників, загальний річний обсяг виробництва до 400 000 т/рік (2016), постачання на внутрішній ринок та експорт Деревні брикети: >100 виробників, загальний річний обсяг виробництва до 100 000 т/рік (2016), основне постачання на внутрішній ринок Солом'яні гранули: >40 виробників, загальний річний обсяг виробництва до 150 000 т/рік (2016), постачання на внутрішній ринок та обмежений експорт Солом'яні брикети: >20 виробників, загальний річний обсяг виробництва невідомий, постачання на внутрішній ринок Гранули з лушпиння: >100 виробників, загальний річний обсяг виробництва >1 000 000 т/рік, основне постачання на експорт Інші види гранул: >50 виробників, загальний річний обсяг виробництва >50 000 т/рік, поставка на експорт та внутрішній ринок.</p> <p>Постачальники гранулюючого обладнання: До 5 національних виробників >10 міжнародних дилерів</p> <p>Трейдери: >30 національних компаній</p>
Біопалива I-го і II-го покоління	Наявні місцеві потужності для виробництва біоетанолу з ріпаку та відходів агробіомаси до 500 000 т/рік, в даний час не працює через критичні законодавчі та фінансові бар'єри.
Газифікація	До 100 МВт теплової потужності газифікаційних установок на деревній трісці та торфі в промисловості. Більшість з них в даний час не працює з економічних причин.
Піроліз	Немає серійних промислових установок українського виробництва. Існує низка українських лабораторних прототипів. Різні концепції піролізу (швидкий піроліз, абляційний, шнековий реактор), продуктивність біонафти 1-200 кг/год. Технологія на рівні дослідження і розробки в Україні, міжнародних проектів немає.
Торрефікація	Немає промислових установок. Існує низка українських прототипів. Міжнародних проектів немає.
Біорефайнінг	Немає промислових установок. Існує низка українських прототипів. Міжнародних проектів немає.

ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ З БІОМАСИ	
Парові котли	<p>Національні виробники: 2 компанії Потужності: 10 МВт_т-30 МВт_т; Паливо: деревна тріска, відходи лушпиння; Параметри пари: до 100 бар, 465 °С,</p> <p>Міжнародні дилери: >10 Потужності: 5 МВт_т-200 МВт_т Паливо: всі види твердої біомаси, рішення для сумісного спалювання (вугілля+біомаса, агро+деревина, торф+біомаса), синтез-газ. Параметри пари: до 150 бар, 535 °С</p>
Парові турбогенератори	<p>Національні виробники: 4 (1)²⁷ Потужності: 1 МВт_{ел} — 20 МВт_{ел} ККД: 15-25%</p> <p>Міжнародні: >10 Потужності: 0,25 МВт_{ел} — 50 МВт_{ел} ККД: 12%-33% (у парогазовому циклі з проміжною газифікацією 45%)</p>
ОЦР	<p>Національні виробники: 1²⁸ Потужності: 4 МВт_т, 8 МВт_т, 16 МВт_т Паливо: деревні відходи, солома зернових</p> <p>Міжнародні дилери: >10 Потужності: 0,5 МВт_т — 20 МВт_т Паливо: всі види твердої біомаси, біогаз, рішення з сумісного спалювання, синтез-газ.</p>
Міні-ТЕЦ на базі двигунів Стірлінга	<p>Національні виробники: 0 Міжнародні дилери: 2</p>

²⁷ Тільки 1 національний виробник наразі виробляє турбіни придатні під низькі параметри пари парових котлів на біомасі наявних на ринку. Інші виробники виготовляють великі енергетичні турбіни з високими параметрами пари, але розглядають можливості зміни виробничої практики для випуску малих турбін, придатних для парових котлів на біомасі (починаючи з 2018-2019).

²⁸ Випускає тільки котли під ОЦР. Інші запасні частини поставляються на міжнародному рівні.

Термоелектричний генератор	Національні виробники: 0 Міжнародні дилери: 1
Генпідрядники, проектування, експлуатація та технічне обслуговування	Національні: до 3 Міжнародні: > 10
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЕНЕРГІЇ З БІОГАЗУ	
Біогазові реактори та допоміжне обладнання	<p><u>Реактори та запасні частини (змішувачі, навантажувачі, нагрівальні прилади)</u> Національні виробники: до 5 Міжнародні дилери: до 10</p> <p><u>Автоматика</u> Національні виробники: до 5 Міжнародні дилери: до 40</p> <p><u>Зберігання силосу і гною</u> Національні виробники: до 5 Міжнародні дилери: до 20</p> <p><u>Газгольдери</u> Національні виробники: до 5 Міжнародні дилери: до 30</p> <p><u>Інше допоміжне обладнання</u> Трубопровідна система, пункти збору, покривні матеріали (для рекультивациі сміттєзвалищ), дренаж, сепаратори, сушарки, факели Національні виробники: >20 Міжнародні дилери: >30</p>
Газопоршневі двигуни на біогазі	<p><u>Біогазові турбіни</u> Національні виробники: 1 Міжнародні дилери: up to 10</p> <p><u>Біогазово-поршневі двигуни</u> Національні виробники: 2</p>

	Міжнародні дилери: >20 Цикл Ренкіна (біогазовий паровий котел+парова турбіна): Національні виробники: 0 Міжнародні дилери: до 5
Системи очистки біогазу до рівня біометану	Національні постачальники: 0 Міжнародні постачальники (немає дилерів в Україні): >20
Генпідрядники, проектування, експлуатація та технічне обслуговування	Національні: до 5 Міжнародні: > 20
СОНЯЧНІ ФОТОВОЛЬТАЇЧНІ ТА ВІТРОВІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ	
Сонячні фотовольтаїчні елементи	Національні виробники: до 5 Міжнародні постачальники: >20, включаючи потужності в Україні
Вітрові турбіни	Національні виробники: 0 Міжнародні постачальники: >10, включаючи потужності в Україні
Допоміжне обладнання	Контролери, роз'єми, інвертори, перетворювачі, регулятори частоти струму, системи зарядки, акумулятори, системи моніторингу, EMS: >10 національних компаній >40 міжнародних постачальників і дилерів
Генпідрядники, проектування, експлуатація та технічне обслуговування	Національні: до 5 Міжнародні: > 10
ГЕОТЕРМАЛЬНІ ТЕПЛОВІ ТА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ	
Технології буріння, розвідка, геодезичні послуги	Національні виробники: 0 Міжнародні постачальники і дилери: 0
Допоміжне обладнання	Спеціальні будівельні матеріали, високотемпературні теплообмінники, акумулятори, трубопроводи високого тиску Національні виробники: 0

	Міжнародні постачальники: 0
Генпідрядники, проектування, експлуатація та технічне обслуговування	Національні: 0 Міжнародні: 0
ТЕПЛОВІ НАСОСИ	
Теплові насоси (всі типи)	Національні виробники: до 5 Міжнародні постачальники: >10, включаючи потужності в Україні
Генпідрядники, проектування, експлуатація та технічне обслуговування	Національні: до 5 Міжнародні: >10
ГІДРОЕНЕРГІЯ	
Гідротурбіни	Національні виробники: до 5 (діапазон потужності 100 кВт _{ел} — 25 МВт _{ел}) Міжнародні дилери: >20 (діапазон потужності 30 кВт _{ел} — 100 МВт _{ел})
Гідроакумуючі станції	Національні виробники: до 5 (діапазон потужності до 25 МВт _{ел}) Міжнародні дилери: >20 (діапазон потужності 30 кВт _{ел} — 100 МВт _{ел})
Будівництво гребель	н/д
Допоміжне обладнання	Національні виробники: >10 Міжнародні дилери: >10
Генпідрядники, проектування, експлуатація та технічне обслуговування	Національні: до 5 Міжнародні: >20

5.3. Фінансові та інвестиційні умови

Фінансові умови мають вирішальний вплив на оцінки об'ємів ринку технологій ВДЕ в Україні (поточних і потенційних). Нижче наведено оцінку об'ємів ринку для кожної групи технологій (Табл.5.3).

Таблиця 5.3. Оцінка об'ємів ринку для різних технологій ВДЕ в Україні

Категорія ВДЕ		Питомі інвестиції, евро/кВт _т , евро/кВт _е	Поточний об'єм ринку, млн евро	Потенційний об'єм ринку, млн евро	Частка в загальному об'ємі ринку (поточна)	Частка в загальному об'ємі ринку (потенційна)
Опалення на біомасі	min	75	275,7	3 244,1	17,82%	1,78%
	max	450	1 654,5	19 464,5	33,83%	3,99%
Біомасові ТЕЦ	min	1800	33,6	6 488,2	2,17%	3,57%
	max	6500	121,3	23 429,5	2,48%	4,80%
Біогазові ТЕЦ (агро+полігон)	min	2300	85,9	8 290,4	5,55%	4,56%
	max	7750	289,3	27 935,1	5,91%	5,72%
Біогаз у біометан	min	2500	0,0	9 011,3	0,00%	4,95%
	max	8500	0,0	30 638,5	0,00%	6,27%
Сонячна фотовольтаїка	min	1500	599,3	22 707,4	38,73%	12,48%
	max	3500	1 398,4	52 983,9	28,59%	10,85%
Сонячне опалення	min	300	0,0	2 486,0	0,00%	1,37%
	max	800	0,0	6 629,5	0,00%	1,36%
Вітрова електроенергія	min	1000	426,2	86 585,5	27,54%	47,59%
	max	2500	1 065,4	216 463,7	21,79%	44,33%
Геотермальне тепло	min	550	0,0	5 768,4	0,00%	3,17%
	max	1300	0,0	13 634,4	0,00%	2,79%
Геотермальна електроенергія	min	3500	0,0	12 236,0	0,00%	6,73%
	max	10000	0,0	34 960,0	0,00%	7,16%
Теплові насоси	min	350	0,0	16 780,8	0,00%	9,22%
	max	800	0,0	38 356,2	0,00%	7,85%
Гідроенергія	min	700	126,6	8 343,8	8,18%	4,59%
	max	2000	361,8	23 839,4	7,40%	4,88%
Всього	min		1 547,3	181 942,0	0,85%	100,00%
	max		4 890,7	488 334,7	1,00%	100,00%

В даний час найбільшу частку ринку щодо інвестицій займають опалення на біомасі, енергія вітру і сонячних фотоелементів у приблизно однаковій пропорції. Найбільший

потенційний об'ємі ринку мають вітрова енергія і біомаса (46% і 25% відповідно) через високий потенціал ресурсів і відносно низькі постійно падаючі вартості впровадження. Ці дані використовуються в якості додаткового порогового значення для визначення порядку впровадження технологій.

5.4. Бар'єри та можливості для інвестицій

Таблиця 5.4. Бар'єри та можливості для інвестицій в різні технології ВДЕ в Україні

Бар'єри	Можливості
Біомаса для виробництва тепла	
Нерозвинені рамкові умови для виходу на ринок централізованого теплопостачання в муніципальному і житловому секторах	Великий і концентрований попит на тепло в містах з розвиненими системами централізованого теплопостачання
Невірний неринковий метод формування тарифів: витрати + 3-5% процентної ставки для будь-якого палива (нижчі витрати - більш низький тариф, відсутність стимулів для зниження витрат)	Теплова енергія з біомаси є конкурентоспроможним паливом і в більшості випадків дешевшим за теплову енергію з інших видів палива (природний газ, вугілля, електроенергія)
Відсутність контрактів з генпідрядниками	Відносно розвинений технічний фон
Відсутність внутрішнього ринку біомаси, відсутність компаній, які надають надійні послуги постачання біомаси, немає інтересу лісництв та агропромислових компаній в постачанні біомаси бізнесу	Наявність великого невикористаного місцевого потенціалу біомаси
Відсутність механізму монетизації CO ₂ , система сертифікації біомаси, критерії сталості, земельний кадастр, моніторинг і верифікація	Додаткові вигоди від скорочення викидів CO ₂
Біомаса для виробництва електроенергії	
Відносно великі початкові капітальні вкладення для великих проектів (чим більше проект, тим краще окупність)	Стратегічні проекти: електроенергетичний сектор не чутливий до кризи, електроенергія з біомаси дешевшає з кожним роком.
Непередбачувані операційні витрати через	«Піонерство»: повний цикл створення

різкі коливання цін на паливо на ринку, що розвивається	ланцюжка постачання біомаси для виробництва електроенергії на ринку, що розвивається.
<ul style="list-style-type: none"> • Стимулюючий тариф на виробництво електроенергії з біогазу достатньо тільки для великих проектів (> 5 МВт_{ел}), • Відсутність стимулів для виробництва електроенергії з біометану, • Ризик перегляду стимулюючого тарифу через «особливі умови в енергетичному секторі» (березень-квітень 2014, лютий 2017), • Тариф не передбачено для сумісного спалювання біомаси та спалювання ТПВ. 	Існуючий стимулюючий тариф гарантовано до 2030 р.
Проблеми з підключенням, надзвичайно високе (6 разів) підвищення оплати за приєднання до мережі (січень 2017 ²⁹).	Покупка виробленої електроенергії гарантується законом, немає необхідності, в конкуренції з іншими джерелами енергії
Сильний бізнес і політичне лобі вугільної електрогенерації, монополія вугільної електрогенерації	Можливість покриття пікового навантаження через відсутність маневрених потужностей в мережі після блокади постачання вугілля з тимчасово окупованих територій
Відсутність механізмів монетизації CO ₂	Додаткові вигоди від скорочення викидів CO ₂

Технології виробництва енергії з біогазу

«Зеленого» тарифу достатньо тільки для великих проектів	«Зелений» тариф на електроенергію гарантовано до 2030 року
Великі початкові капітальні інвестиції через додаткову стадію перетворення відходів у біогаз	Велика частка великих господарств, які мають велику кількість всіх необхідних вихідних ресурсів для біогазу (гній тварин, агросилос, інші відходи)
Проекти щодо поводження з ТПВ є ризикованими через слабку	Додаткові екологічні ефекти, пов'язані з

²⁹ http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/Materialy_zasidan/2017/31.01.2017/p14_31-01-2017.pdf

передбачуваність виходу біогазу (неконтрольовані звалища з коливаннями морфології відходів)	обробкою відходів і гігієнізацією
Немає стимулюючого тарифу на виробництво тепла	Можливість додаткового тепlopостачання (включаючи пікове навантаження) шляхом миттєвого підвищення тарифів на тепло
Відсутність законодавчої бази для виробництва і використання біометану	Широкі можливості подальшого використання біогазу (для біометану, транспорту, паливо для прямого спалювання тощо)
Відсутність вітчизняних виробників обладнання та генпідрядних компаній	Конкурентність з ціною природного газу, перспективи торгівлі біо-продукцією з ЄС-27 (торгівля «зеленими» сертифікатами).

Сонячні фотовольтаїчні та вітрові електростанції

Відносно великі початкові капітальні вкладення, проблеми з місцевим землевідведенням і приєднанням	Капітальні вкладення швидко зменшуються з року в рік
Періодичний характер генерації, необхідність акумуляторів і резервних потужностей, порівняно низький коефіцієнт корисної дії	<ul style="list-style-type: none"> Відсутність паливної складової в експлуатаційних витратах; Можливість створення смарт-мережі само-розподіленої генерації.
Проблеми інфраструктури: розподілена генерація, далекі точки підключення до мережі	Вдосконалення існуючої інфраструктури, впровадження інноваційних технологій в енергетиці
Низька місцева складова в загальному обсязі обладнання та робіт	Перспектива створення власниками проектів сонячних електростанцій повного циклу виробництва, постачання і генпідряду

Геотермальні теплові та електростанції, теплові насоси

Відносно низький потенціал у порівнянні з іншими відновлюваними джерелами енергії	Відносно новий сектор з нерозвиненим ринком
Відсутність необхідної технології буріння, абсолютна відсутність місцевих виробників і генпідрядних компаній, проектних	Відсутність паливної складової в операційних витратах

організацій та необхідної інфраструктури	
Немає реального прикладу роботи геотермальної станції в Україні через високу окупність без наявності реального робочого стимулюючого механізму (ЗУ № 1959-VIII частково вирішує це питання)	Мультиплікаційні ефекти для макроекономіки (місцеві геологічні вишукування, додатковий сектор виробництва і обслуговування)
Негативний вплив на скорочення викидів парникових газів через високий коефіцієнт викидів мережі (вугільна електрогенерація)	Можливість мульти-генерації (когенерація і три-генерація) і розподіленої генерації

Гідроенергія

Майже весь потенціал річок вже використовується	Можливість поставки електроенергії за більш високим «зоновим» тарифом
Екологічні проблеми, пов'язані з затопленням великих земельних територій	Новий ринок енергії припливів і хвиль

6. Опис підходу і методології моделювання

Підхід моделювання базується на вирішенні оберненої задачі. З одного боку, індикативні цілі встановлюються на 2050 р. до будь-яких розрахунків для визначення кінцевих точок для відповідних сценаріїв розвитку енергетичного сектора. З іншого боку, встановлюються початкові умови на основі узагальнення статистичних даних з енергетичних балансів України, що визначають приблизну тенденцію розвитку енергетичного сектору, включаючи розвиток використання ВДЕ за останні роки (2010-2015 рр.). Крім того, тенденція розвитку ВДЕ в країнах ЄС-27 для різних періодів визначається на основі наявних статистичних даних з енергетики Євростату. Наприклад, відомо, що до 2030 року ЄС-27 затверджена мета 27% частки відновлюваних джерел енергії в ВКЕ, маючи базову точку на 20% в 2020 році, що означає 0,7% / рік середній приріст. Індикативна ціль щодо зниження енергоспоживання у 2030 році на 30%, має базову точку 20% в 2020 році, що означає 1%/рік середнє зниження. Передбачається, що індекси розвитку ВДЕ для України в 2015-2050 рр. будуть в певній мірі (але не завжди і не для всіх типів ВДЕ) відповідати Європейським тенденціям у період 1980-2015 рр.

Індикативні цілі щодо розвитку ВДЕ є також частиною українських зобов'язань за НПДВЕ до 2020 року. Відома траєкторія розвитку відновлюваних джерел енергії та енергоспоживання між 2015 і 2020 роками відповідно до НПДВЕ також дає показник середньорічного приросту ВДЕ (з 4,8% до 11% протягом 6 років або 1%/рік). В результаті аналізу та консолідації тенденцій розвитку енергетичного сектора для України, включаючи зобов'язання та середній приріст по ВДЕ та енергозбереження в ЄС-27 до 2050 року вони визначаються для кожного сценарію окремо.

Крім екстраполяції узагальнених статистичних даних відповідно країн ЄС-27 та України, в моделі окремо для кожного сценарію та типу ВДЕ використовуються додаткові спеціальні обмеження та критичні точки:



- Загальні тренди по ВКЕ та ЗПЕ: прогнозовані дані по розвитку ВДЕ мають відповідати та бути в межах приростів для ЄС-27 та статистичних тенденцій України.
- Тренд заміщення викопних палив: на основі статистичних даних 2010-2015 рр. визначається зміна цього параметру, нормалізації темпів заміщення здійснюється через порівняння українських та європейських тенденцій.
- Взаємозв'язки між сценаріями: реалізація принципу "менше зусиль для менш амбітного сценарію" – контролюється постійність збільшення розриву у ВДЕ та енергоефективності для всіх трьох сценаріїв для кожної точки розрахунку (кожні 5 років), що є додатковим обмеженням.
- Дані для проміжних років по ВДЕ: використовуються цифри із наявних програм, планів і стратегій щодо майбутнього розвитку ВДЕ та визначення реперних точок для відповідних років (наприклад, для 2020 – НПВДЕ, для 2035 – ОНВВ, Проект Енергостратегії, для 2050 р. – Паризька Угода) для введення поправок у дані проміжних років, що визначені на основі інших припущень та екстраполяції статистичних даних.
- Об'єми ринку та наявність обладнання використовується для оцінки пріоритетності впровадження того чи іншого типу ВДЕ – чим більше об'єм ринку, тип інтенсивніше та масштабніше впроваджується технологія у порівнянні із іншими;
- Спеціальні секторальні обмеження використовуються для уточнення пріоритетності впровадження технологій: встановлення цілі по рідким біопаливам, окремо визначена цифра виробництва енергії з біомаси, додатковий потенціал сонця;
- Скорочення викидів парникових газів: використання для встановлення обмеження для кожного сценарію (40% для базового, 70% для кліматичного, 100% для високих зобов'язань 100% ВДЕ).
- Потенціали ВДЕ – ключове обмеження, потенціал не має бути перевищений для жодного сценарію у будь-якій точці розрахунку.

Вказані обмеження та ключові реперні точки внесені в модель таким чином, щоб дані розрахунку для кожного сценарію в кожній точці одночасно задовольняли всі наявні обмеження, зменшуючи кількість можливих траєкторій 2015-2050.

7. Розробка і опис методологічного інструменту для виконання моделювання на базі Excel

Інструмент моделювання представлений таблицею Excel, як показано на Рисунку 7.1. Тут для демонстраційних цілей наведено приклад одного з можливих «пробних» сценаріїв, розрахованих для сектору виробництва тепла в категорії «населення».

	A	B	C	D	E	F Additional equipment				G Investments			H Fossil fuel replacement			I %	J %	K biomass potential	L CO2 reduction	M Heat production	N TOTAL investments calculated		
		units	MWth	Mwe l	MWth	Mwe l	units	€kW 23.10.16	UAH/MW	€/year	Mt/year	Mt/year	bl/m3/year	%	%	MT CO2/year	TWh/year	t/c. Gcal	Millio UAH	Millio EUR			
4	Population / stoves / wood logs	50000								300	4000	0,00	0,00	0,00	0,0%		0,00	0,00	0	0	0		
5	2015	80 000	0,01		800		30000	50	1250	4000	0,79	0,55	0,32	2,0%	18%	0,63	3,20	2749	1008	39			
6	2020	160 000	0,01		1600		100000	50	1250	4000	1,77	1,24	0,73	4,0%	wood logs	1,43	7,20	6186	1260	49			
7	2025	200 000	0,01		2000		200000	50	1250	4000	1,97	1,38	0,81	5,1%		1,59	8,00	6874	252	10			
8	2030	250 000	0,01		2500		500000	50	1250	4000	2,46	1,72	1,01	6,3%		1,98	10,00	8592	630	25			
9	2035	280 000	0,01		2800		300000	50	1250	4000	2,75	1,93	1,13	7,1%		2,22	11,20	9623	378	15			
10	2040	300 000	0,01		3000		200000	50	1250	4000	2,95	2,06	1,21	7,6%		2,38	12,00	10310	252,0	9,8			
11	2045	320 000	0,01		3200		200000	50	1250	4000	3,15	2,20	1,28	8,1%		2,54	12,80	10996	252,0	9,8			
12	2050	350 000	0,01		3500		300000	50	1250	4000	3,44	2,41	1,42	8,6%	64%	2,78	14,00	12029	378,0	14,7			
13	Population / individual heating boilers / wood logs (25%) + wood pellets (25%) + agro pellets (25%) + wood chips (25%) 10-40 kWth	50000	0,03		1500					800	4000	0,69	0,49	0,51									
14	2015	100 000	0,015		1500		50000	60	1512	4000	0,69	0,49	0,51	3,0%	8%	1,19	6,00	5155	1134	45			
15	2020	230 000	0,015		3450		130000	60	1512	4000	1,60	1,12	1,40	6,7%	wood logs	2,74	13,80	11857	2948	117			
16	2025	250 000	0,015		3750		200000	60	1512	4000	1,73	1,21	1,52	6,8%	8%	2,97	15,00	12888	454	18			
17	2030	300 000	0,015		4500		500000	58	1462	4000	2,08	1,46	1,82	11,4%	agro pellet	3,57	18,00	15465	1096	44			
18	2035	350 000	0,015		5250		500000	56	1411	4000	2,43	1,70	2,12	13,3%		4,16	21,00	18043	1058	42			
19	2040	400 000	0,015		6000		500000	54	1361	4000	2,78	1,94	2,43	15,2%	12%	4,76	24,00	20621	1021	41			
20	2045	420 000	0,015		6300		200000	52	1310	4000	2,91	2,04	2,55	16,0%	agro res	5,00	25,00	21662	393	16			
21	2050	450 000	0,015		6750		300000	50	1250	4000	3,12	2,19	2,73	17,1%	10%	5,35	27,00	23196	567	23			
22	Population/ Reversed connection to DH systems/ agro residues (straw bales+maize stalks)	10											0,00										
23	2015	50	2,00		100		40	400	10080	4000	0,046	0,03	0,040	0,3%	0%	0,08	0,40	344	806	32			
24	2020	250	5,00		1250		200	350	8820	4000	0,58	0,40	0,51	3,2%	agro res	0,99	5,00	4296	8820	350			
25	2025	500	5,00		2500		250	320	8064	4000	1,156	0,81	1,011	6,3%		1,98	10,00	8592	10080	400			
26	2030	1 000	5,00		5000		500	300	7560	4000	2,313	1,62	2,023	12,0%		3,96	20,00	17184	18900	750			
27	2035	1 200	5,00		6000		200	280	7056	4000	2,775	1,94	2,427	16,2%		4,76	24,00	20621	7056	280			
28	2040	1 300	5,00		6500		100	270	6804	4000	3,087	2,10	2,630	18,4%		5,15	26,00	22339	3402	135			
29	2045	1 400	5,00		7000		100	260	6552	4000	3,238	2,27	2,832	17,7%		5,55	28,00	24057	3276	130			
30	2050	1 500	5,00		7500		100	250	6300	4000	3,469	2,43	3,034	19,0%	17%	5,95	30,00	25716	3150	125			
31	TOTAL POPULATION	1000 10			0								0,00										
32	2015	180050			2400	0					1,33	1,07	0,97	6,1%		1,27	6,40	5490	1940	77			
33	2020	410250			6500	0					3,04	2,76	2,83	16,4%		4,36	22,00	18002	12770	506			
34	2025	450500			8250	0					4,86	3,40	3,34	20,9%		6,38	32,20	27068	17794	467			
35	2030	551000			12000	0					6,85	4,80	4,85	30,3%		9,12	46,00	38523	20248	803			
36	2035	631200			14050	0					7,96	5,57	5,68	35,8%		10,90	55,00	47255	8744	347			
37	2040	701300			15500	0					8,73	6,11	6,27	38,2%		12,73	61,20	52582	4807	190			
38	2045	741400			16500	0					9,30	6,51	6,68	41,7%		12,83	65,20	56079	3821	155			
39	2050	801500			17750	0					10,03	7,02	7,18	44,9%		13,84	68,80	59971	3989	157			

Рис. 7.1. Приклад розрахунку «пробного» сценарію за допомогою інструменту для моделювання на базі Excel

Відповідно до підходу, моделювання виконується з кроком 5 років з 2015 по 2050 рр. Значення в колонках А, В, С, Н є основними вхідними даними для моделі і представляють собою відповідно категорію, кількість обладнання, встановлену потужність обладнання та необхідні інвестиції. Перша цифра в колонці В (комірка #В4) представляє поточний (2014 року) рівень встановленого обладнання (тип «пічки») у відповідній категорії «населення» (50000 одиниць). Тип палива, що використовується - це відходи біомаси «дрова». Значення для 2020 р. (комірка # В6) відображає кількість обладнання, визначене після

зворотнього розрахунку за даними щодо відомого виробництва енергії з ВДЕ, необхідного для виконання цілей НПДВЕ до 2020 р. Значення в 2035 р. (комірка #B9) базується на індикативній цілі щодо частки ВДЕ відповідно до проекту Нової ЕСУ до 2035 р. і знову визначається шляхом зворотнього розрахунку. Інші цифри в колонці «В» також визначаються відповідно до певних обмежень відповідної категорії/обладнання/типу біомаси. Наприклад, видно, що енергетичний потенціал дров в 2015 році був використаний на рівні 18% (комірка #O4) а в 2050 році на рівні 64% (комірка #O12), що є досить високим показником, оскільки передумови саме цього сценарію передбачають, що населення з пічками є основним споживачем такого типу біомаси як «дрова». Решта 46% дров розподіляється між такими категоріями, як «котли на біомасі для індивідуального опалення населення», «виробництво гранул і брикетів», «місцевого централізоване опалення з потужністю нижче 1,5 МВт», «зворотнє приєднання до місцевих систем центрального опалення», «опалення невеликого масштабу бюджетних і громадських будівель». Колонка «N» являє собою відповідне заміщення природного газу в млн м³, розрахованих за енергетичними показниками, отриманими з даних по встановленому обладнанню. Можна бачити, що для категорії «індивідуальне опалення населення» по типу біомаси «дрова» у обладнанні «пічки» це не відповідає до 2050 р. (половина від потенційного використання дров забезпечує до 9% заміщення природного газу). Однак, наприклад, в цілому для категорії «населення» (комірка # N39) заміщення природного газу складає 45% у 2050 році (в порівнянні з рівнем споживання природного газу в 2015 році), що є релевантним. За замовчуванням, якщо заміщення природного газу перевищує 100% від поточного, то значення відповідно коригуються і починається цикл перерахунку. Значення щодо заміщення природного газу можуть бути введені вручну в якості початкової передумови сценарію, а потім служитимуть в якості порогового показника для розрахунку.

Колонки «S» і «T» представляють необхідні інвестиції для впровадження розрахункового обладнання. Ці цифри використовуються в якості верхніх граничних значень, щоб контролювати кількість і напрямки інвестицій за період моделювання для уникнення швидкого збільшення або падіння. У представленому прикладі інвестиції не впливають на кінцеві результати через впровадження відносно дешевих і перевірених технологій, таким чином, що загальний обсяг інвестицій знаходиться нижче певної верхньої межі моделі, яка розраховується на основі базових показників інвестиційних тенденцій у відповідних секторах/категоріях за попередні роки (2012-2015) в Україні та з урахуванням передового досвіду в ЄС-27 у відповідному секторі/категорії. Однак, якщо, наприклад, в категорії «населення», ми будемо передбачати впровадження деяких дорогих технологій (наприклад, «двигуни Стірлінга для індивідуального опалення та виробництва електроенергії», «Сонячні фотопанелі + теплові насоси в будинках з майже нульовим енергоспоживанням», «біо-нафта для опалення» тощо), або якщо вартість звичайних технологій буде завищена, то інвестиції будуть швидко рости і будуть відзначати такий сценарій, як економічно недоцільний, починаючи цикл перерахунку моделі доки інвестиційні критерії не повернуться до певних меж.

Іншу частину нерухомих точок для коригування результатів моделювання представляє сумарний потенціал біомаси, що використовується всіма категоріями (див. Таблиця 2.13). Один з можливих прикладів остаточних зведених даних для сектора тепла з урахуванням потенційного використання біомаси представлено вище. Можна побачити, що потенціали категорій «біомаса деревних відходів» і «первинні відходи лушпиння соняшника» перевищені, що означає, що споживання обладнання визначеного в сценарії завищене. У той же час використання «вторинних відходів агросектору» знаходиться на значно нижчому рівні у 61%, що сигналізує про можливу недооцінку цього типу біомаси. Використання біогазу знаходиться на рівні 29%, проте це можна розглядати як нормальний результат, тому що за припущеннями моделювання для цього сценарію біогаз не використовується у великій мірі для опалення, але для виробництва електроенергії та виробництва біометану. У цьому випадку розрахунок необхідно відповідно скорегувати для балансування використання біомаси для кожного типу і можливого зниження передбачуваної кількості обладнання.

Модель також коригується співвідношенням теплової енергії, виробленої котельними на біомасі та ТЕЦ. Наприклад, нижче наведене співвідношення для кожного кроку моделювання для того ж розрахункового сценарію (Рис. 7.2). Діапазон цього співвідношення в нормальній тенденції розвитку енергетичного сектора становить від 15% до 30%. У 2015 році і в 2050 році це співвідношення перевищує нормальний діапазон. Для 2015 року ця викликано статистичними даними, і ця цифра не повинна бути скоригована. Значення для 2050 р. є результатом розрахунку, тому повинно бути скориговане з пропорційним зменшенням впровадження ТЕЦ (включаючи на біогазі) і збільшенням впровадження котлів.

	млрд м ³		
	Заміщення природного газу тільки від котельних	Заміщення природного газу тільки від ТЕЦ	Співвідношення ТЕЦ/котельні
2015	24201,62	858,16	3,5%
2020	49695,47	9770,69	19,7%
2025	62858,23	11835,32	18,8%
2030	80798,09	14004,77	17,3%
2035	95490,21	16560,86	17,3%
2040	104821,00	21221,96	20,2%
2045	111024,34	28181,38	25,4%
2050	117708,83	38126,49	32,4%

Рис. 7.2. Коригуюче співвідношення теплової енергії, виробленої котельними на біомасі та ТЕЦ, що застосовується до моделювання

Крім того, модель включає в себе блокування остаточного коригування результатів для всього сектора «опалення» стосовно заміщення природного газу в ВКЕ для всіх категорій. Для кожного кроку моделювання визначаються рівні заміщення природного газу. Для прикладу нижче можна побачити, що в 2020 році заміщення природного газу в секторі

«опалення» становить 7,2 млрд.м³, що в повній мірі відповідає цілі НПДВЕ до 2020 року для опалення (отже розрахунок є правильним, тому що це було початковою передумовою сценарію). У 2050 році розрахунковий показник становить 18 млрд м³, що складає 50%-ве заміщення.

	Заміщення природного газу, млрд м3/рік				
	Населення	ЦТ та громадське опалення	Промисловість	ВСЬОГО	
2015	0,97	0,09	2,09	3,15	8,75%
2020	2,63	1,66	2,93	7,22	20,05%
2025	3,34	1,91	3,42	8,66	24,06%
2030	4,85	2,28	3,98	11,11	30,87%
2035	5,68	2,70	4,63	13,01	36,15%
2040	6,27	3,06	5,25	14,58	40,50%
2045	6,68	3,63	5,82	16,12	44,78%
2050	7,18	4,35	6,53	18,07	50,18%
Всього заміщення в 2050 р. від споживання ПГ в 2015 р.				50,18%	

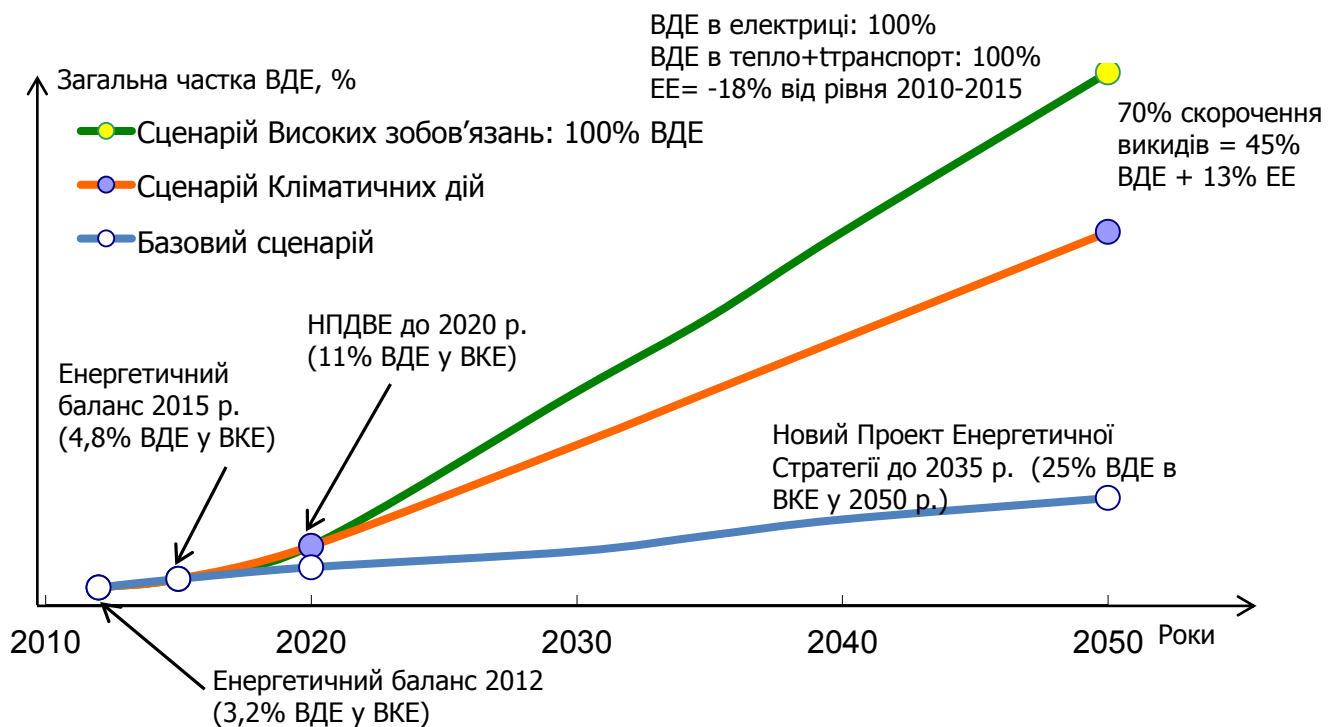
Рис. 7.3. Приклад коригуючого обмеження у заміщення природного газу в ВКЕ

Залежно від сценарію, можуть бути включені деякі обмеження або індикативні цілі заміщення ПГ в секторі теплопостачання. Наприклад, якщо ми включаємо ціль відповідно до "Сценарію кліматичних дій" «70% скорочення викидів парникових газів у 2050 році», то відповідне заміщення природного газу в секторі тепла може бути включено пропорційно як «-70% використання природного газу в 2050 році». Це буде коригувати дані по обладнанню, яке буде використовуватись (пропорційно: + 20% збільшення заміщення природного газу і, як наслідок виробництва енергії з біомаси). Однак, якщо в той же час потенціал біомаси буде недостатнім для досягнення такої цілі або інвестиційні обсяги будуть рости дуже швидко в порівнянні з попередніми періодами, то модель перераховуватиме дані доки всі умови будуть виконані. Це може, в свою чергу, змінити пропорційний розподіл цільових -70% і скоригувати показник відповідно до нових даних розрахунку. Це ключова ідея підходу моделювання: зменшити невизначеність результату моделювання, виконуючи повторні розрахунки відповідно до строго визначених граничних значень з різних точок зору.

Поки всі обмеження для обраних початкових умов узгоджуються моделлю, розрахунок вважається остаточним і дані по енергетичним показникам (т н.е) використання ВДЕ до 2050 року представляються у вигляді окремої траєкторії для сценарію, який відповідає встановленим початковим умовам на етапі ідентифікації сценарію.

8. Опис запропонованих сценаріїв розвитку енергетичного сектора до 2050 року з підвищенням цілей для ВДЕ: передумови, припущення, обмеження

Передбачається розробити три різні сценарії в рамках описаного підходу до моделювання. Кожен зі сценаріїв являє собою окремий шлях розвитку енергетичного сектора до 2050 р. і пов'язаний з трьома окремо визначеними тенденціями енергетичного сектора. Ці тенденції встановлюються окремими початковими умовами для моделі. Вони пов'язані із зобов'язаннями України та визначені заздалегідь на основі відомих і оцінених визначених цілей. Схема, що представляє три траєкторії для трьох сценаріїв представлена нижче.



8.1. Сценарій 1: Базовий сценарій

Сценарій є продовженням існуючої практики в розвитку енергетичного сектора. Згідно з цим сценарієм передбачається домінуюча роль виробництва енергії з викопних палив, однак певний прогрес також передбачається в галузі відновлюваних джерел енергії і розвитку енергоефективності відповідно до поточних зобов'язань України. У той же час, викиди ПГ не повинні перевищувати 40% у 2050 р. в порівнянні з поточним рівнем, без перевищення поточного рівня ОНВВ, поданого відповідно до Паризької Угоди.

Повністю працює вся наразі існуюча законодавча база для підтримки відновлюваних джерел енергії та біоенергії, в тому числі «зелений» тариф на виробництво електроенергії, вирівнювання цін на природний газ для опалення населення, бюджетних/громадських будівель, централізованого тепlopостачання, промисловості, державні програми кредитування, вирівнювання тарифів на тепло з біомаси і викопного палива, пільгові програми з енергоефективності.

Сценарій засновано на наступних припущеннях:

- Національний план дій з відновлюваної енергетики до 2020 року: виконано 100% в частині біомаси в 2050 році, 50% виконання для інших цілей ВДЕ в ВКЕ в 2020 році;
- Енергоефективність: 9% скорочення ВКЕ у 2050 у порівнянні з середнім за період 2010-2015 рр. (докризний рівень);
- Відстрочене виконання нової Енергетичної стратегії до 2035 року: 25% частка ВДЕ у ВКЕ в 2050 році;
- Поточний цільовий ОНВВ: ціль 40% скорочення викидів парникових газів до 2035 р. не має бути перевищена у 2050 р.;
- Частка рідких біопалив в транспорті: 5% в 2050 році (з урахуванням енергоспоживання в транспорті в 2015 = 2050).
- Використання потенціалу сонячної енергії: 100% в 2050 році відповідно до даних IRENA REMAP 2030 (4,2 млн т н.е.);
- Біомаса займає перше місце серед усіх типів ВДЕ для всіх точок розрахунку 2015-2050 рр.

8.2. Сценарій 2: Сценарій кліматичних дій

Сценарій пов'язаний з кліматичними зобов'язаннями України в рамках Паризького угоди та Угоди про асоціацію з Європейським Союзом, а саме скорочення викидів на 70% у 2050 р. від рівня 2015 р. Передбачається, що кліматичні зобов'язання можуть бути виконані за рахунок пропорційного збільшення відновлюваних джерел енергії, скорочення енергоспоживання та перебудови енергетичного балансу викопних палив у пропорції 13%/45%/12%. За цим сценарієм передбачено скорочення використання викопного палива, особливо вугілля, для виробництва енергії.

Сценарій засновано на наступних припущеннях:

- Національний план дій з відновлюваної енергетики до 2020 року: 50% виконання всіх цілей в 2020 році;
- Енергоефективність: 13% скорочення ВКЕ у 2050 у порівнянні з середнім за період 2010-2015 рр. (докризний рівень);
- Нова Енергетична стратегія до 2035 року: 25% частка ВДЕ в ВКЕ в 2035 р.;
- Частка ВДЕ: 45% у ВКЕ у 2050 р. у порівнянні із ВКЕ 2015 р.;
- Переглянутий показник викидів парникових газів: 70% скорочення викидів парникових газів в 2050 році в порівнянні з 2015 р.;

- Впровадження та виконання Директиви # 2009/75/ЕС (щодо викидів твердих часток, SO_x, NO_x для великих ТЕС) і директиви # 2009/87/ЕС, спрямованої на реалізацію української системи торгівлі викидами UA ETS.
- Частка рідкого біопалива в транспорті: 10% в 2050 році (з урахуванням споживання енергії в транспорті 2015 = 2050).

8.3. Сценарій 3: Сценарій високих зобов'язань щодо 100% ВДЕ

Сценарій пов'язаний з варіантом «максимально можливих зусиль» у напрямку розвитку відновлюваних джерел енергії і скорочення споживання енергії. Він визначається індекативними цілями у 100% частки відновлюваних джерел енергії в секторах виробництва електроенергії, тепла та транспорту. На такому рівні використання ВДЕ з'являються деякі критичні обмеження щодо стабільності енергетичної системи, необхідного обсягу інвестицій, сумарного потенціалу відновлюваних джерел енергії, доступного в Україні, загальних економічних умов в процесі періоду моделювання. Сценарій передбачає залучення всіх можливих регуляторних стимулів для біоенергетики, відкриття і підтримки великомасштабних програм прямого фінансування, реалізацію великомасштабних електрогенеруючих і теплогенеруючих проектів, як серійних стабільних технологій. Всі зацікавлені сторони (в тому числі населення) беруть активну участь в цьому процесі, а починаючи з 2035 року запроваджуються обов'язкові цільові показники щодо частки ВДЕ в енергоспоживанні зі штрафами за невиконання. Повністю конкурентні ринки тепла і електрики створюють більше можливостей для залучення фінансування. Високопродуктивний агросектор і розвиток деревообробної промисловості та ринку біомаси забезпечує подвоєння потенціалу біомаси у 2050 році в порівнянні з 2015 р.

Зменшення загального ВКЕ здійснюється за рахунок виконання зобов'язань з реалізації заходів щодо підвищення енергоефективності для старих і нових конструкцій через регулятивні механізми, впровадження державних стандартів на споживання енергії для різних типів будівель та розробку концепції будинків з майже нульовим споживанням енергії, яка стає стандартною практикою для нового будівництва після 2035 року.

Нормативно-правова база включає наступні мінімальні зусилля:

- Державна підтримка у вигляді співфінансування ВДЕ проектів з гарантованим державою покриттям частини кредиту у 20-40% (кредитна лінія «теплий кредит»);
- Вдосконалення механізму державного співфінансування проектів з відновлюваних джерел енергії (повернення частини капітальних вкладень і/або банківської процентної ставки);
- Стимулюючі механізми для відновлюваних джерел енергії у виробництві тепла і комбінованого виробництва тепла і електроенергії на ТЕЦ: «пільговий» тариф на тепло, премія за «зелену» енергію;
- Створення внутрішнього ринку біопалива та супутніх процедур (фондової біржі біопалив, процедур сертифікації, виконання вимог сталості тощо);

- Створення процедури для полегшення доступу бізнесу до існуючих лісових і аграрних відходів;
- Створення ефективного механізму запуску енергетичних кооперативів;
- Введення енергетичного податку та/або податку на викиди вуглецю;
- Запуск СТВ України з 2020 року та поєднання її з СТВ ЄС з 2025 року;
- Введення «низьковуглецевої енергетичної премії» для проектів з циклами низьковуглецевих технологічних ланцюгів і пов'язаної з ними діяльності (ланцюги поставок, виробництво обладнання, заходи з підвищення енергоефективності етапу постачання тощо);
- Створення умов для виробництва біометану (прийняття первинного і вторинного законодавства, системи сертифікації, національного реєстру біометану, включення "зеленого" тарифу на виробництво електроенергії з біометану);
- Створення механізму стимулювання використання енергетичних потужностей на біомасі для балансування енергетичної системи (покриття пікового навантаження);
- Встановлення стимулюючих тарифів для виробництва енергії з відходів;
- Застосування обов'язкової динамічної частки біомаси та відновлюваних джерел енергії для нових будівель;
- Запровадження обов'язкового енергетичного маркування із зазначенням класу енергоефективності з мінімальними вимогами до ефективності обладнання (наприклад, обмеженням на введення нових котлів на біомасі з ефективністю менше ніж 90% після 2035 року).

Сценарій засновано на наступних припущеннях:

- Національний план дій з відновлюваної енергетики до 2020 року: 100% виконання всіх цілей в 2020 році;
- Енергоефективність: 18% скорочення ВКЕ у 2050 у порівнянні з середнім за період 2010-2015 рр. (докризовий рівень);
- Середній ріст ВКЕ з ВДЕ не менше 4%/рік;
- У період 2040-2050 зниження ВКЕ для досягнення цілі 100% ВДЕ у 2050 р. (уповільнення зростання в заключному періоді 2040-2050 років (споживання енергії не повинно істотно зрости в період після 2050 року);
- 100% скорочення викидів у 2050 році;
- Частка рідких біопалив в транспорті: 15% у 2050 році (з урахуванням споживання енергії на транспорті 2015 = 2050);
- Використання потенціалу сонячної енергії: 100% в 2050 році за даними переходу моделі LUT (11,7 млн т н.е.).

9. Основні показники розвитку енергетичного сектора до 2050 року за обраними сценаріями

9.1. Сценарій 1: Базовий сценарій

Сценарій представляє менш амбітний розвиток сектору ВДЕ. Це більш-менш нормалізовані відповідно до обмежень і проміжних цілей екстраполяції поточних тенденцій розвитку ВДЕ. Ключові порогові значення: досягнення 50% цілей НПДВЕ до 2020 року для всіх ВДЕ в 2020 році і для біомаси - 100% цілі у 2050 році, і досягнення 24% ВДЕ в 2050 році в ЗППЕ.

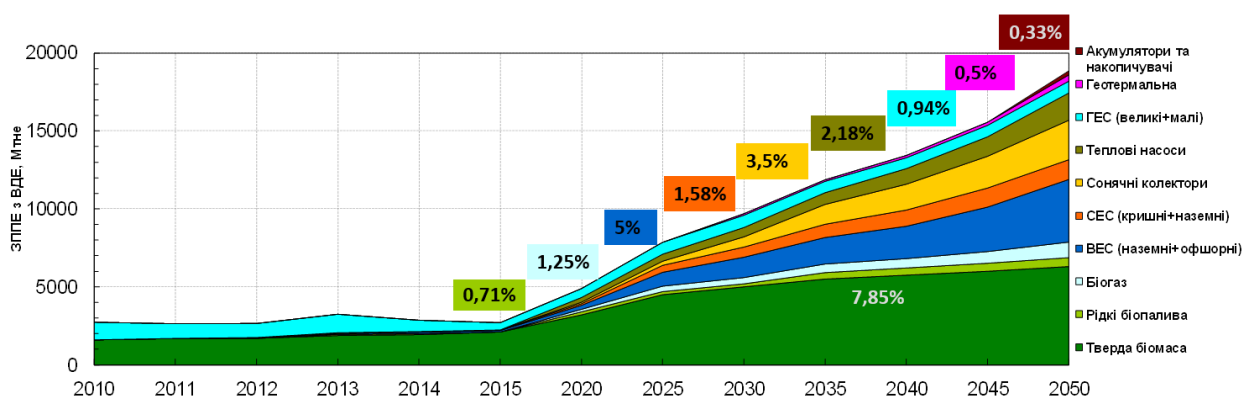


Рисунок 9.1. Розвиток ЗППЕ від ВДЕ у 2010-2050 рр., тис. т н.е./рік

Постачання первинної енергії з ВДЕ в 2050 році дорівнює 18,86 млн т н.е. від загального постачання первинної енергії (80,32 млн т н.е.). Біомаса, вітер, сонце і теплові насоси забезпечують основний внесок в ЗППЕ відновлюваної енергії, гідроелектрогенерація залишається стабільною без зростання і зменшення. Загальна частка ВДЕ в ЗППЕ в 2050 році складає 24%, частка біомаси в ЗППЕ в 2050 році становить 9,8%, в основному використовується у секторі виробництва тепла. Частка біомаси від загального обсягу постачання первинної енергії всіх ВДЕ становить до 41,7% в 2050 році.

Таблиця 9.1. Частка біомаси та інших відновлюваних джерел серед всіх ВДЕ у ЗППЕ у Базовому сценарії, %

Типи ВДЕ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біомаса + Біогаз + Біопалива	58,4	63,9	64	59,9	69,7	78,3	72,8	64,2	57,7	54,5	50,7	46,7	41,7
Вітрова енергія	0,2	0,3	0,9	1,7	3,4	3,5	5,2	11,3	13,5	14,3	15,4	18,3	21,3

Сонячна фотоелектрика + тепла	-	0,1	1,1	1,5	1,3	1,3	4,2	9,1	13,5	17,9	20,1	21,0	20,1
Теплові насоси	-	-	-	-	-	-	6,1	5,7	6,2	6,3	7,4	8,0	9,3
Гідроенергія	41,4	35,7	34,0	36,9	25,6	16,9	11,7	9,7	8,1	6,1	5,2	4,7	4,0
Геотермальна	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	0,8	1,1	1,3	2,1

Сценарій включає в себе деякі додаткові потужності енергії невикопних палив, а саме акумулятори (в енергетиці), які складають 0,263 млн т н.е. в 2050 році (див. основні припущення в наступному розділі для "Сценарію кліматичних дій").

Сонячна фотоелектрика і сонячне тепло досягають 4,2 млн т н.е. в 2050 році, або 100% від всього сонячного потенціалу, наведеного у Розділі 2.

ЗППЕ в 2050 році на 30% менше в порівнянні з середнім рівнем 2010-2015 рр. (80,32 млн т н.е. порівняно з 115,49 млн т н.е.), ВКЕ на 9 % менше. Середнє зниження ВКЕ складає 0,25%/рік.

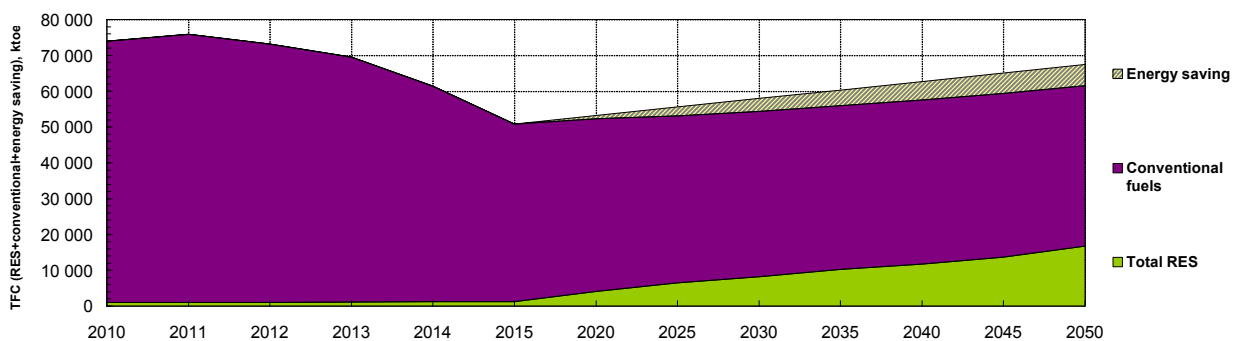
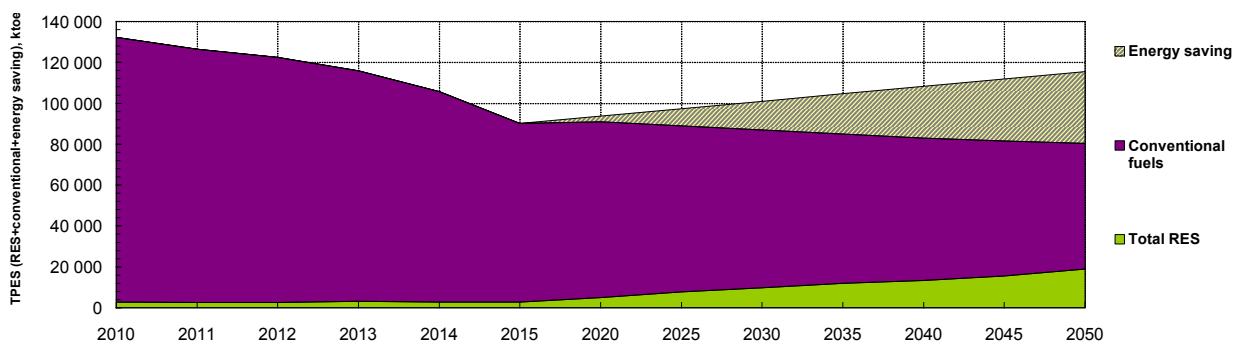


Рисунок 9.2. ВДЕ та енергоефективність у ЗППЕ (вищий графік) та ВКЕ (нижчий графік) порівняно з традиційними паливами, тис. т н.е./рік

Таблиця 9.2. ЗППЕ і кінцеве споживання енергії за Базовим сценарієм, 2010-2050 рр., тис. т н.е.

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Загальне постачання первинної енергії												
132308	126438	122488	115940	105683	90090	91000	89000	87000	85000	83000	81500	80328
Викопні палива та атомна енергія												
129576	123805	119839	112697	102822	87390	86112	81142	77306	73130	69569	65941	61470
Енергоефективність												
-	-	-	-	-	-	24491	26491	28491	30491	32491	33991	35163
Тверда біомаса												
1597	1682	1695	1879	1934	2102	3200	4500	5000	5500	5750	6000	6302
Біогаз												
-	-	-	-	-	14,3	162	350	400	550	600	750	1000
Вітрова енергія												
4,29	7,63	24,69	54,77	96,86	93,2	253,5	890	1305	1700	2075	2853	4016
Сонячна фотоелектрика												
0,09	2,57	28,54	48,86	36,77	40,97	104	445	653	850	1037,5	1222,5	1269,2
Сонячна тепла												
-	-	-	-	-	-	100	267	653	1275	1660	2038	2530
Теплові насоси												
-	-	-	-	-	-	300	450	600	750	1000	1250	1750
Гідроенергія (велика + мала)												
1131	941	901	1187	729	464	573,5	761	789	728	696	733	756
Геотермальна												
-	-	-	-	-	-	-	-	100	100	150	200	400
Рідкі біопалива												
-	-	-	48,4	42,4	35,1	195	195	195	416	463	514	571
Акумулятори та накопичувачі												
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	263
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Кінцеве споживання енергії												
74004	75852	73107	69557	61460	50831	52273	53155	54382	55964	57540	59423	61561
Промисловість												
25327	26253	24845	21864	20570	16409	17940	18242	18664	19206	19747	20393	21127

Транспорт												
12627	12611	11448	11280	10327	8750	8947	9098	9308	9579	9849	10171	10537
Побутовий сектор												
23 813	23 604	23 466	23 495	20 384	16 554	16 366	16 643	17 027	17 522	18 016	18 605	19 274
Торгівля та послуги												
4 643	4 802	5 037	5 745	4 663	3 838	3 530	3 590	3 673	3 780	3 886	4 013	4 158
Сільське господарство												
2 036	2 246	2 195	2 242	2 016	1 961	1 563	1 589	1 626	1 673	1 720	1 776	1 840
Інші												
5 547	6 008	6 116	4 932	3 500	3 318	3 900	3 966	4 057	4 175	4 293	4 433	4 593

Таблиця 9.3. Створення робочих місць у секторах ВДЕ за Базовим сценарієм

Тип ВДЕ	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Тверда біомаса	8408	12800	18000	20000	22000	23000	24000	25208
Біогаз	100	1131	2450	2800	3850	4200	5250	7000
Вітрова	872	2282	8010	11745	15300	18675	25673	36148
Сонячна фотоелектрика	404	1144	4895	7178	9350	11413	13448	13961
Сонячна теплова	0	400	1068	2610	5100	6640	8150	10121
Теплові насоси	0	3000	4500	6000	7500	10000	12500	17500
Геотермальна	0	0	0	600	600	900	1200	2400
Рідкі біопалива	263	1463	1463	1463	3123	3471	3856	4285
Всього у ВДЕ	10048	22219	40386	52395	66823	78298	94076	116623

9.2. Сценарій 2: Сценарій кліматичних дій

Сценарій представляє собою розвиток енергетичного сектора, орієнтований на клімат, в якому сектор ВДЕ і енергоефективність забезпечують основний і єдиний внесок. Це пов'язано з ціллю потенційних кліматичних дій щодо скорочення викидів на 70% в 2050 році в порівнянні з 2015 р. Ключові порогові значення: досягнення 50% цілей НПДВЕ-2020 у 2020 році, досягнення 25% ВДЕ в період 2035-2040 рр. в ЗППЕ.

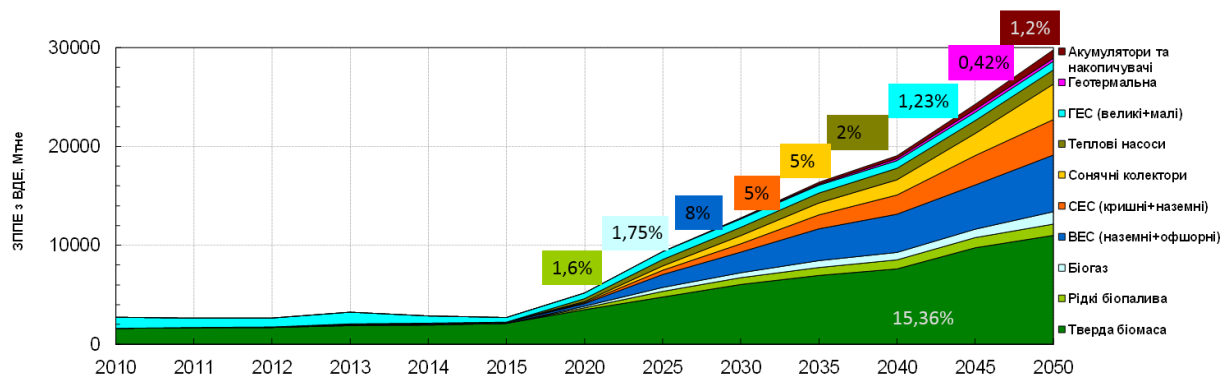


Рисунок 9.3. Розвиток всіх ВДЕ у 2010-2050 рр., тис. т н.е./рік

Постачання первинної енергії з ВДЕ в 2050 році становить 29.75 млн т н.е. або 42% від загального постачання первинної енергії (71,62 млн т н.е. в 2050 році). Біомаса, сонячне тепло і теплові насоси забезпечують основний внесок в опаленні), вітер, сонячна фотоелектрика, гідро і біогаз забезпечують основний внесок ВДЕ у виробництві електроенергії в ЗППЕ. Сумарна частка біомаси в ЗППЕ у 2050 році становить 18,7% і використовується у секторі виробництва тепла і у виробництві електроенергії в основному в режимі ТЕЦ. Частка біомаси від загального постачання первинної енергії всіх ВДЕ становить до 45% в 2050 році.

Таблиця 9.4. Частка біомаси та інших відновлюваних джерел серед всіх ВДЕ у ЗППЕ у Сценарії кліматичних дій, %

Типи ВДЕ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біомаса + Біогаз + Біопалива	58,4	63,9	64	59,9	69,7	78,3	74,3	61,3	56,6	51,6	48,7	47,9	45,0
Вітрова енергія	0,2	0,3	0,9	1,7	3,4	3,5	4,9	13,9	16,3	19,6	20,3	18,4	19,3
Сонячна фотоелектрика + тепла	-	0,1	1,1	1,5	1,3	1,3	3,9	9,3	13,1	15,9	18,3	21,5	24,1
Теплові насоси	-	-	-	-	-	-	5,8	6,9	6,5	6,1	6,1	5,4	4,8
Гідроенергія	41,4	35,7	34,0	36,9	25,6	16,9	11,1	8,5	6,6	4,9	4,1	3,4	3,0

Геотермальна	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,6	1,0	1,2	1,0
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	-----	-----	-----	-----

Сценарій включає в себе додаткові потужності такого невикопного джерела енергії, як акумулятори (у виробництві електроенергії), які складають 0,857 млн т н.е. в 2050 році. Основне припущення полягає в тому, що після того, як загальний обсяг виробництва енергії з ВДЕ перевищить 13 млн т н.е. (прибл. 50% від поточного енергопостачання в секторі виробництва електроенергії у 2015 р.) в ЗППЕ і/або частка ВДЕ в ЗППЕ складе понад 20%, маневрових потужностей мережі на викопному паливі не вистачатиме для її стабільного функціонування. Для кожної встановленої потужності сонячної фотоелектрики та вітру у виробництві електроенергії повинна бути зарезервована додаткова встановлена потужність у вигляді акумуляторів умовно на рівні 20% додаткової енергії, що постачається. У той же час, біомаса та біогаз розглядаються як саморегульовані потужності, які працюють у стабільному базовому навантаженні і не потребують додаткових компенсуючих потужностей (також прогнозована частка біомаси та біогазу є досить низькою у виробництві електроенергії в порівнянні з іншими джерелами). Гідрогенерація потребує тільки 75% від необхідних іншим джерелам акумуляторів, тому що вже має акумуляуючі потужності, що наразі використовуються для компенсації пікових навантажень, отже цей тип генерації може виконувати саморегулювання.

Ще однією характерною особливістю "Сценарію кліматичних дій" (також кліматичний сценарій) у порівнянні з базовим є набагато більша кількість сонячних фотоелементів і сонячних колекторів. Під час першого розрахунку моделі потенціал сонячної енергії, що використовувався (4,2 млн т н.е.) дуже сильно обмежував розвиток сонячної енергетики, забезпечуючи дуже низький показник його частки від загального обсягу ВДЕ (2% в 2050 році), який був сприйнятий як непослідовний. Якщо строго дотримуватись такого обмеження, тоді сценарії не дуже добре балансуються, так що частка сонця від всіх ВДЕ у ЗППЕ не сильно змінюється від "Базового сценарію" до Сценарію кліматичних дій і від "Кліматичного сценарію" до "Сценарію високих зобов'язань". Тому були прикладені додаткові зусилля, щоб знайти базис для підвищення потенціалу сонячної енергії, для уникнення обмеження цього сектору. У наступній таблиці наводиться порівняння потенціалів сонячної енергії з різних джерел. Більшість з них надає дані щодо низького потенціалу у 4,1-5,1 млн т н.е. (разом електрика + тепло). Однак, було знайдено свіжі дані в моделі LUT для України, які вважаються більш точними і новішими. Після другого прогону моделі з новими даними, кліматичний сценарій та сценарій "100% ВДЕ" показали більш збалансовані частки сонячної фотоелектрики і сонячного тепла, як двох типів ВДЕ. Ці дані використовуються як обмеження для кліматичного сценарію і сценарію "100% ВДЕ". Повна енергія від сонячної фотоелектрики і сонячних теплових колекторів у кліматичному сценарії становить 7,1 млн т н.е. (3,5 млн т н.е. кожен) у 2050 році (10% в ЗППЕ, 5% кожен).

Таблиця 9.5. Потенціал використання сонячної енергії з різних джерел

Джерело	Тип	Рік	ГВт встановленої	ТВтгод /рік	Енергія, тис. т н.е.	Коментар
USELF, Black & Veatch	Сонячні панелі	2011	12,5		1 286	
Konechenkov експертні дані	Сонячні панелі	2009		16	4 156	
	Сонячні панелі	2009		75	6 429	
Ost-Ausschuss der Deutschen Wirtschaft	ВСЬОГО потенціал	2010		28,8	4 200	
IRENA REMAP 2030	Сонячні панелі	2015			1 400	
	Колектори	2015			2 800	
Atlas of RES of Ukraine, Kudrya	Сонячні панелі			5,7	1 400	
	Колектори	2009		32,5	2 800	
Polish Institute of International Affairs	Сонячні панелі	2015		5,6	1 375	
	Колектори	2015		32,5	2 786	
	Геотермальні джерела*	2015		97	8 314	
IEA Road Map 2050	Сонячні панелі *	2014	229		23 554	для ЄС-28 загальне в 2050 ³⁰
	Колектори	2014	28		12 480	
OECD Programme	Сонячні панелі	2012		5	1 299	
BF Consulting estimation per regions	ВСЬОГО потенціал	2014			3 500	
	Біомаса**	2014			15 050	
Michael Child LUT transition model	ВСЬОГО потенціал макс.	2016		720	62 000	Переоцінений теоретичний потенціал

³⁰ Прогноз для ЄС-28 до 2050 р. Зробивши припущення, що територія ЄС-28 = 4,47 млн. км², територія України = 0,603 млн. км², середній коефіцієнт сонячного випромінювання для ЄС-28 дорівнює українському (1000 кВтгод/м²), можна вважати, що в 2050 році для України загальний потенціал сонячного світла може бути визначений як співвідношення між областями: $4,47 / 0,63 = (23,55 + 12,48)/x$, де $x = 5,1$ млн т н.е., що відповідає більшості інших джерел.

	теоретичний				
	Технічний потенціал	2016		34	2 920
Heinrich Boll 100% ВДЕ	ВСЬОГО потенціал за моделлю	2017		132*	11340***

* - відповідає даним IRENA REMAP 2030 та ДАЕЕ, тому використовується в моделюванні

** - для інформаційних цілей

*** - цифра використовується в якості збільшеного сонячного потенціалу для Сценарію Кліматичних дій та 100% ВДЕ

ЗППЕ в 2050 році на 38% менше в порівнянні з середнім рівнем за 2010-2015 роки (71,62 млн т н.е. порівняно з 115,49 млн т н.е.), ВКЕ на 13% менше відповідно до обмеження сценарію.

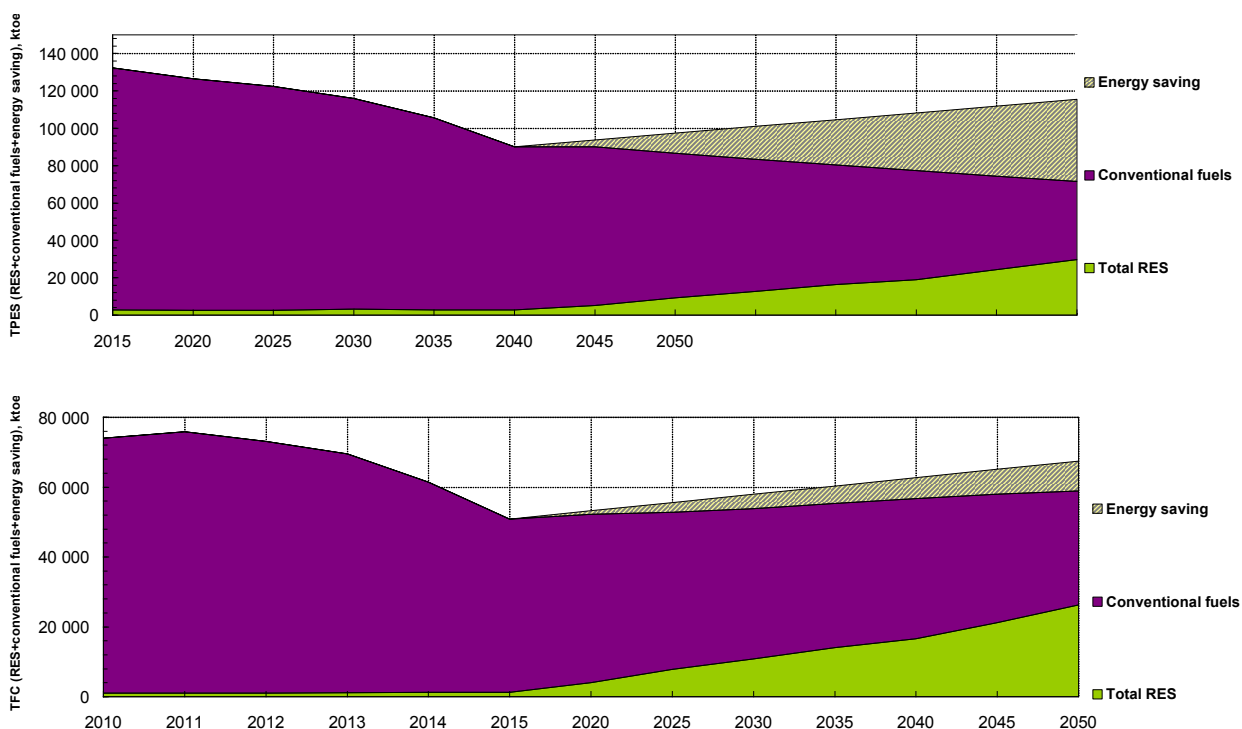


Рисунок 9.4. ВДЕ та енергоефективність у ЗППЕ (вищий графік) та ВКЕ (нижчий графік) порівняно з традиційними паливами у Сценарії Кліматичних дій, тис. т н.е./рік

Таблиця 9.6. ЗППЕ і кінцеве споживання енергії за Сценарієм Кліматичних дій, 2010-2050 рр., тис. т н.е.

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Загальне постачання первинної енергії												
132308	126438	122488	115940	105683	90090	90090	86712	83460	80330	77318	74418	71629
Викопні палива та атомна енергія												
129576	123805	119839	112697	102822	87390	84912	77354	70698	63957	58264	50163	41871
Енергоефективність												
-	-	-	-	-	-	25401	28780	32031	35161	38173	41073	43863
Тверда біомаса												
1597	1682	1695	1879	1934	2102	3489	4769	6039	6952	7616	9750	11000
Біогаз												
-	-	-	-	-	14,3	162	400	500	700	750	850	1250
Вітрова енергія												
4,29	7,63	24,69	54,77	96,86	93,2	254	1301	2087	3213	3866	4465	5730
Сонячна фотоелектрика												
0,09	2,57	28,54	48,86	36,77	40,97	104	434	835	1406	1933	2977	3581
Сонячна тепла												
-	-	-	-	-	-	100	434	835	1205	1546	2233	3581
Теплові насоси												
-	-	-	-	-	-	300	650	835	1004	1160	1302	1433
Гідроенергія (велика + мала)												
1131	941	901	1187	729	464	574	799	847	795	775	834	881
Геотермальна												
-	-	-	-	-	-	-	-	100	100	200	300	300
Рідкі біопалива												
-	-	-	48,4	42,4	35,1	195	571	686	800	914	1028	1143
Акумулятори та накопичувачі												
-	-	-	-	-	-	-	-	-	198	294	516	858
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Кінцеве споживання енергії												
74004	75852	73107	69557	61460	50831	52273	52765	53874	55385	56718	57996	58927
Промисловість												
25327	26253	24845	21864	20570	16409	17 940	18 108	18 489	19 008	19 465	19 904	20 223
Транспорт												
12627	12611	11448	11280	10327	8750	8 947	9 031	9 221	9 480	9 708	9 927	10 086
Побутовий сектор												

23 813	23 604	23 466	23 495	20 384	16 554	16 366	16 520	16 868	17 341	17 758	18 158	18 450
Торгівля та послуги												
4 643	4 802	5 037	5 745	4 663	3 838	3 530	3 564	3 639	3 741	3 831	3 917	3 980
Сільське господарство												
2 036	2 246	2 195	2 242	2 016	1 961	1 563	1 577	1 611	1 656	1 696	1 734	1 762
Інші												
5 547	6 008	6 116	4 932	3 500	3 318	3 900	3 937	4 019	4 132	4 231	4 327	4 396

Таблиця 9.7. Створення робочих місць у секторах ВДЕ за Сценарієм Кліматичних дій

Тип ВДЕ	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Тверда біомаса	8408	13957	19077	24156	27809	30465	39000	44000
Біогаз	100	1135	2800	3500	4900	5250	5950	8750
Вітрова енергія	872	2282	11706	18778	28919	34793	40186	51572
Сонячна фотоелектрика	404	1144	4769	9181	15464	21262	32744	39395
Сонячна теплова	0	400	1734	3338	4820	6185	8930	14326
Теплові насоси	0	3000	6503	8346	10041	11598	13023	14326
Геотермальна	0	0	0	600	600	1200	1800	1800
Рідкі біопалива	263	1463	4285	5142	5998	6855	7712	8569
Всього у ВДЕ	10048	23381	50874	73042	98551	117609	149346	182738

9.3. Сценарій 3: Сценарій високих зобов'язань щодо 100% ВДЕ

Сценарій представляє найвищі зусилля у розвитку ВДЕ. Це пов'язано з досягненням частки у 100% ВДЕ в ЗППЕ і ВКЕ в 2050 році у всіх секторах (електрика + тепло/охолодження + транспорт). Ключові порогові значення: досягнення цілі 100% НПДВЕ-2020 у 2020 році, досягнення 46% скорочення ЗППЕ в 2050 році в порівнянні з рівнем 2010-2015 рр. скорочення ВКЕ у 18%, частка біопалив у ВКЕ на транспорті - 15%.

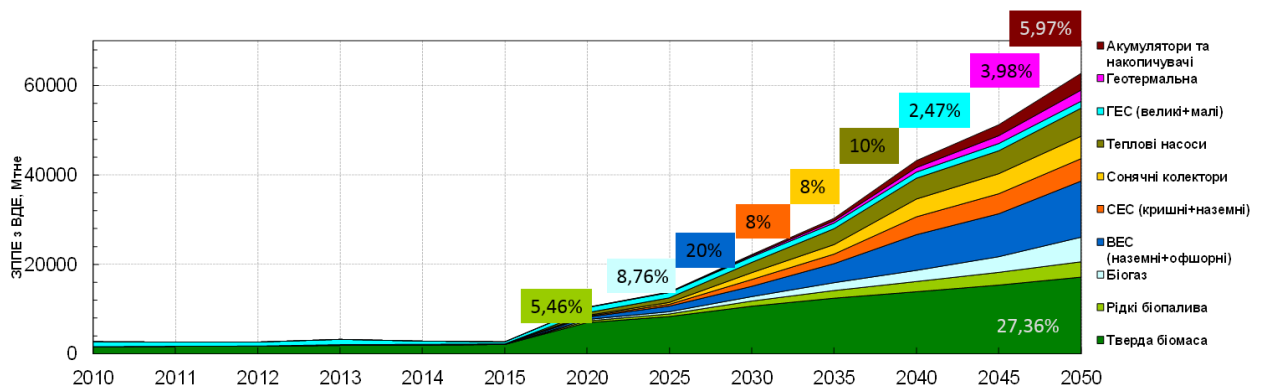


Рисунок 9.4. Розвиток всіх ВДЕ у 2010-2050 рр., тис. т н.е./рік

Постачання первинної енергії з ВДЕ в 2050 році становить 62,75 млн т н.е. (100% від ЗППЕ в 2050 році). Всі типи ВДЕ залучені для досягнення цілі більш-менш пропорційно. Сумарна частка біомаси в ЗППЕ в 2050 році становить 41,6%, використовується в секторі виробництва тепла, рідкого біопалива та електроенергії.

Таблиця 9.8. Частка біомаси та інших відновлюваних джерел серед всіх ВДЕ у ЗППЕ у Сценарії 100% ВДЕ, %

Типи ВДЕ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біомаса + Біогаз + Біопалива	58,4	63,9	64,0	59,9	69,7	78,3	73,9	68,0	57,7	52,5	43,2	42,4	41,6
Вітрова енергія	0,16	0,29	0,93	1,70	3,41	3,52	4,87	8,98	10,33	14,04	18,46	18,73	20,0
Сонячна фотоелектрика + теплова	-	0,10	1,08	1,52	1,29	1,34	3,92	5,99	13,78	14,04	18,46	17,48	16,0
Теплові насоси	-	-	-	-	-	-	5,76	7,49	10,33	11,70	10,77	9,99	10,0
Гідроенергія	41,39	35,74	34,01	36,86	25,65	16,88	11,01	8,52	5,62	4,18	3,18	3,18	2,47
Геотермальна	-	-	-	-	-	-	0,58	0,43	1,13	1,65	2,31	3,41	3,98

Сценарій включає в себе набагато більшу частку енергії акумуляторів (у виробництві електроенергії), особливо високе зростання для акумуляторів спостерігається на період 2035-2050 рр. і становить 3,746 тис. т н.е. у 2050 році (6% від ЗППЕ). Для регулювання мережі не передбачається використання ніяких викопних видів палива, для цього в секторі виробництва електроенергії використовуються тільки потужності на біомасі, акумуляючі потужності гідро та інших видів. Крім того, сценарій передбачає найвищу частку біопалива в транспорті, яка збільшиться до 3,4 тис. т н.е./рік (частка 15% на транспорті, ще 85% забезпечуються додатковою електроенергією ВДЕ з мережі).

Середньорічний приріст загального постачання первинної енергії з ВДЕ становить 14,6%/рік.

ЗППЕ в 2050 році на 38% менше в порівнянні з середнім за період 2010-2015 рр. (62,75 млн т н.е. порівняно з 115,49 млн т н.е.), ВКЕ на 18% менше. Середньорічне скорочення ВКЕ становить 0,5%/рік.

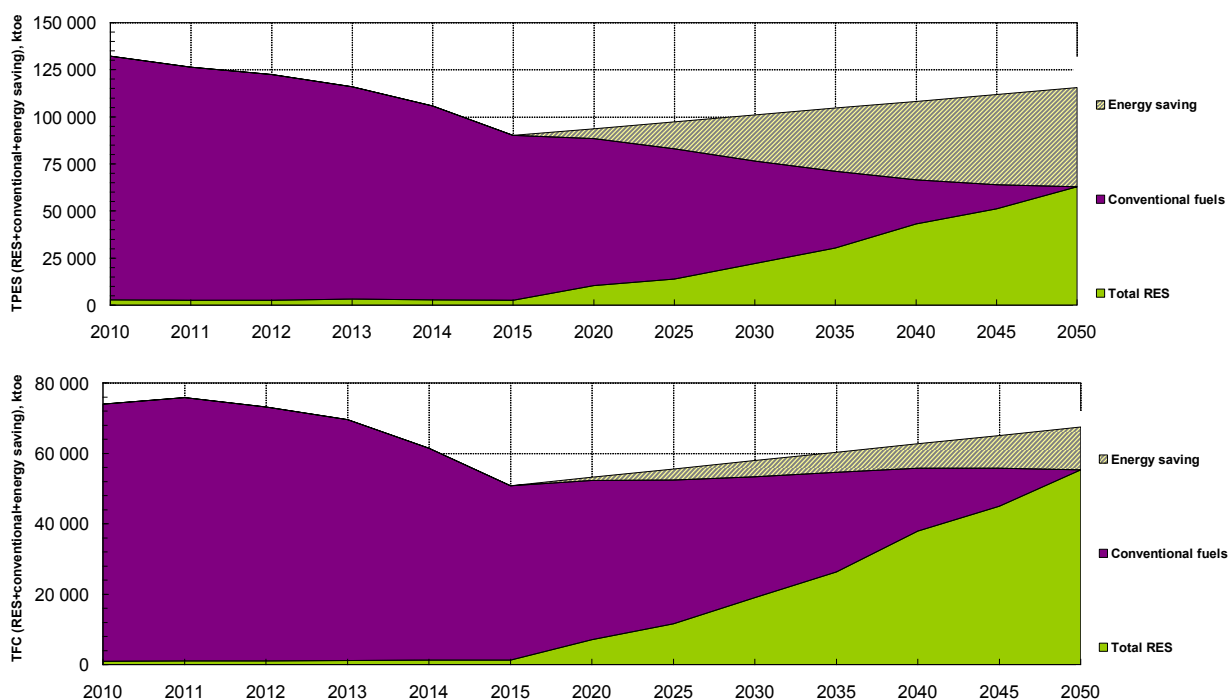


Рисунок 9.5. ВДЕ та енергоефективність у ЗППЕ (вищий графік) та ВКЕ (нижчий графік) порівняно з традиційними паливами за Сценарієм 100% ВДЕ, тис. т н.е./рік

Таблиця 9.9. ЗППЕ і кінцеве споживання енергії за Сценарієм високих зобов'язань щодо 100% ВДЕ, 2010-2050 рр.

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Загальне постачання первинної енергії												
132308	126438	122488	115940	105683	90090	88500	83000	76500	71000	66500	64000	62750

Викопні палива та атомна енергія												
129576	123805	119839	112697	102822	87390	78084	69143	54287	40667	23268	12751	-
Енергоефективність												
-	-	-	-	-	-	26991	32491	38991	44491	48991	51491	52741
Тверда біомаса												
1597	1682	1695	1879	1934	2102	6978,7	8356,4	10665	12458	13896	15383	17169
Біогаз												
-	-	-	-	-	14,3	325	500	1000	1750	2500	3500	5500
Вітрова енергія												
4,29	7,63	24,69	54,77	96,86	93,2	507,00	1245	2295	4260	7980	9600	12550
Сонячна фотоелектрика												
0,09	2,57	28,54	48,86	36,77	40,97	208	415	1530	2130	3990	4480	5020
Сонячна тепла												
-	-	-	-	-	-	200	415	1530	2130	3990	4480	5020
Теплові насоси												
-	-	-	-	-	-	600	1037,5	2295	3550	4655	5120	6275
Гідроенергія (велика + мала)												
1131	941	901	1187	729	464	1147	1180	1248,2	1268,6	1375	1631,8	1547
Геотермальна												
-	-	-	-	-	-	60	60	250	500	1000	1750	2500
Рідкі біопалива												
-	-	-	48,4	42,4	35,1	390	571,3	1142,6	1713,8	2285	2856,4	3427,7
Акумулятори та накопичувачі												
-	-	-	-	-	-	-	76,4	257,1	572,6	1560,2	2448,6	3746
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Кінцеве споживання енергії												
74004	75852	73107	69557	61460	50831	52273	52383	53290	54647	55771	55724	55 362
Промисловість												
25327	26253	24845	21864	20570	16409	17 940	17 977	18 289	18 754	19 140	19 124	19 000
Транспорт												
12627	12611	11448	11280	10327	8750	8 947	8 966	9 121	9 354	9 546	9 538	9 476
Побутовий сектор												
23 813	23 604	23 466	23 495	20 384	16 554	16 366	16 401	16 685	17 110	17 462	17 447	17 333
Торгівля та послуги												

4 643	4 802	5 037	5 745	4 663	3 838	3 530	3 538	3 599	3 691	3 767	3 764	3 739
Сільське господарство												
2 036	2 246	2 195	2 242	2 016	1 961	1 563	1 566	1 593	1 634	1 667	1 666	1 655
Інші												
5 547	6 008	6 116	4 932	3 500	3 318	3 900	3 908	3 976	4 077	4 161	4 157	4 130

Таблиця 9.10. Створення робочих місць у секторах ВДЕ за Сценарієм Високих зобов'язань щодо 100% ВДЕ

Тип ВДЕ	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Тверда біомаса	8408	27915	33426	42661	49831	55585	61530	68676
Біогаз	100	2275	3500	7000	12250	17500	24500	38500
Вітрова	872	4563	11205	20655	38340	71820	86400	112950
Сонячна фотоелектрика	404	2288	4565	16830	23430	43890	49280	55220
Сонячна тепла	0	800	1660	6120	8520	15960	17920	20080
Теплові насоси	0	6000	10375	22950	35500	46550	51200	62750
Геотермальна	0	360	360	1500	3000	6000	10500	15000
Рідкі біопалива	263	2925	4285	8569	12854	17139	21423	25708
Всього у ВДЕ	10048	47126	69375	126285	183724	274444	322753	398884

9.4. Порівняння сценаріїв

Основними відмінностями в сценаріях є наступні: динаміка ЗПРЕ та ВРЕ (енергоефективність), частка ВРЕ в ЗПРЕ, повна енергія, що виробляється і постачається з ВРЕ, середньорічний приріст ЗПРЕ з ВРЕ. Нижче на діаграмах представлені основні відмінності сценаріїв.

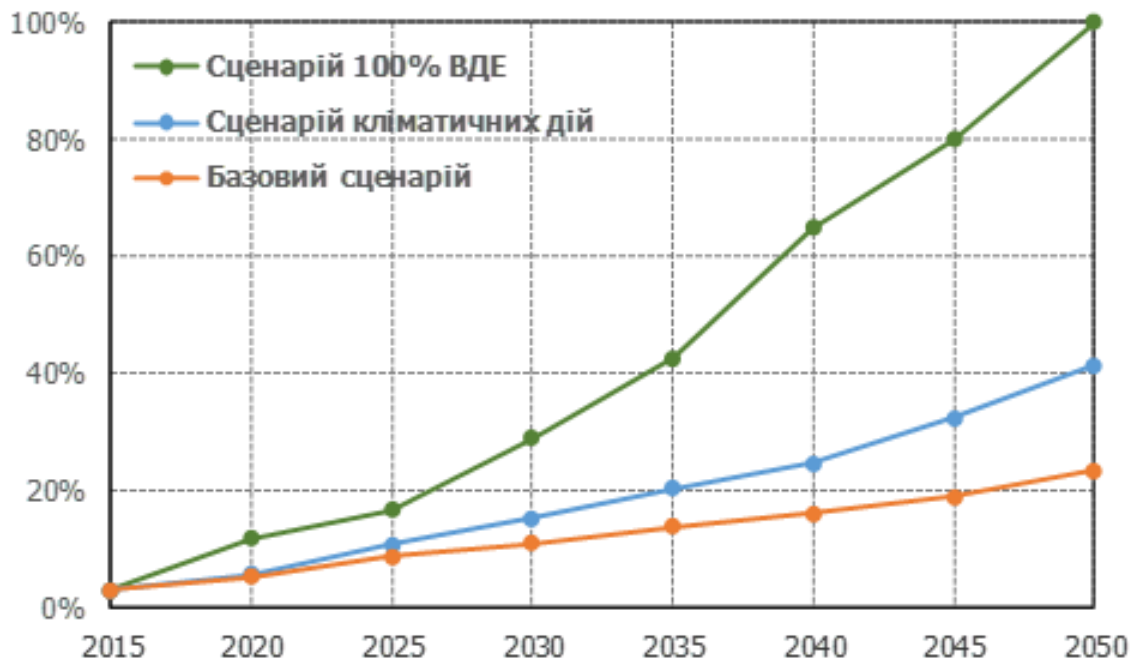


Рисунок 9.6. Частка ВДЕ у ЗПЕ для трьох сценаріїв, %

Загальна частка ВДЕ у 2050 році становить 24%, 42% і 100% в ЗПЕ відповідно для базового, кліматичного і сценарію високих зобов'язань.

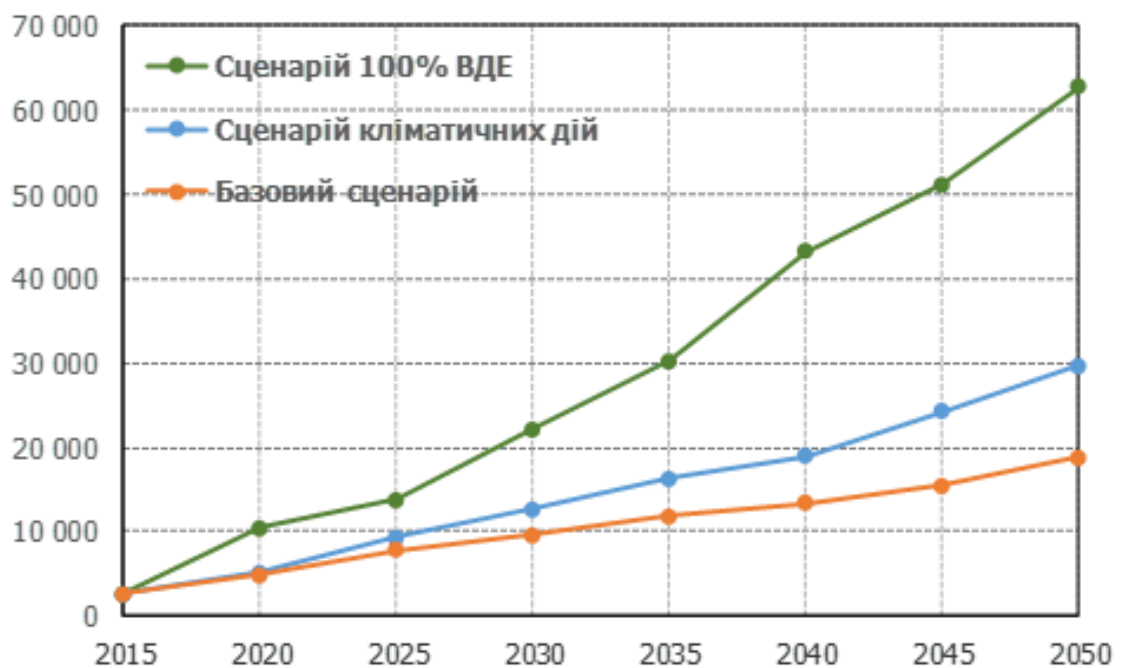


Рисунок 9.7. ЗПЕ від ВДЕ для трьох сценаріїв, тис. т н.е./рік

ЗППЕ з ВДЕ в 2050 році складає 18,86 млн т н.е., 29,75 млн т н.е. і 62,75 млн т н.е. відповідно для базового, кліматичного і сценарію високих зобов'язань і ВКЕ становить відповідно 16,74 млн т н.е., 26,3 млн т н.е. і 55,36 млн т н.е.

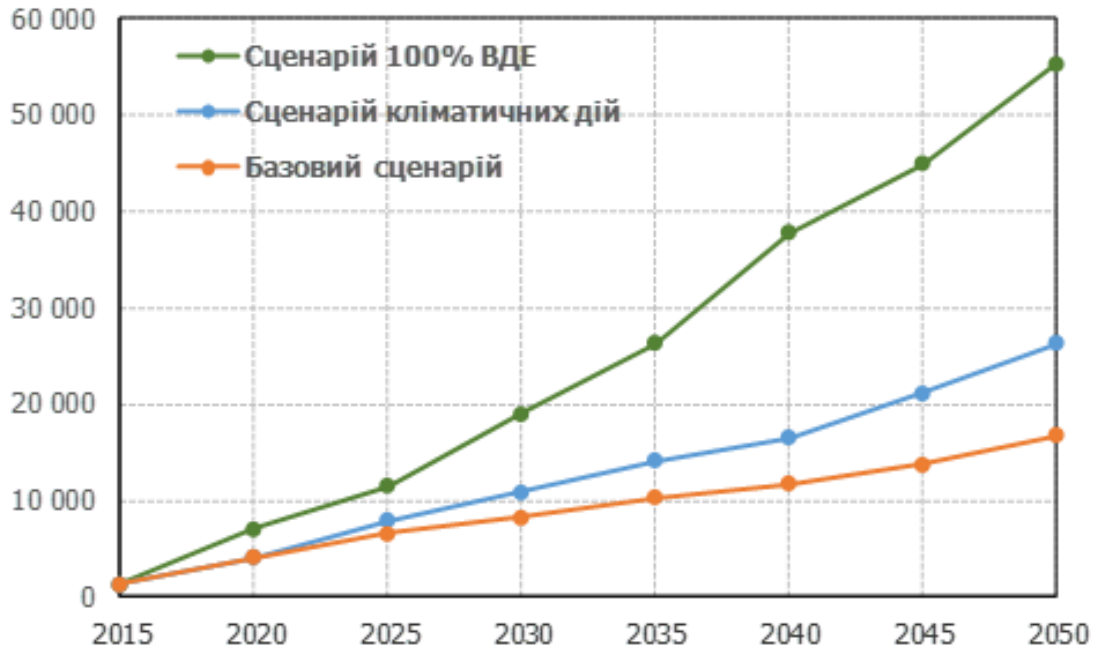


Рисунок 9.8. ВКЕ з ВДЕ для трьох сценаріїв, тис. т н.е./рік

Потенціали ВДЕ, що використовуються для всіх сценаріїв, розподіляються і використовуються по-різному, а не за принципом прямої пропорційності. Наприклад, для базового сценарію потенціали біомаси, сонячної фотоелектрики + сонячного тепла, а також гідроелектроенергії використовуються більше, ніж інші через більш високу швидкість комерціалізації і доступність на ринку цих технологій. У той же час для сценарію високих зобов'язань майже всі потенціали ВДЕ (частково винятком є лише геотермальна енергія, яка, як очікується, буде некомерційною до 2030 року в Україні) використовуються більш збалансовано.

Таблиця 9.11. Використання потенціалу різних типів ВДЕ, 2050 р.

Тип ВДЕ	Загальний потенціал, 2050, тис. т н.е.	Використання потенціалу, 2050, тис. т н.е.			Використання потенціалу, %		
		Базовий	Кліматичних дій	100% ВДЕ	Базовий	Кліматичних дій	100% ВДЕ
Біомаса + біогаз + рідкі біопалива	43 420	7 873	13 392	26 097	18,10%	30,80%	60,10%

Вітер (всього)	19 600	4 016	5 730	12 550	20,50%	29,20%	64,00%
Сонячна фотоелектрика	5 850	1 269	3 581	5 020	21,70%	61,20%	85,80%
Сонячні теплові колектори	5 850	2 530	3 581	5 020	43,30%	61,20%	85,80%
Теплові насоси	12 600	1 750	1 432	6 275	13,90%	11,40%	49,80%
Гідро (велика + мала)	4 900	756	881	1 547	15,40%	18,00%	31,60%
Геотермальна	8 400	400	300	2 500	4,80%	3,60%	29,80%

* - підвищений потенціал сонця у порівнянні з базовим сценарієм.

Результатом енергоефективності є зниженням ЗППЕ в 2050 р. нормалізоване до середнього рівня 2010-2015 р. на 30%, 38% і 46% відповідно для базового сценарію, сценарію кліматичних дій і сценарію високих зобов'язань. ВКЕ знижується відповідно на 9%, 13% і 18%.

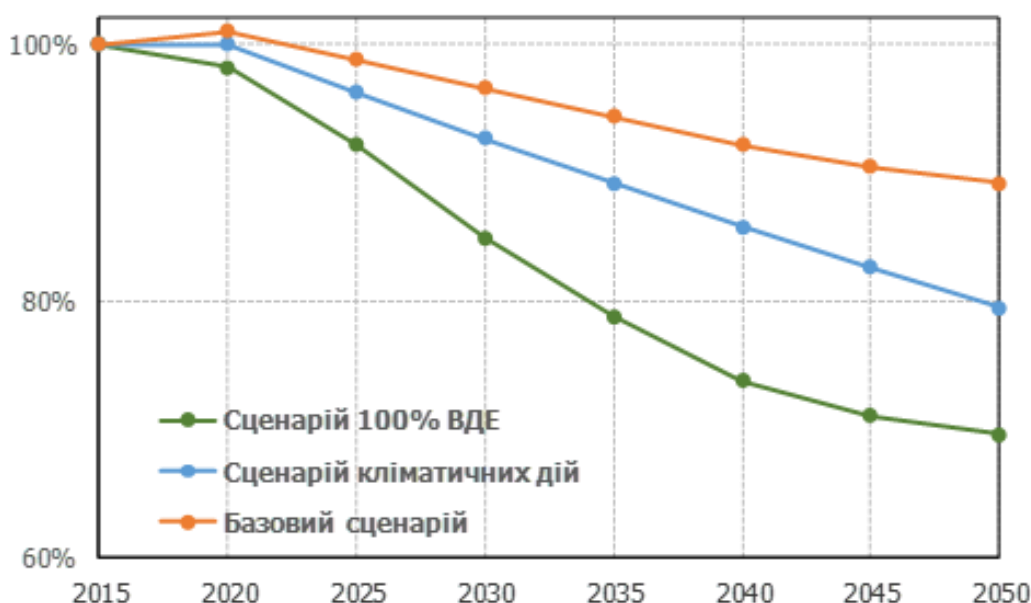


Рисунок 9.9. Динаміка зміни ЗППЕ для трьох сценаріїв, 100%= середній за 2010-2015

Абсолютні показники економії енергії в ВКЕ представлені в Таблиці 9.6.

Таблиця 9.12. Енергоефективність у кінцевому споживанні енергії для трьох сценаріїв

Енергоефективність, тис. т н.е., (поточний рік)/2010-2015 середній	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Базовий	0	935	2 429	3 579	4 374	5 175	5 669	5 907
Кліматичних дій	0	935	2 820	4 087	4 953	5 997	7 096	8 542
100% ВДЕ	0	935	3 202	4 671	5 691	6 944	9 368	12 107

Результат енергоефективності в 2050 році у 2 рази вище для сценарію високих зобов'язань порівняно з базовим, і в 1,4 рази вище для сценарію високих зобов'язань у порівнянні з сценарієм кліматичних дій. Результат енергоефективності для сценарію кліматичних дій у 1,44 рази вище в порівнянні з базовим сценарієм.

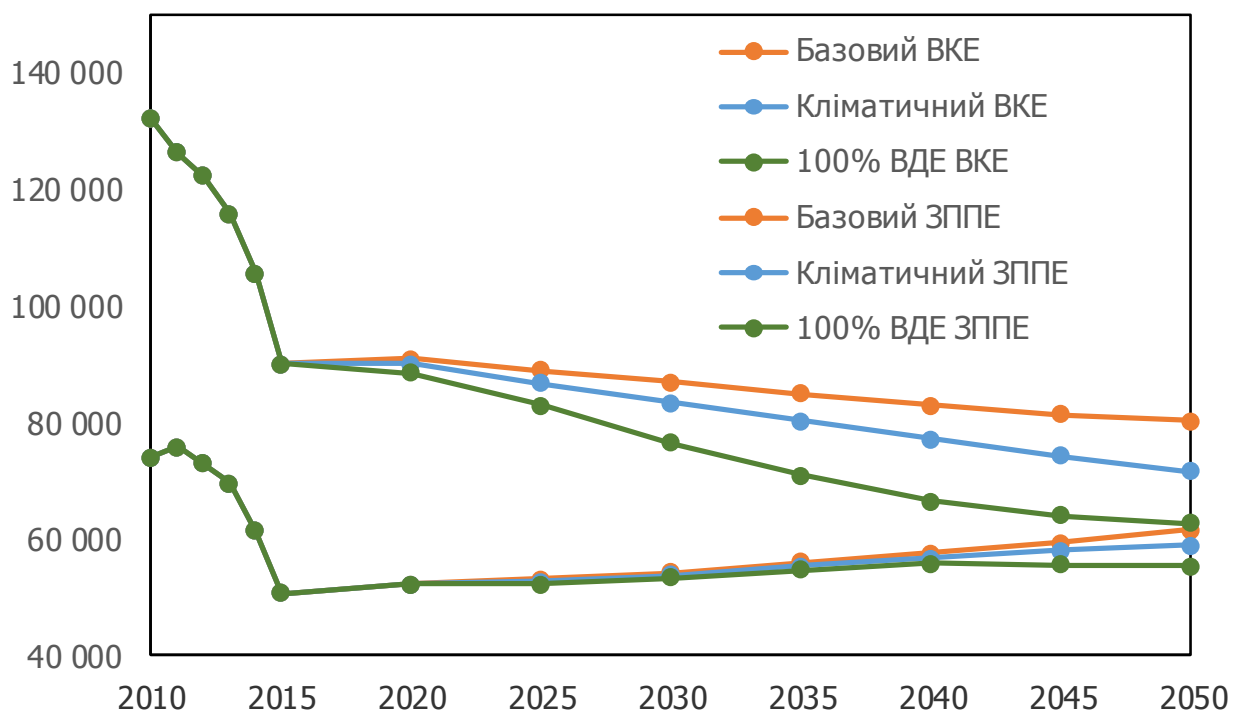


Рисунок 9.10 Динаміка зміни ВКЕ та ЗППЕ для трьох сценаріїв, 100%= середній за 2010-2015

Загальні зміни в ЗППЕ та ВКЕ в т н.е./рік для 2010-2050 р. для трьох сценаріїв представлена нижче. Всі сценарії передбачають зниження ЗППЕ і ВКЕ в 2050 році в порівнянні із середніми значеннями для 2010-2015 рр. та зростання ВКЕ для всіх трьох сценаріїв у порівнянні з 2015 р.

Найбільше падіння спостерігається в сценарії Високих зобов'язань: -46% в ЗППЕ у 2050 році порівняно до 2010-2015 середнього та -18% в ВКЕ за ті ж роки, але з тенденцією до стабілізації після 2045-2050 року. Найменше падіння передбачає базовий сценарії: -30% в ЗППЕ і - 9% у ВКЕ в 2050 р. порівняно до рівня 2010-2015 середнього з тенденцією продовження зниження після 2050 року.