

DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/meu.2024.51.0.5114>

УДК 338.2
JEL C52; Q40; Q48

АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНИХ СЦЕНАРІЇВ ПОЛІТИКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В РАМКАХ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТРАТЕГІЇ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

Василь Антонів

Львівський національний університет імені Івана Франка
79008 м. Львів, проспект Свободи, 18
e-mail: Vasyl.Antoniv@lnu.edu.ua;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4259-4129>

У статті проаналізовано три енергетичні сценарії та оцінено їх вплив на споживання енергії та енергетичну безпеку Європейського Союзу до 2030 року. Розглянуто оновлений сценарій повного пакету, що відповідає цілям Європейської Комісії у пакеті FPS 9/40 (9% енергоефективності та 40% частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ)) за знижених цін на вичопне паливо; сценарій REPowerEU 13/45, який передбачає збільшення енергоефективності на 13% і досягнення 45% частки ВДЕ до 2030 року та сценарій REPowerEU 19/45, що зберігає ціль у 45% ВДЕ та передбачає підвищення енергоефективності до 19%.

Обґрунтовано, що додаткові сценарії REPowerEU досягають більш високих цільових показників енергоефективності та приносять значні переваги, включаючи зниження споживання та імпорту природного газу та вугілля. Однак реалізація цих цілей вимагає значних інвестицій, що можуть перевищувати 0,5% ВВП ЄС щорічно. Акцентовано увагу на тому, що ці сценарії стикаються з такими викликами, як дефіцит кваліфікованої робочої сили, проблеми з ланцюгами постачання та підвищення вартості капіталу через інфляцію. Рекомендовано здійснювати стратегічне планування енергетичної безпеки ЄС для успішної реалізації цих амбітних енергетичних цілей.

Ключові слова: енергоефективність, енергоменеджмент, енергоносії, енергетична безпека, REPowerEU, Fit-for-55.

Постановка проблеми. Постановка проблеми полягає в необхідності розробки та впровадження ефективних заходів для досягнення амбітних енергетичних цілей Європейського Союзу, спрямованих на зменшення залежності від імпорту вичопного палива та прискорення переходу на відновлювані джерела енергії. В умовах енергетичної кризи, спричиненої геополітичними подіями, зокрема військовими діями росії в Україні, виникає нагальна потреба в оцінці впливу різних сценаріїв енергоефективності та частки відновлюваних джерел енергії на енергетичну безпеку, економічну стійкість та можливості технологічного переходу Європи до 2030 року. Ці заходи є актуальними й для України, оскільки ми прагнемо стати частиною об'єднаної Європи в найближчому майбутньому. Проте, проблема ускладнюється високими

цінами на енергоносії, які вимагають додаткових інвестицій та стратегічних рішень для досягнення поставлених цілей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Динаміка публікаційної активності (див. рис. 1) вказує на щорічне зростання рівня зацікавленості наукової спільноти до дослідження питань забезпечення енергоефективності.

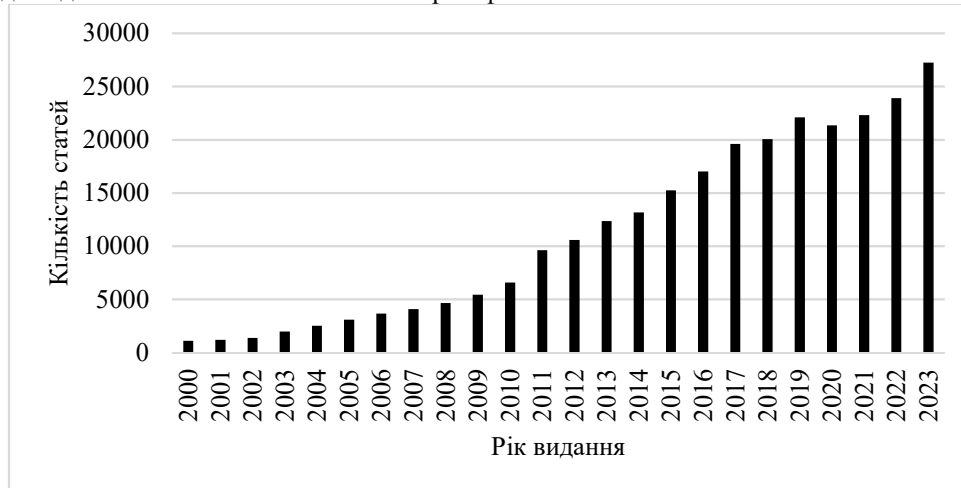


Рис. 1. Динаміка публікаційної активності з дослідження питань енергоефективності за базою даних Scopus (2000–2023 рр.)

Джерело: розроблено автором на основі ScopusВП

Велика кількість українських науковців, таких як Пімоненко Т. та Люльов О. [12], Росинський А.В. [13], Яснолоб І.О. [14] та інші, описують методи підвищення енергоефективності, проте їх практичне застосування залишається обмеженим. Вони зосереджують свою увагу на енергоефективності підприємств України як єдиної системи в межах країни, не розглядаючи і не враховуючи при цьому євроінтеграційних процесів.

На сьогодні політика ЄС щодо енергоефективності передбачає єдину політичну та регуляторну базу, що сформована в оновленій Директиві ЄС про енергоефективність (2012/27/EU) і рамках кліматичної та енергетичної політики до 2030 року [10].

Останнім часом спостерігається зростання кількості досліджень, присвячених соціальним аспектам енергоефективності. У цьому контексті Шлейх Дж. у [8] підкреслює, що методи оцінки енергоефективності мають бути простими в застосуванні та базуватися на наявних даних для розробки комплексних інструментів.

Глобальні енергетичні тенденції спрямовані на вирішення ключових концептуальних питань. Зокрема, Стрілковський В. та Лісін Е. у [9] наголошують на тому, що основні завдання включають забезпечення стабільного енергопостачання, доступність енергії та підвищення енергоефективності, з мінімізацією екологічних наслідків.

Арванітіс С. та Лей М. у [1] обговорюють раціональне використання палива й енергетичних ресурсів, що відображає динаміку енергозбереження. Енергоефективність визначається як технічно доцільне та економічно виправдане використання енергії на сучасному технологічному рівні.

Незважаючи на вагомий науковий доробок у цій сфері, актуальним є виявлення основних детермінант енергоефективності економік країн ЄС, а також національної економіки у контексті реалізації Європейської Зеленої угоди.

Постановка завдання. Метою дослідження є аналіз та порівняння трьох енергетичних сценаріїв для оцінки їхнього впливу на енергетичну безпеку, економічну ефективність та залежність Європейського Союзу від імпорту викопного палива до 2030 року. Дослідження спрямоване на визначення переваг та викликів, пов'язаних із впровадженням підвищених цілей енергоефективності та відновлюваних джерел енергії, а також на виявлення необхідних умов для успішної реалізації цих цілей у контексті енергетичної стратегії ЄС.

Методи дослідження. Для аналізу публікаційної активності з досліджуваної тематики застосовано інструментарій бібліометричного аналізу. У процесі написання статті використано сценарний аналіз, моделювання енергетичних систем та порівняльний аналіз. Сценарний аналіз дозволяє оцінити три різні енергетичні сценарії ЄС. Моделювання енергетичних систем використовується для кількісного визначення впливу кожного сценарію на показники енергоефективності, частку відновлюваних джерел енергії, кінцеве та первинне енергоспоживання, а також на залежність від імпорту викопного палива. Порівняльний аналіз допомагає виявити переваги та недоліки кожного сценарію, враховуючи економічні витрати, необхідні інвестиції та вплив на енергетичну безпеку ЄС. Для унаочнення статистичних даних і даних дослідження використано метод візуалізації даних. Абстрактно-логічний метод використано для формування висновків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Невиправдана військова агресія росії проти України призвела до серйозних збоїв у світовій енергетичній системі, що спричинило високі ціни на енергоносії та посилило занепокоєння щодо енергетичної безпеки країн Європейського Союзу (ЄС). Це підкреслило надмірну залежність ЄС від імпорту газу, нафти та вугілля з росії.

Європейська Комісія у Плані REPowerEU [7] запропонувала кількісно визначити можливі траєкторії цін на паливо, щоб оцінити вплив високих цін на енергетичну систему ЄС. Високі ціни на енергію призводять до економії енергії в короткостроковій перспективі та стимулюють інвестиції в енергоефективність у середньо- та довгостроковій перспективі, оскільки скорочують період окупності таких інвестицій.

Високі ціни на енергію дійсно стимулюють економію в короткостроковій перспективі, а також відкривають можливості для значних інвестицій в енергоефективність у середньо- та довгостроковій перспективі. Це пояснюється тим, що зростання цін зменшує термін окупності таких інвестицій, роблячи їх більш привабливими та економічно виправданими.

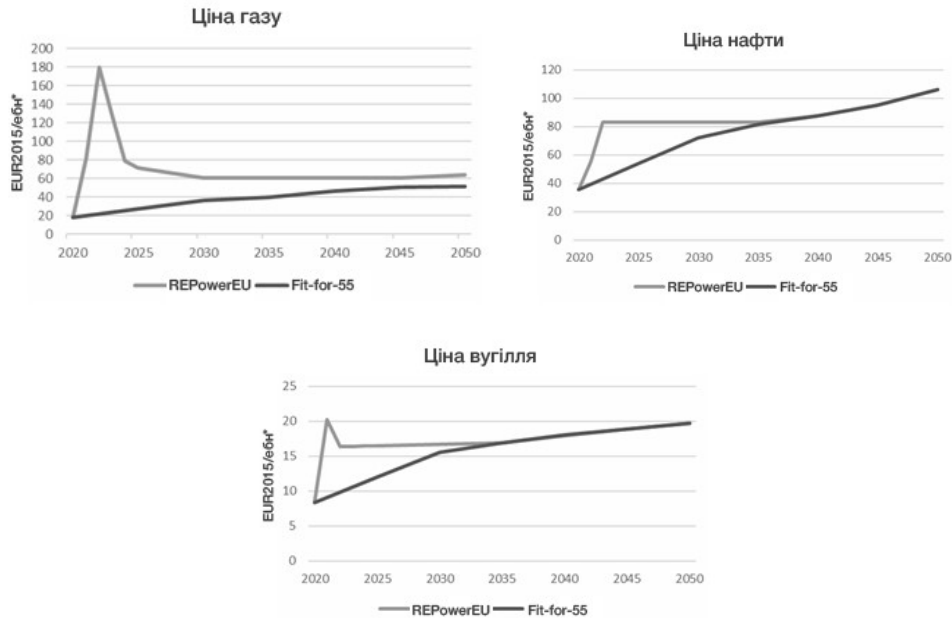
У плані REPowerEU запропоновано траєкторії цін на паливо, які значно перевищують припущення, використані в аналізі пакету Fit-for-55 (FF55) [5] на період до 2030 року, особливо щодо природного газу. Це означає, що передбачене зростання цін, зокрема на природний газ, вимагає ще більш рішучих дій та інвестицій для досягнення цілей енергоефективності та зменшення залежності від імпортованого викопного палива.

На рисунку 2 можна побачити прогнозовані зміни цін на викопне паливо з 2020 року, що відображають різницю між передбаченими цінами в REPowerEU та базовими сценаріями, використаними в пакеті Fit-for-55.

У 2021 році, в рамках пакету Fit-for-55 та реалізації Європейської зеленої угоди, були встановлені амбіційні цілі сталого розвитку до 2030 року. Ці цілі включають [12]:

- забезпечення рівного доступу до енергетичних ресурсів, що передбачає зменшення нерівностей у доступі до енергії та підвищення її доступності для всіх громадян;

- підвищення енергоефективності, яке орієнтовано на скорочення споживання енергії та зменшення енергетичних витрат через розвиток зеленої енергетики та чистих технологій.



***ЕБН** – еквівалент бареля нафти – одиниця вимірювання енергії, еквівалентна середньому тепловиділенню за згоряння 1 бареля сирої нафти.

Рис. 2. Прогнозовані міжнародні ціни на паливе

Джерело: складено автором на основі даних [3, 5, 7]

В рамках цих цілей, Європейська Комісія запропонувала збільшити ціль енергоефективності до зменшення споживання енергії (як первинної, так і кінцевої) на 9% до 2030 року в порівнянні з прогнозами Базового сценарію 2020 року [4]. Це спрямовано на реалізацію необхідних переваг:

- Декарбонізація економіки ЄС, що передбачає зменшення викидів парникових газів та перехід на більш чисті джерела енергії.
- Підвищення енергетичної безпеки у вигляді зменшення залежності від імпортованих енергоресурсів.
- Створення робочих місць через інвестиції в нові технології та відновлювальні джерела енергії, що можуть сприяти економічному зростанню.
- Зниження забруднення повітря, адже, перехід на більш чисті джерела енергії зменшить викиди забруднюючих речовин.
- Зменшення виснаження природних ресурсів через підвищення рівня енергоефективності, що дозволяє знижувати використання невідновлювальних ресурсів.
- Зменшення енергетичної бідності, оскільки енергоефективні рішення можуть знизити витрати на енергію для споживачів, що є особливо важливим для уразливих верств населення.

Таким чином, підвищення енергоефективності є важливим інструментом для досягнення екологічних і економічних цілей ЄС та України. Адже, в 2019 р. ЄС та Україна почали реалізовувати «Європейську Зелену угоду», метою якої є перехід до вуглецево-нейтральної моделі розвитку національної економіки та її підвищення енергоефективності [2].

Реалізація повного пакету Fit-for-55 допоможе знизити споживання газу в ЄС на 30% (116 млрд кубометрів) до 2030 року в порівнянні з поточним рівнем [7].

Більше однієї третини цього буде отримано від досягнення цілей ЄС щодо політики енергоефективності, висунутої в пропозиціях щодо:

1. Перегляду Директиви з енергоефективності (EED) та Директиви про енергетичну ефективність будівель (EPBD) [11]: ці документи будуть оновлені для посилення вимог до енергоефективності у будівлях та інших сферах.

2. Законодавство про екодизайн та енергетичне маркування: підвищення стандартів для продукції та обладнання з метою зменшення енергетичних витрат.

3. Політичні інструменти, що впливають на споживання енергії: включають стандарти викидів CO₂ для нових транспортних засобів, підтримані Регламентом інфраструктури альтернативних видів пального.

4. Система торгівлі викидами ЄС (ETS): розширення системи на будівлі та автомобільний транспорт для стимулювання зменшення викидів CO₂.

5. Регламент про розподіл зусиль (ESR): визначення зобов'язань для країн-членів щодо досягнення цілей з енергоефективності.

З огляду на підвищені ціни на газ у сценарії REPowerEU, рентабельна ціль енергоефективності підвищена до 13% у 2030 році. Щоб підтримати цю ціль, запропоновано такі заходи [3, 7]:

- Короткострокові: швидке впровадження політики задля зменшення споживання енергії та підтримка переходу до відновлювальних джерел.

- Середньострокові: інвестиції в модернізацію інфраструктури та підвищення енергоефективності в промисловості і транспорті.

- Довгострокові: розвиток нових технологій, посилення енергетичних стандартів, розширення застосування відновлювальних джерел енергії та поетапне припинення імпорту енергії з поза меж ЄС.

Ці заходи сприятимуть підвищенню енергоефективності, прискоренню переходу до чистої енергії та зменшенню залежності від імпортованого викопного пального.

Забезпечуючи бажаний рівень енергоефективності запропоновано заходи, пов'язані з розгортанням відновлюваної енергії, передбачені вдосконаленням пакету Fit-for-55, які включають [5, 8]:

- підвищення амбітності національного зобов'язання щодо енергозбереження;

- запровадження зобов'язань щодо скорочення споживання енергії, припинення субсидій на викопне паливо та просування технологій відновлюваної енергії на транспорті та промисловості;

- посилення впровадження результатів енергоаудиту;

- розширення мінімальних стандартів енергоефективності в будівлях;

- посилення національних енергетичних вимог до нових будівель;

- посилення національних вимог до систем опалення існуючих будівель;

- запровадження національних заборон на котельні на викопному паливі в існуючих та нових будівлях;

- припинення субсидій державами-членами для котлів, що працюють на викопному паливі з 2027 року.

Моделювання енергетичної системи в умовах запровадження заходів з енергоефективності включає кількісну оцінку та аналіз різних сценаріїв. Основні аспекти моделювання дозволяють:

а) впливати на ефективність прийняття та впровадження заходів з енергоефективності в державах-членах (наприклад, посилення впровадження результатів енергоаудиту),

б) робити енергоефективність більш привабливою (наприклад, припинення субсидій на викопне паливо дозволяє змінити поведінку щодо енергоефективності в секторах і сферах застосування викопного палива).

Проводячи аналіз, можна констатувати, що досягнення більшої енергоефективності потребуватиме подальшого прискорення реновації будівель (аж до 2,5% на рік до 2030 року для житлових будинків у випадку енергоефективності 19%) і, зокрема, глибокої реновації (в результаті у значній економії енергії, яка досягла б приблизно 1% запасів на рік у разі енергоефективності 19%).

Розглянемо додаткові можливості двох нових сценаріїв:

1) REPowerEU 13/45 – цей сценарій відповідає підвищеним цілям, запропонованим Європейською Комісією в плані REPowerEU. Він передбачає збільшення амбіцій щодо енергоефективності на 13% до 2030 року порівняно з прогнозами сценарію базового 2020 року і досягнення 45% відновлюваних джерел енергії в європейському енергетичному балансі до 2030 року.

2) REPowerEU 19/45 – це сценарій, передбачає досягнення цілей відновлюваних джерел енергії на рівні 45% до 2030 року та подальше збільшення амбіцій щодо енергоефективності до 19% до 2030 року.

Ці два сценарії доповнюються результатами оновленого сценарію повного пакету, який використовує цілі, прийняті в пакеті Fit-for-55: 9% для енергоефективності та 40% для відновлюваних джерел (FPS 9/40).

Слід зазначити, що сценарій повного пакету використовує нижчі ціни на енергію, які передбачені пакетом Fit-for-55. Цей сценарій слугує базовим для умов, на які Європейська Комісія відреагувала пакетом Fit-for-55 у 2021 році [5].

Вищі ціни на енергоносії стимулюють і дозволяють більше діяти в галузі енергоефективності. Моделювання сценарію повного пакету, який використовує вищі ціни на енергію, вказує на вищу економію енергії на 10% з меншою залежністю від імпорту газу порівняно з прогнозами, використаними для пакета Fit-for-55. Проте, обидва ці сценарії не відповідають цілям плану REPowerEU, які передбачають зменшення залежності ЄС від імпортованого викопного палива та прискорення енергетичного переходу. Це виправдовує вищу ціль енергоефективності, висунуту REPowerEU, для досягнення якої необхідна сильна нормативна база. Адже, цільовий показник енергоефективності щонайменше 13%, незалежно від рівня цін на енергоносії, має бути досягнутий.

Витрати на енергетичну систему у сценарії повного пакету з використанням вищих цін на енергію є дещо вищими, ніж у сценарії REPowerEU. Без додаткових заходів з енергоефективності, споживачі понесуть подібні або навіть трохи більші витрати, що, ймовірно, більше вплине на вразливих споживачів, оскільки вони менш схильні реагувати на високі ціни інвестиціями та заходами з енергозбереження.

Основні дані в таблиці 1 демонструють, що підвищення енергоефективності разом зі збільшенням частки відновлюваних джерел енергії, може забезпечити значні результати у переході на чисту енергію та зменшення залежності Європи від імпорту енергії. Високі ціни на газ, в поєднанні з амбітною політикою ЄС, стимулюють

заміщення пального (як у енергетичному секторі, так і в секторі кінцевого споживання) і додаткові заходи з енергозбереження. Це впливає як на споживання первинної енергії (PEC), так і на кінцеве споживання енергії (FEC), сприяючи електрифікації та впровадженню відновлюваної енергії.

Таблиця 1

Основні результати моделювання за 2030 рік

	FPS 9/40	REPowerEU 13/45	REPowerEU 19/45
Енергоспоживання			
Ціль ЄС FEC (за сценарієм REF2020)	9%	13%	19%
Кінцеве споживання енергії (Мтне*)	787	751	701
Ціль ЄС PEC (за сценарієм REF2020)	8%	10%	13%
Кінцеве споживання енергії (Мтне)	1,033	1,006	979
Відновлювані джерела енергії (ВДЕ)			
Частка ВДЕ	40%	45%	46%
Енергетична система			
Загальні системні витрати (млрд 22 євро, в середньому 2021-2030 рр.)	1,802	1,963	1,982
Залежність від імпорту (%)	51%	46%	44%
Чистий імпорт природного газу (млрд м3)	233	117	104
Чисте виробництво електроенергії (ТВт*год)	3,355	3,450	3,638
Частка відновлюваної енергії у виробництві електроенергії	69%	72%	70%

* TNE — тонна нафтового еквівалента – стандартизована одиниця вимірювання енергії, що зазвичай, використовується для порівняння використання великої кількості енергії з різних джерел.

Джерело: сформовано автором на основі [3, 5, 7]

Скорочення споживання первинної енергії відстає від скорочення кінцевого споживання енергії. Це можна пояснити високими цінами на енергоносії, які спонукають повернення до менш ефективних технологій у виробництві електроенергії, наприклад, продовження використання вугілля замість природного газу, або використання атомної енергії замість високоефективних ТЕЦ. Обмежене збільшення використання водню та відновлюваних джерел пального небіологічного походження (RFNBO) також обмежує подальше скорочення PEC.

Обидва додаткові сценарії передбачають значне зменшення використання викопного палива. Синергію між енергоефективністю та відновлюваними джерелами енергії краще видно в сценарії REPowerEU 19/45, де частка ВДЕ зростає до 46%, навіть без додаткових заходів, порівняно з REPowerEU 13/45. Зниження використання викопного палива завдяки енергоефективності підвищує відносну частку відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі. Активізація зусиль з енергоефективності також сприяє розширенню відновлюваних джерел енергії завдяки впровадженню більш екологічних і ефективних технологій опалення та виробництва електроенергії.

Результати аналізу показують, що за умов високих цін на енергоносії Європа може отримати переваги прискореного переходу на «зелену» енергію за розумну ціну. Додаткові заходи і дії в сценаріях REPowerEU 13/45 та REPowerEU 19/45 призводять до загальних річних витрат на енергосистему, які на 9% і 10% відповідно перевищують витрати за сценарієм повного пакету FPS 9/40. Реалізація сценарію REPowerEU 19/45 вимагатиме додаткових інвестицій понад 0,5% європейського ВВП щорічно, тоді як пакет FPS 9/40 та сценарій REPowerEU 13/45 передбачають порівнянні інвестиційні витрати.

Збільшення цільових показників може дозволити ЄС зменшити залежність від імпорту. Починаючи з 56% залежності від імпорту в 2020 році, повний пакетний сценарій може знизити цей показник до 51%. Два додаткові сценарії покращують цей показник до 46% у сценарії REPowerEU 13/45 та до 44% у REPowerEU 19/45 [7].

Що ще важливіше в контексті енергетичної кризи, викликаній військовими діями росії в Україні, два додаткові сценарії призводять до зменшення імпорту природного газу на 60-65% порівняно з 2020 роком і на 50-55% порівняно зі сценарієм повного пакету. Це дозволить досягти мети поступового припинення імпорту газу з росії задовго до 2030 року.

Вищі цільові показники енергоефективності в кінцевому споживанні енергії досягаються завдяки зусиллям у всіх секторах: транспортному, житловому, промисловому та третинному.

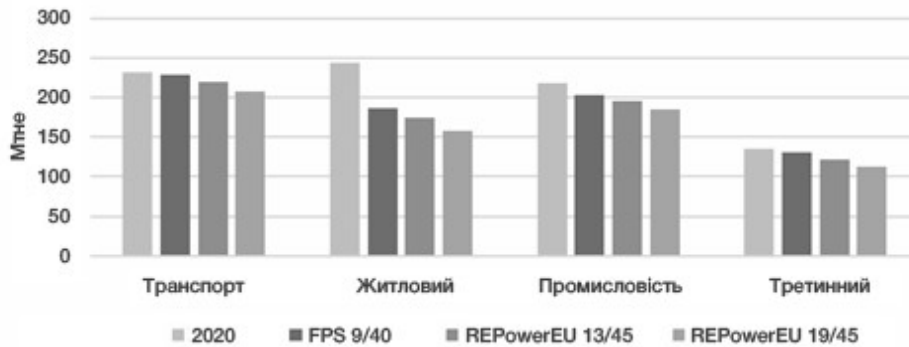


Рис. 3. Кінцеве споживання енергії по секторах в 2030 році

Джерело: складено автором на основі даних [3, 4, 5, 7]

В обох додаткових сценаріях прогнозується найбільше зниження кінцевого енергоспоживання в житловому секторі порівняно зі сценарієм повного пакету та історичними даними за 2020 рік. Це зумовлено вищою швидкістю реконструкції будівель із значною часткою електрифікації опалення приміщень, підігріву води та приготування їжі.

У транспортному секторі два додаткові сценарії призведуть до зменшення кінцевого споживання енергії на 3% і 9% до 2030 року відповідно порівняно зі сценарієм повного пакету. Хоча вища ціна на нафту сприяє зниженню споживання енергії в обох додаткових сценаріях, а подальше скорочення зумовлене підвищенням ефективності транспортних засобів, більшим використанням громадського транспорту та електрифікацією транспорту. Крім того, у секторі впроваджуються нові види

пального, такі як біогаз і RFNBO, проте до 2030 року їхня частка все ще становитиме менше 5% [3].

У промисловому секторі споживання енергії скорочується головним чином у металургійній, хімічній та поліграфічній промисловості. Збільшується частка електроенергії та впроваджуються нові види пального в енергетичному балансі сектора, при цьому до 2030 року водень становитиме приблизно 5% кінцевого енергетичного балансу сектора.

Якщо кінцеве споживання енергії розбити на паливо (див. Рис.3), то спостерігається значне зменшення використання викопного пального (особливо газу), збільшення електроенергії та відновлюваних джерел енергії, а також зростання використання водню.

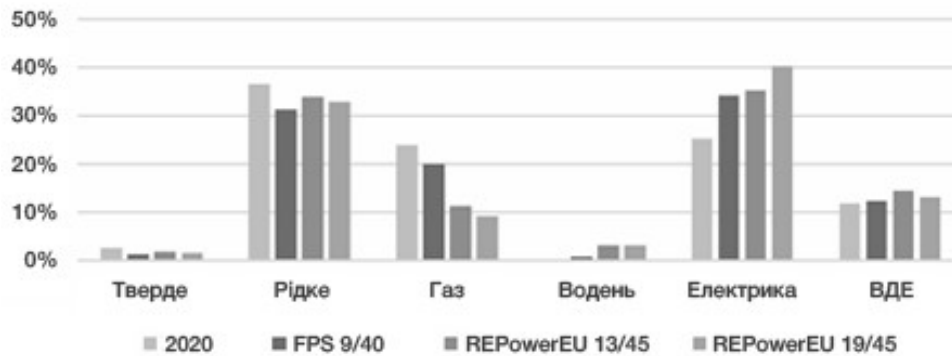


Рис. 4. Кінцеве споживання енергії за видами палива в 2030 році

Джерело: складено автором на основі даних [3, 4, 5, 7]

В обох додаткових сценаріях споживання газу значно скорочується, що відповідає меті REPowerEU щодо поступового припинення імпорту російського газу. Водень входить до енергетичного балансу з часткою приблизно 3%, переважно використуваного в промисловому секторі.

Електрифікація посилюється, а відносно використання електроенергії збільшується. У обох випадках частка відновлюваної енергії в структурі електроенергії зростає, причому найбільшу частку становить вітер. Використання інших ВДЕ, зокрема біомаси, скорочується, але повільніше, ніж загальне кінцеве споживання енергії, що призводить до незначного збільшення відносної важливості біомаси. Те ж саме можна сказати про нафту та нафтопродукти, оскільки зменшення їх використання відбувається повільніше, ніж зменшення загального кінцевого споживання енергії.

За всіма сценаріями (включаючи сценарій повного пакету) споживання всіх видів викопного пального у 2030 році буде значно нижчим порівняно з 2020 роком. Проте до 2030 року зміна пального, спричинена високими цінами та політикою безпеки постачання, буде суттєвою.

Зростання цін, особливо на природний газ, спонукає до переходу на види пального з меншою ефективністю перетворення (наприклад, вугілля). Хоча загальне споживання вугілля до 2030 року значно скоротиться порівняно з 2020 роком, відносний перехід від газу до вугілля має тенденцію до зниження темпів скорочення споживання первинної енергії. Таким чином, у той час як у двох додаткових сценаріях кінцеве

споживання енергії зменшується на 13% і 19%, споживання первинної енергії зменшується лише на 10% і 13%.

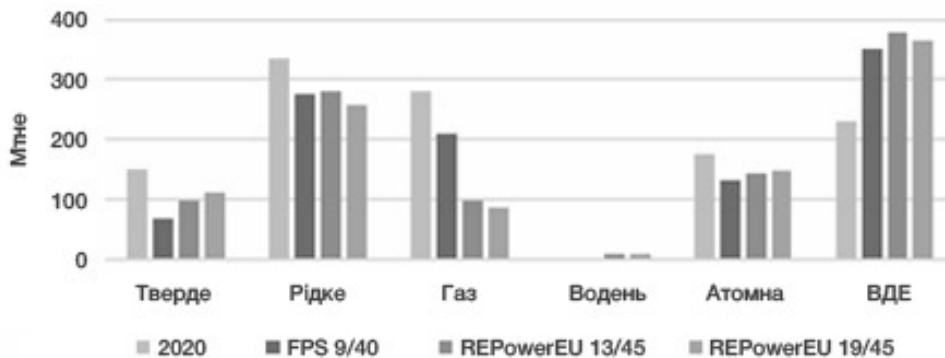


Рис. 5. Споживання первинної енергії за видами палива в 2030 році

Джерело: складено автором на основі даних [3, 4, 5, 7]

Порівняно зі сценарієм повного пакету, у сценарії REPowerEU 13/45 споживання природного газу в 2030 році буде на 47% нижчим, в той час як споживання вугілля зросте на 30%, а споживання нафти та нафтопродуктів – на 3%. У сценарії REPowerEU 19/45 споживання природного газу в 2030 році зменшиться на 59%, споживання вугілля зменшиться на 10%, а споживання нафти та нафтопродуктів – на 7%. Це відображає значне загальне зниження споживання первинної енергії.

Таким чином, можна спрогнозувати, що залежність від імпорту енергоресурсів зменшиться до 2030 року з підвищенням цільових показників енергоефективності, що сприятиме вищій безпеці постачання та меншій залежності від імпорту викопного пального.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведений аналіз стосувався трьох сценаріїв:

а) Оновленого сценарію повного пакету, який використовує цілі, прийняті Європейською Комісією в пакеті FPS 9/40, а саме 9% для енергоефективності та 40% для відновлюваних джерел, і (нижчі) ціни на викопне паливо пакета Fit-for-55;

б) Сценарію REPowerEU 13/45, який відповідає підвищеним цілям, запропонованим Комісією в плані REPowerEU, і передбачає 13% збільшення енергоефективності до 2030 року та 45% відновлюваних джерел енергії в європейському енергетичному балансі до 2030 року;

в) Сценарій REPowerEU 19/45, який зберігає ціль відновлюваних джерел енергії на збільшених 45% до 2030 року та передбачає подальше збільшення енергоефективності до 19% до 2030 року.

Загалом додаткове моделювання доводить, що обидва сценарії здійсненні та принесуть важливі переваги для ЄС. Однак, як і очікувалося, реалізація другого сценарію вимагатиме збільшення інвестицій, зобов'язань, підцільових показників та зусиль.

Додаткові переваги другого сценарію порівняно з першим є відносно меншими, оскільки його реалізація не призведе до значного збільшення ВДЕ в енергетичній системі або суттєвого підвищення енергетичної незалежності. Крім того, необхідна швидкість електрифікації перевищує реальну швидкість розгортання ВДЕ, що може призвести до відтермінування відмови від використання вугілля та ядерної енергетики

або навіть до збільшення використання цих джерел енергії. Цільовий рівень енергоефективності в 19% призведе до додаткових інвестицій, які можуть перевищити додаткові 0,5% європейського ВВП на рік. Окрім проблем з інвестиціями, досягнення вищої цілі з енергоефективності також стикається з більш значними вузькими місцями в кваліфікованій робочій силі, проблемами ланцюгів постачання та обмеженнями грошових потоків. Це, разом із високою інфляцією в економіці, ймовірно призведе до вищих загальних витрат, зокрема через збільшення вартості капіталу.

1. Arvanitis S., Ley M. Factors determining the adoption of energysaving technologies in Swiss firms: An analysis based on micro data. *Environmental and Resource Economics*, 2013. 54(3), 389-417.
2. Delivering the European Green Deal. *European Commission*. 2019. URL: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en (дата звернення: 02.04.2024)
3. Energy efficiency targets. *European Commission*. 2023. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-targets_en (дата звернення: 30.04.2024)
4. EU Reference Scenario 2020. *European Commission*. 2020. URL: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/eu-reference-scenario-2020_en (дата звернення: 18.03.2024)
5. Fit for 55. *Council of the European Union*. 2023. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55/> (дата звернення: 16.03.2024)
6. Modelling tools for EU analysis. *European Commission*. 2023. URL: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/economic-analysis/modelling-tools-eu-analysis_en (дата звернення: 24.03.2024)
7. REPowerEU. Affordable, secure and sustainable energy for Europe. *European Commission*. 2022. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en (дата звернення: 13.03.2024)
8. Schleich, J. Energy efficient technology adoption in low-income households in the European Union-what is the evidence? *Energy Policy*, 2019, 125, 196-206.
9. Strielkowski, W., Lisin, E., Astachova, E. Economic sustainability of energy systems and prices in the EU. *Entrepreneurship and Sustainability*, 2017. 4(4), 591-600.
10. The 2030 climate and energy framework. *European Commission*. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/climate-change/2030-climate-and-energy-framework/> (дата звернення: 02.03.2024).
11. Антонів В.Б. Стандартизація в системі управління промисловою енергоефективністю в країнах Європейського Союзу. *Вісник Львівського університету. Серія економічна*. Наук. зб. 2023. № 65. С. 250-260.
12. Пімоненко Т., Люльов О., Зябіна С., Васирина Т. Оцінювання причинно-наслідкових зв'язків між детермінантами енергоефективності країни в контексті імплементації європейської зеленої угоди. *Вісник економіки*. 2021. Вип.2. С. 80-89.
13. Росинський А.В., Онофрійчук І.І. Енергоефективність будівельного виробництва як інструмент розвитку економічного потенціалу девелоперської компанії. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2020. № 44. С. 31-39.
14. Яснолоб І.О., Березницький С.В., Радіонова Я.В. Енергоефективність та енергонезалежність як перспективні напрями розвитку інноваційних енергозберігаючих систем. *Інфраструктура ринку*. Випуск 47. 2020, С. 143-146 URL: http://www.market-infr.od.ua/journals/2020/47_2020_ukr/29.pdf (дата звернення: 24.02.2024)

References

1. Arvanitis, S., Ley, M. (2013), Factors determining the adoption of energysaving technologies in Swiss firms: An analysis based on micro data. *Environmental and Resource Economics*, 54(3), 389-417. [in English]
2. Delivering the European Green Deal. (2019). *European Commission*. 2019. Retrieved from: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en (accessed 02 April 2024).
3. Energy efficiency targets. (2023). *European Commission*. Retrieved from: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-targets_en (accessed 30 April 2024).
4. EU Reference Scenario 2020. (2020) *European Commission*. Retrieved from: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/eu-reference-scenario-2020_en (accessed 18 March 2024).
5. Fit for 55. (2023) *Council of the European Union*. Retrieved from: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55/> (accessed 16 March 2024).
6. Modelling tools for EU analysis. (2023). *European Commission*. Retrieved from: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/economic-analysis/modelling-tools-eu-analysis_en (accessed 24 March 2024).
7. REPowerEU. Affordable, secure and sustainable energy for Europe. (2022). *European Commission*. Retrieved from: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en (accessed 13 March 2024).
8. Schleich, J. (2019), Energy efficient technology adoption in low-income households in the European Union-what is the evidence? *Energy Policy*, 125, 196-206.
9. Strielkowski, W., Lisin, E., Astachova, E. (2017), Economic sustainability of energy systems and prices in the EU. *Entrepreneurship and Sustainability*, 4(4), 591-600.
10. The 2030 climate and energy framework. (2020). *European Commission*. Retrieved from: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/climate-change/2030-climate-and-energy-framework/> (accessed 02 March 2024).
11. Antoniv V. (2023). Standardization in the industrial energy efficiency management system in the countries of the European Union. *Visnyk of the Lviv University. Series Economics*. № 65. С. 250-260.
12. Pimonenko T., Lyulyov O., Ziabina Ye., Vasylyna T. (2021). Assesmeent of casual relationships between determinants of energy efficiency of the country in the context of the implementation of the European Green Deal Policy. *Visnyk ekonomiky – Herald of Economics*, 2, 80-89.
13. Rosynskiyi A., Onofriichuk I. (2020). Energy efficiency of construction processes as an instrument for economic potential growth of real estate development company. *Ways of improving the efficiency of construction in the conditions of formation of market relations*. Coll. Sciences. works. KNUBA. № 44. P. 31-39. [in Ukrainian]
14. Yasnolob I., Bereznytskyi I., Radionova Y. (2020). Energy efficiency and energy independence as the perspective directions for development of energy saving systems. *Market infrastructure*. 47. P. 143-146 Retrieved from: http://www.market-infr.od.ua/journals/2020/47_2020_ukr/29.pdf (accessed 24 March 2024).

**ANALYSIS OF ECONOMIC SCENARIOS FOR ENERGY EFFICIENCY POLICY
WITHIN THE EUROPEAN UNION'S ENERGY STRATEGY****Vasyl Antoniv***Ivan Franko National University of Lviv
79008, Lviv, 18 Svobody Ave.**e-mail: Vasyl.Antoniv@lnu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4259-4129>*

Abstract. This study examines three distinct energy scenarios to assess their impact on energy consumption and supply security within the European Union by 2030. The scenarios include: a) an updated full package scenario aligned with the European Commission's FPS 9/40 targets (9% energy efficiency and 40% renewable sources) and lower fossil fuel prices from the Fit-for-55 package; b) the REPowerEU 13/45 scenario, which proposes a 13% increase in energy efficiency and 45% renewable energy by 2030; and c) the REPowerEU 19/45 scenario, aiming for a 19% increase in energy efficiency with the same 45% renewable energy target.

The analysis indicates that both additional scenarios – REPowerEU 13/45 and REPowerEU 19/45 – are feasible and provide substantial benefits to the EU. Specifically, the REPowerEU 13/45 scenario leads to a 47% reduction in natural gas consumption and a 30% increase in coal consumption by 2030 compared to the full package scenario. The REPowerEU 19/45 scenario achieves a 59% reduction in natural gas consumption and a 10% reduction in coal consumption. Both scenarios also show a significant decrease in oil and petroleum product consumption.

The study highlights that achieving higher energy efficiency targets will reduce import dependency, thereby enhancing supply security and lowering reliance on fossil fuels. However, the REPowerEU 19/45 scenario demands substantial investments, potentially exceeding 0.5% of European GDP annually. This scenario also encounters challenges such as skilled labor shortages, supply chain constraints, and higher capital costs due to inflation. These factors may delay the phase-out of coal and nuclear energy and increase overall costs, underscoring the need for strategic planning and additional measures to support ambitious energy efficiency goals.

Overall, while the REPowerEU scenarios offer significant advantages over the full package scenario, they also require careful consideration of economic and logistical factors to ensure their successful implementation and to meet the EU's energy transition objectives.

Key words: energy efficiency, energy management, energy, energy safety, REPowerEU, Fit-for-55.

Стаття надійшла до редколегії 23.05.2024

Прийнята до друку 13.06.2024