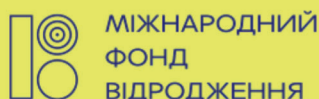


ДОСЛІДЖЕННЯ

«ПОШИРЕННЯ НАЙКРАЩИХ
БІЗНЕС-ПРАКТИК У СФЕРІ
ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ДЛЯ
РЕАЛІЗАЦІЇ ЗЕЛЕНОГО КУРСУ»



Матеріал підготовлено за підтримки Європейського Союзу та Міжнародного фонду «Відродження» в межах грантового компоненту проєкту EU4USociety. Матеріал відображає позицію авторів і не обов'язково відображає позицію Міжнародного фонду «Відродження» та Європейського Союзу. Європейський Союз складається з 27 держав-членів та їхніх народів. Це унікальне політичне та економічне партнерство, засноване на цінностях поваги до людської гідності, свободи, рівності, верховенства права і прав людини. Понад п'ятдесят років знадобилось для створення зони миру, демократії, стабільності й процвітання на нашому континенті. Водночас нам вдалось зберегти культурне розмаїття, толерантність і свободу особистості. ЄС налаштований поділитися своїми цінностями та досягненнями з країнами-сусідами, їхніми народами та з народами поза межами Європейського Союзу. Міжнародний фонд «Відродження» – одна з найбільших благодійних фондів в Україні, що з 1990-го року допомагає розвивати в Україні відкрите суспільство на основі демократичних цінностей. За час своєї діяльності Фонд підтримував близько 20 тисяч проєктів. До їхньої реалізації долучилися понад 60 тисяч активістів та організацій України на суму понад 200 мільйонів доларів США.

Сайт: www.irf.ua

Facebook: [www.fb.com/irf.ukraine](https://www.facebook.com/irf.ukraine)



1. Список скорочень	03
2. Резюме (мета, завдання дослідження, висновки й рекомендації)	04
3. Декарбонізація: європейський контекст, тренди, вплив на український бізнес	06
3.1. Контекст	07
3.2. Бар'єри	20
3.3. Можливості	23
3.4. Драйвери	25
4. Декарбонізація: технології, рішення, успішні кейси, look forward - можливості для окремих індустрій	28
4.1. Енергетика	31
4.2. Металургія	44
4.3. Логістика та транспорт	52
4.4. Агросектор	64
4.5. Будівництво	74
5. Бібліографія	82
Додаток 1. Методологія дослідження	
Додаток 2. Анкета для глибинних інтерв'ю	
Додаток 3. Анкета для експертних інтерв'ю	
Додаток 4. Розшифровки глибинних інтерв'ю	
Додаток 5. Розшифровки експертних інтерв'ю	
Додаток 6. «Карта» рішень у сфері декарбонізації	

ГБЗ - гарячобрикетоване залізо
ГЕС - гідроелектростанція
ГЗК - гірничо-збагачувальний комбінат
ГРС - газорозподільна система
ГТС - газотранспортна система
ЄЗК - Європейський зелений курс
ЄК - Єврокомісія
ЄС - Європейський Союз
НВВ-2 - проєкт Національно визначеного внеску-2
НДДКР - науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи
НКРЕКП - Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг
НОВ2 - проєкт Другого національно визначеного внеску України до Паризької угоди
ОВКП - опалення, вентиляція та кондиціювання повітря
ПГ - парникові гази
СЕС - сонячні електростанції
СОТ - Світова організація торгівлі
США - Сполучені Штати Америки
ТЕС - теплоелектростанція
ШІ - штучний інтелект
АЕМ - anion exchange membrane
BCG - Boston Consulting Group
BECCS - bioenergy with carbon capture and storage
BF/BOF - the blast furnace-basic oxygen furnace
C2C - Cradle-to-Cradle
CBAM - Carbon Border Adjustment Mechanism
CCS - carbon capture and storage
CCUS - carbon capture, utilisation and storage
CEAP - Circular Economy Action Plan
COP26 - назва щорічної конференції Організації Об'єднаних Націй щодо зміни клімату. Аббревіатура COP означає «Кон-

ференція сторін», тоді як число вказує на кількість років, протягом яких їх проводять з першої наради в Берліні 1995 року.

CSLS - Center for Sustainable Logistics and Supply Chains
DAC - direct air capture
DRI - direct reduced iron
EAF - electric arc furnace route
ESG - environmental, social and governance
EU ETS - European Union Emission Trading Scheme
EXPRO - Exploration & Production Consulting
FMCG - Fast Moving Consumer Goods
ICCT - The International Council on Clean Transportation
IF - Innovation Fund
IKI - The International Climate Initiative
IPCEI - Important Projects of Common European Interest
IVECO - Industrial Vehicles Corporation
KLU - Kühne Logistics University
LDES - long duration energy storage
LULUCF - Land Use, Land-Use Change and Forestry
MaaS - Mobility as a Service
NZE - The Net Zero Emissions
P2g - Power-to-gas
P2G2P - Power-to-Hydrogen-to-Power PCI - Peripheral component interconnect
SAF - Sustainable aviation fuel
SMR - Steam-methane reforming
SOEC - Solid oxide electrolyser cell
T&L - Transform, clipping, and lighting
TEN-T - Trans-European Transport Network
TSR - Total Shareholder Return
URC - Ukraine Recovery Conference
WorldGBC - World Green Building Council

Дослідження «Найкращі бізнес-практики у сфері декарбонізації для реалізації Зеленого курсу» реалізується в межах конкурсу «Сприяння участі України у Європейському зеленому курсі» Міжнародного фонду «Відродження» за фінансової підтримки ЄС (програма «EU4USociety»).

Метою дослідження є пошук найкращих технологій у сфері декарбонізації з позиції їхньої ефективності, вартості та простоти запровадження, побудови “mapping” стартапів, що вже пропонують рішення у сфері декарбонізації (в межах України та ЄС).

Це допоможе:

- показати українському бізнесу нові можливості з огляду на прийняття ЄЗК;
- забезпечити доступ до ширшого застосування ноу-хау з декарбонізації в усіх сферах економіки України, зокрема на локальному рівні.

Дослідження підготовлено за підтримки Європейського Союзу та Міжнародного фонду «Відродження» в межах грантового компоненту проєкту EU4USociety.

Основні висновки документу базуються на дослідженні структурних елементів ЄЗК, беручи до уваги стан справ у даній сфері в Україні та світі, аналіз можливостей та бар'єрів з боку українського бізнесу. В межах дослідження також були проведені інтерв'ю з представниками бізнесу різних галузей та експертами з декарбонізації.

Команда: керівники аналітичного відділу компанії 4press - Вершиніна Катерина та Саламатов Андрій, дослідники - Минженер Христина, Овчар Юлія, Буркун Карина.

Висновки та рекомендації.

Існує глобальний тренд боротьби зі зміною клімату. У його межах є концепція зміни клімату через зростання температури та викидів CO₂. Зважаючи на це, народилася ідеологія зменшення викидів CO₂ у всьому світі – декарбонізація. З погляду економіки йдеться про її зелену трансфор-

мацію, або про великий зелений енергетичний перехід. Для будь-якого бізнесу це довгострокове впровадження нових технологій. Шлях до ситуації, в якій зелена енергія буде першоджерелом.

Будь-яка держава, у випадку ігнорування заходів з протидії зміні клімату (несвоєчасного виконання взятих на себе зобов'язань), потенційно ризикує опинитись у зовнішньоекономічній ізоляції. За таких умов, перед урядом України стоїть завдання з адаптації вітчизняної кліматичної політики відповідно до глобальних трендів. Вже зараз, при постачанні будь-якої продукції до Європи, бізнес має подавати інформацію про те, наскільки вона зелена за рівнем викидів під час її виробництва. Зараз це елемент протекціонізму на різних ринках. Частина конкурентного середовища, що звичайно не є вирішальною, проте є дуже важливим фактором конкурентної боротьби.

Застосування новітніх технологій тягне за собою цілу низку трансформацій в економіці. Змінюються ланцюжки створення вартості, створюються нові галузі, нові ринки, попит на одні товари зникає, на інші – різко зростає. Тобто підвищення «екологічності» призводить до структурної зміни економіки.

На думку експертів та представників бізнесу драйверами декарбонізації (перебудови економіки) в нашій державі мають стати структурні зміни саме в енергетичній галузі. Запропоновано обрати водневу енергетику, ядерний сектор та відновлювані джерела енергії, як базис для досягнення вуглецевої нейтральності. В Україні відбудеться приплив капіталу у відновлювану енергетику коштом вуглецевої. Відновлювана енергетика стає економічно доцільною.

Ключові напрями для декарбонізації: зелена енергетика у будь-якій її формі, наприклад, біогаз, біометан; енергоефективність та енергозбереження; інноваційне сільське господарство; технологічні переходи зокрема цифровізація, а також змен-

шення використання нафтопродуктів у всіх секторах транспортної галузі.

В умовах і вимогах до українських проєктів (виробництво, винахідництво) відсутні «зелені» пункти та декарбонізація. Тому насамперед слід працювати над розробленням документів, які регулюватимуть ступінь проєктування продуктів, починаючи від використання матеріалів, з подальшою утилізацією та переробленням, таким чином відстежуючи повний цикл та контролюючи карбоновий слід.

На думку експертів та представників бізнесу головні проблеми імплементації всіх цих процесів в Україні:

- Недовіра інвесторів до українського нормативного поля;
- Непідготовленість центральних органів виконавчої влади до розроблення документації нормативно-правового поля;
- Слабка та корумпована судова влада;
- Відсутність стабільного законодавства;
- Недостатня взаємодія вищих органів керівної влади з бізнесом;
- Нестача технологій;

- Відсутність критеріїв та вимог до проєктування з урахуванням “зелених” пунктів та декарбонізації;

Декарбонізація створює низку викликів та ризиків для економіки України. Та якщо підійти комплексно й розумно, без популізму, декарбонізація разом з використанням досвіду ЄС може стати драйвером структурної перебудови економіки. Це може бути відповіддю на питання як позбутися спадщини застарілих технологій та статусу сировинного придатка.

Водночас декарбонізація – глобальний процес та глобальні перегони. Хто першим опанує новий ринок, той зможе надалі отримати перевагу та лідерські позиції. Тож якщо країни, що розвиваються, прагнуть зберегти своє місце в глобальних ланцюжках створення вартості, вийти на нові ринки, то реалізація «зеленої» промислової політики – не опція, не міжнародні зобов'язання, не модна течія, а необхідність.





**ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ:
ЄВРОПЕЙСЬКИЙ
КОНТЕКСТ, ТРЕНДИ,
ВПЛИВ НА
УКРАЇНСЬКИЙ БІЗНЕС.**

Наприкінці 2019 року Європейська Комісія ухвалила Європейський зелений курс (European Green Deal) – програму дій ЄС, у центрі якої – амбітний план переходу до кліматично нейтральної Європи та повної декарбонізації. Європейський зелений курс (ЄЗК) охоплює такі сфери: зміна клімату, енергетика, промислова стратегія для циркулярної економіки, стала мобільність, зелене сільське господарство, біорізноманіття, нульове забруднення, фінанси, глобальне лідерство ЄС. Цілі ЄЗК вже почали формувати основні тенденції екологічної, економічної, енергетичної, транспортної, промислової та сільськогосподарської політики не лише ЄС, але й усього світу.

Намір України долучитися до Європейського зеленого курсу (ЄЗК) відкриває низку можливостей, пов'язаних з потенціалом інтеграції України в європейський простір в окремих секторах. Для України реалізація цілей ЄЗК означатиме як нові напрями розвитку, так і значні трансформаційні виклики.

Відповідно, це визначає потребу глибокого аналізу всіх компонентів ЄЗК, моніторингу тенденцій їхнього практичного впровадження у ЄС, активного та системного залучення громадянського суспільства задля налагодження діалогу між ключовими стейкхолдерами як в Україні, так і у ЄС, наполегливого та системного виконання зобов'язань у рамках Угоди про асоціацію, її поступового оновлення, де це необхідно, а також використання запропонованих ЄС інвестиційних можливостей, зокрема в межах нових пріоритетів Східного партнерства до 2025 року.

Дослідження «Найкращі бізнес-практики у сфері декарбонізації для реалізації Зеленого курсу» реалізується в межах конкурсу «Сприяння участі України у Європейському зеленому курсі» Міжнародного Фонду «Відродження» за фінансової підтримки ЄС (програма «EU4USociety»). Даний конкурс спрямований на підтримку громадянського суспільства у реагуванні на

виклики деградації довкілля та зміни клімату, сприяння формуванню відповідальної національної екологічної та кліматичної політик з урахуванням пріоритетів Європейського зеленого курсу.



ЯК БІЗНЕС У ЄС ГОТУЄТЬСЯ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ GREEN DEAL?

Питання декарбонізації складне й нагальне для всіх країн світу. Політика промислової декарбонізації була розпочата в ЄС ще у 2000 році, коли вперше було представлено проєкт системи торгівлі викидами EU ETS. А у липні 2021 року представники країн-членів ЄС домовилися скоротити викиди парникових газів на території Альянсу на 55% до 2030 року, відносно рівня 1990 року, та досягти чистого нуля до 2050 року в межах European Green Deal.

Скорочення є непростим завданням, оскільки існує безліч різних дій та способів, що ведуть до декарбонізації. Від підприємства до підприємства у кожній окремій країні ці дії та способи різні. Першим кроком для компаній має стати розробка довгострокової енергетичної стратегії. В межах компанії цим може займатися спеціальна команда або спеціаліст з питань енергоефективності/енергозбереження. Дії в усіх напрямках можна поділити на три основні типи: управління, енергоспоживання та енергопостачання.

А. Дії у сфері управління:

- покладання відповідальності на внутрішнього спеціаліста з питань енергоефективності;
- узгодження ключових показників енергоефективності з ключовими показниками результатів діяльності.

В. Дії в галузі енергоспоживання:

- заміна та модернізація застарілого обладнання;
- використання інтелектуальних систем управління навантаженням;
- електрифікація транспортного парку підприємства;
- аналіз виробничого процесу.

С. Дії в галузі енергопостачання:

- локальне виробництво екологічно чистої електроенергії;

- перехід на низьковуглецеве тепло;
- необхідність стати споживачем, що також виробляє енергію;
- закупівля електроенергії з нульовим вмістом вуглецю;
- впровадження систем накопичення енергії;
- оптимізація енергопостачання з урахуванням споживання й тарифів на енергію.

СКІЛЬКИ ЦЕ КОШТУЄ? ЯКІ Є КЛЮЧОВІ НАПРЯМКИ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ?

Досягнення декарбонізації потребує інвестування приблизно 28 трлн євро в чисті технології протягом наступних 30 років. Це включає 23 трлн євро (у середньому 800 млрд євро на рік) коштів, які б інвестували в наявні вуглецевоємні технології для їх декарбонізації і 5,4 трлн Євро (у середньому 180 млрд євро на рік) додаткових капітальних витрат:

- близько половини загального капіталу буде направлено на транспорт (11,8 трлн Євро);
- 30% - на будівельне забезпечення (8,4 трлн Євро);
- 9% - на енергетику (2,5 трлн Євро);
- 3% - на сільське господарство (935 млрд євро);
- 1% - на промисловість (350 млрд євро).

Близько 14% (3,4 трлн Євро) від загального обсягу інвестицій фінансуватиме інфраструктуру, яка покращує передачу та розподіл енергії. З додаткових 5,4 трлн Євро капіталу, 1,5 трлн Євро (29% від загальної суми) буде інвестовано у будівельний сектор; 1,8 трлн Євро (33%) – в енергетику; 410 млрд євро (8%) – у промисловість; 76 млрд євро (1%) – у сільське господарство, і 32 млрд євро (1%) – на транспорт. Міжгалузєва інфраструктура поглинає додаткові 28% інвестицій, більшість з яких буде використана для оновлення електромережі (1,4 трлн євро). Решту 500 млрд євро буде використано для інвестування в перебудову або розвиток нових трубопроводів. [1]

ЯКІ Є ЗАКОНОДАВЧІ ЗМІНИ В ЄС СТОСОВНО GREEN DEAL?

Щоб запобігти змінам клімату в Єврокомісії (ЄК) розробили Закон про клімат (European Climate Law), який було затверджено у 2020 році. Закон про клімат включає заходи для відстеження прогресу та коригування дій відповідно до наявних систем. Серед яких процес управління національними енергетичними та кліматичними планами держав-членів, регулярні звіти Європейського агентства з навколишнього середовища та останні наукові дані щодо клімату, зміни та їхні наслідки. Прогрес буде переглядатися кожні 5 років відповідно до глобального аналізу в межах Паризької угоди. [3]

Закон про клімат включає:

- мету ЄС з досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року;
- амбітну кліматичну ціль до 2030 року, щодо скорочення чистих викидів парникових газів принаймні на 55% відносно 1990 року, з чітким внеском скорочення й абсорбції викидів. Кожна країна-учасниця визначає це самостійно;
- визнання необхідності посилити поглинання вуглецю ЄС за допомогою більш амбітного регулювання LULUCF, щодо якого ЄК зробила пропозицію в липні 2021 року;
- процес встановлення кліматичної цілі до 2040 року з урахуванням орієнтовного бюджету парникових газів на 2030-2050 роки, який буде опубліковано ЄК;
- зобов'язання щодо негативних викидів після 2050 року;
- створення Європейської науково-консультативної ради зі зміни клімату, яка надаватиме незалежні наукові консультації;
- більш жорсткі положення щодо адаптації до зміни клімату;
- міцна узгодженість політики ЄС з метою кліматичної нейтральності;

- зобов'язання співпрацювати з секторами для підготовки специфічних для секторів дорожніх карт, які накреслюють шлях до кліматичної нейтральності в різних сферах економіки.

Також у ЄК підтримали пакет пропозицій **Fit for 55** [2], який було прийнято 14 липня 2021 року.

Мета даної програми – боротьба зі змінами клімату та перетворення Європи на перший у світі кліматично нейтральний континент. В документі Єврокомісії зазначено, що пакет Fit for 55 включає майже півтора десятка законодавчих пропозицій та політичних ініціатив.

Зокрема, пропозиції стосуються вдосконалення нормативних актів щодо торгівлі викидами, енергоефективності, відновлюваної енергетики, землекористування та лісової стратегії, нових стандартів щодо викидів CO₂, альтернативного палива для наземного транспорту та авіації.

Також, як частину зусиль Fit for 55, буде введено **Механізм коригування вуглецевих коридорів (CBAM)**, який є кліматичним заходом. Він має запобігти ризику витоку вуглецю та підтримувати амбіції ЄС щодо пом'якшення впливу клімату, водночас забезпечуючи сумісність з СОТ (Світова організація торгівлі). [4]

Система CBAM працюватиме наступним чином: імпортери ЄС будуть купувати вуглецеві сертифікати, що відповідають ціні на вуглець, яка була б сплачена, якби товари були виготовлені відповідно до правил ЄС, щодо ціноутворення вуглецю. І навпаки, якщо виробник, що не є членом ЄС, може підтвердити, що ним було сплачено податок на вуглець, який викидається під час виробництва імпортованих товарів у третій країні, цей сплачений податок повністю враховується під час імпорту такого товару в ЄС. CBAM допоможе зменшити ризик витоку вуглецю, заохочуючи виробників в країнах, що не входять до ЄС,

до екологізації своїх виробничих процесів. СВМ, на першому етапі впровадження, буде застосовуватися до імпорту таких товарів: цемент, залізо, сталь, алюміній, добрива, електрика.

ЯКІ ІСНУЮТЬ ІНІЦІАТИВИ ТА ОБМЕЖЕННЯ ДЛЯ КОЖНОГО СЕКТОРА?

До 2030 року енергетика може зменшити викиди більш ніж на 60% через низьку вартість використання вітру та сонця для виробництва електроенергії. Відповідно до зростання цієї потужності, енергетика могла б скоротити 90% викидів на початку 2040-х років.

В автомобільних перевезеннях необхідні технології вже знаходяться на етапах раннього використання. Масштабування постачання, що могло б підтримати перехід до 100% продажу електромобілів від видобутку сировини для акумуляторів, складатиме щонайменше десятирічний процес. Це обмежує короткострокове скорочення сектора до 30% у 2030 році. Після 2030 року постачання електромобілів прискорять декарбонізацію. Всі нові автомобілі, зареєстровані з 2035 року, матимуть нульовий рівень викидів. А до 2045 року, понад 95% викидів транспорту зменшаться.

Технології, необхідні для декарбонізації будівельного сектору, серед яких теплоізоляція будинків і теплові помпи, вже широко доступні. Проте тривалі строки здійснення реконструкцій чи оновлень та потреба у кваліфікованій робочій силі обмежили темп змін. До 2030 року будівництво може лише зменшити викиди до 30%. Після 2030 року декарбонізація будівельного сектору стабільно триватиме, вимагаючи більш дорожчих заходів, таких як водень і біометанове опалення. Наприкінці 2040-х років цей сектор може досягти 95% декарбонізації.

З 2021 по 2030 роки промисловість може скоротити викиди на 35%. Щоб досягнути цілей на 2030 рік, промислові компанії

мають впроваджувати дорожчі декарбонізаційні технології, наприклад електричні котли та CCS, щоб скоротити викиди до 55%. Після 2040 року промисловість муситиме зменшити ще 40% своїх останніх, найдорожчих викидів. Зрештою викиди промисловості зменшаться на 95% до 2050 року.

До 2030 року лише 5% викидів від сільських господарств буде зменшено. Адже найефективніші шляхи скорочення викидів потребують змін у поведінці людини та інших подій, які потребують часу. Прогнозується зростання с/г діяльності в майбутньому, що також посилить проблему зменшення викидів. Сільськогосподарські ініціативи зменшать викиди вуглецю лише на 40% до 2050 року. Сектор однаково викидатиме 300 Мт CO₂ на рік без значного скорочення поголів'я худоби, яка вирощена для використання в їжі. [5]

ПРОЄКТИ, ЩО СТИМУЛЮЮТЬ ПЕРЕХІД НА ДЕКАРБОНІЗАЦІЮ ЄВРОПЕЙСЬКИЙ БІЗНЕС

Фермерська справа: організації, що представляють всі етапи ланцюжка створення вартості харчових продуктів, об'єдналися в межах нової амбітної ініціативи щодо декарбонізації європейської продовольчої системи, одночасно максимізуючи інші переваги, такі як здоров'я ґрунту та ініціативність фермерів. Ініціатива щодо створення Європейської коаліції вуглецевого фермерства для переходу до нетто-нульових, природно-позитивних продовольчих систем.

Сільське господарство в Європі сьогодні відповідає за 10% викидів парникових газів (ПГ), і перетворення цього сектора може стати значним внеском у реалізацію європейського плану досягнення нульового рівня викидів. Однією з ініціатив є проєкт «Carbon+ Farming Journey». Він буде заснований на підході, який орієнтується на фермерів. Партнери проєкту зосередяться на розширенні застосуван-

ня регенеративних та кліматично розумних методів ведення сільського господарства, виявленні перешкод на шляху їхнього впровадження, розробці рішень з економічними, практичними та екологічними перевагами для фермерів. Також буде здійснюватися робота з розробки фінансових інструментів для розширення можливостей фермерів в управлінні ризиками перехідного періоду та розробка рекомендацій з набором стимулів для фермерів.

Ґрунти світу є другим за величиною поглиначем вуглецю, поступаючись лише океанам. Існують переконливі наукові докази того, що технології на фермах у поєднанні з широким впровадженням регенеративних та кліматично розумних методів ведення сільського господарства – таких як нульове оброблення ґрунту, покривні культури та раціональне використання поживних речовин і гною – можуть знизити викиди парникових газів шляхом попередження, одночасно зменшуючи негативний вплив сільського господарства на клімат. Щоб здійснити цей перехід у широкому масштабі, сільськогосподарські та відповідні продовольчі системи мають розробити набір визнаних, науково обґрунтованих, технічно значущих практик та рішень для досягнення цілей ЄЗК. [6]

Європейський Союз постійно виділяє кошти у різноманітні галузі бізнесу для стимулювання переходу до декарбонізації. Наприклад, нещодавно ним було інвестовано понад 1,1 млрд євро в сім масштабних інноваційних проєктів у межах Innovation Fund (IF). Гранти підтримують проєкти, спрямовані на виведення на ринок проривних технологій в енергомістких галузях промисловості, водню, уловлювання, використання та зберігання вуглецю, а також відновлюваної енергії. Проєкти розташовані в Бельгії, Італії, Фінляндії, Франції, Нідерландах, Норвегії, Іспанії та Швеції. Відібрані проєкти охоплюють широкий спектр відповідних секторів для декар-

бонізації різних частин європейської промисловості та енергетичних секторів, таких як хімічна промисловість, сталь, цемент, нафтопереробні заводи, а також електроенергетика та тепло.

Енергомісткі галузі: проєкт у Швеції має на меті повністю виключити викиди парникових газів з виробництва сталі за допомогою використання відновлюваного водню в Гелліваре та Окселозунді. Інший проєкт у Фінляндії продемонструє два способи виробництва чистого водню на нафтопереробному заводі в Порвоо за допомогою відновлюваної енергії, уловлювання CO₂ та постійного зберігання його в Північному морі. У Франції проєкт буде вловлювати викиди на цементному заводі та частково зберігати CO₂ геологічно в Північному морі, а частково інтегрувати його в бетон.

Щоб зменшити викиди під час виробництва водню та хімічних речовин, проєкт у Бельгії розробить повний ланцюг уловлювання, транспортування та зберігання вуглецю в порту Антверпена.

Відновлювані джерела енергії: проєкт в Італії розробить пілотну лінію промислового масштабу для виробництва інноваційних та високоефективних фотоелектричних елементів у Катанії. Інший проєкт в Іспанії передбачає перетворення твердих побутових відходів, що не підлягають перероблюванню в Ель-Мореллі, на метанол, ключову хімічну речовину та низьковуглецеве паливо. Інший проєкт у Швеції створить повномасштабну установку для уловлювання та зберігання вуглецю з біоенергії на наявній комбінованій тепловій електростанції в Стокгольмі. [7]

ЯК GREEN DEAL БУДЕ ІНТЕГРУВАТИСЯ В УКРАЇНІ?

Декарбонізація для України — це поштовх до оновлення галузі, це можливість залучити фінансування та створити нові робочі місця, це зниження залежності від викопної та імпортованої сировини та пе-

рехід на локальні відновлювані джерела енергії. Наразі на частку енергетичного сектора припадає понад 40% викидів CO₂ в Україні — а тому він є найперспективнішим з погляду декарбонізації. Однак, щоб перейти від слів до справи, потрібні інвестиції. Наприклад, ЄС планує інвестувати в декарбонізацію щороку близько 1,8% свого ВВП.

За програмою «Горизонт Європа» у 2021-2027 роках ймовірний бюджет досліджень та інновацій може скласти понад 30 млрд євро. Це створює багаторічний стабільний попит на інновації у даному напрямку. Перелік тематик, що входять до ЄЗК дуже широкий і пов'язаний з докорінною трансформацією економіки, транспорту, енергетики, будівництва, сільського господарства та багато іншого. Прикладні фізичні сфери, сфери економічної теорії, менеджменту, соціальної трансформації, психології тощо потребуватимуть трансформації.

Також за програмою передбачається зниження використання пестицидів (на 25% - до 2030 року), добрив та антибіотиків у сільському господарстві (на 25% - до 2030 року), а також введення заборони на імпорту харчової продукції з ринків, де держави не дотримуються законодавства ЄС з охорони довкілля. [8]

Викиди у транспортному секторі мусять бути скорочені на 90% до 2050 року. Запланований максимальний перехід на транспортні засоби з нульовим показником викидів та таких, що поєднують у своєму функціонуванні електроенергію та водень.

Переорієнтація на швидкісний залізничний транспорт, мультимодальні перевезення, цифровізацію транспортної сфери, зміщення навантаження з автомобільних вантажних перевезень на залізничний та водний транспорт.

Також передбачає завершення розробки Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T), яка однозначно можлива лише

завдяки залученню до неї українських внутрішніх водних шляхів.

Необхідне також зниження рівня забруднення пластиком Чорного моря (83% морського сміття знайденого в Чорному морі, складає пластик). Важливо працювати над розширенням програм моніторингу сміття, включно з мікропластиком, який становить найсерйознішу загрозу для фауни й флори Чорного моря.

ВПЛИВ НА ЄС БОЙОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ

Європа істотно залежить від імпорту енергоносіїв з Росії (здебільшого це стосується Центральної та Східної Європи). Так за даними 2020 року імпорту природного газу становив близько 40% від загального споживання. Російське вторгнення в Україну спричинило зростання ціни на природний газ у шість разів: з 20 євро/МВт-год до приблизно 120 євро/МВт-год у період з березня 2021 року по березень 2022 року. Про це свідчать дані опубліковані Gas for Climate в березні поточного року.

Європа потребує термінових дій, щоб досягти незалежності від імпорту російської енергії. Сюди слід врахувати прискорений енергетичний перехід, який мінімізує негативний вплив на домогосподарства та компанії. Швидке збільшення використання відновлюваних газів (біометану та зеленого водню) є невіддільною частиною рішення, як це передбачено амбітним повідомленням REPowerEU Європейської комісії.

За ціни на природний газ 100 євро/МВт-год, витрати на виробництво «сірого» водню становлять близько 6 євро/кг, тоді як витрати на виробництво зеленого водню становлять від 4 до 7 євро/кг. Це свідчить про те, що відновлювані газу можуть бути конкурентоспроможними у короткостроковій перспективі, зменшуючи витрати на енергію для споживачів і компаній.

6 квітня 2022 року на зустрічі з міністром закордонних справ України Дмитром Кулебою виконавчий віцепрезидент Євро-

комісії Франс Тіммерманс запевнив, що Україна та ЄС «побудують спільне суверенне та стійке майбутнє за допомогою водню та біогазу».

Компанія Gas for Climate розробила план дій з 10 пунктів для швидкого впровадження цілей REPowerEU щодо відновлюваних газів. План дій пропонує заходи щодо розширення постачання відновлюваного газу та розвитку ринку, збільшення фінансування критичних технологій та оптимізації дозвільних процедур, а також управління інтеграцією біометану в наявні мережі природного газу та розвитком інтегрованої інфраструктури транспортування водню.

Більшість з цих дій можна й потрібно реалізувати вже до кінця 2022 року. Інші можуть бути повністю реалізовані лише до 2030 року, але вкрай важливо почати зараз. [9]

GREEN DEAL В УКРАЇНІ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Щодня війна завдає українській економіці великих збитків. Станом на 5 вересня 2022 року загальна сума прямих збитків інфраструктури сягає \$114.5 млрд за оцінками експертів Київської школи економіки [10], а втрати енергосектору зокрема від пошкодження 7 ТЕС та ГЕС оцінені на рівні \$101 млн. [11]. Станом на дату публікації дослідження, після атак на енергосистему України, близько 40% енергосистеми було зруйновано. Водночас Україна набуває значної підтримки від світової спільноти:

- Україна підписала з ЄС угоду про приєднання до міжнародної екологічної програми LIFE, бюджет якої на 2021-2027 роки на проекти з захисту довкілля становить 5,43 млрд євро. Про це повідомило Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України; [12]
- Швейцарія інвестуватиме в державні та приватні проекти зі скорочення викидів парникових газів у різних сферах

діяльності України – інфраструктури, будівництва, транспорту, енергетики. Відповідних домовленостей досягнуто між міністром довкілля Швейцарії Симонеттою Соммаругою та міністром захисту довкілля України Русланом Стрільцем під час Ukraine Recovery Conference у Лугано (Швейцарія); [13]

- Німеччина має намір відкрити в Україні бюро з водневої дипломатії для реалізації відповідних проєктів (за словами міністра закордонних справ Німеччини Анналени Бербок); [14]
- Європейська комісія ухвалила рішення щодо внесення атомної енергетики та природного газу до “Зеленої таксономії ЄС”. За словами міністра енергетики України Германа Галущенка: «Це означає, що українська енергетика стане більш вуглецево-нейтральною, а завдяки збільшенню експорту до Європи ми допоможемо декарбонізувати і європейський енергомікс»; [15]
- Національна комісія, що здійснює держрегулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), оприлюднила проєкт постанови про зниження вимог до молярної частини кисню в природному газі з 0,02 мол.% до 0,2 мол.% - для доступу біогазу до газотранспортної системи (ГТС) та до 1,0 мол.% – для доступу біогазу до газорозподільних систем (ГРС). Це дає поштовх для розвитку ринку біометану в Україні; [16]
- В Україні ухвалили рамковий закон «Про управління відходами». Це початок реформи, яка має запустити в країні європейські практики поводження зі сміттям. Наприклад, сортування та перероблення замість зберігання на полігонах, розширену відповідальність виробника (коли виробник зобов'язаний забезпечити повну утилізацію пакування свого товару), а також нові норми екологічної безпеки для сміттєзвалищ; [17]
- На зустрічі Ukrainian Employers Annual

Meeting представили Кліматичну платформу Федерації роботодавців України. [18]

GREEN DEAL ТА СТАТУС КАНДИДАТА В ЄС ДЛЯ УКРАЇНИ

Надання Україні статусу кандидата на вступ в ЄС закріпить історичний вибір нашої країни як європейської держави в політичному, економічному та ціннісному сенсах. Для держави в такому випадку відкривається новий етап реформ і модернізацій.

У **висновку** Єврокомісії визначаються пріоритетні реформи, які є важливими для початку переговорів про вступ до ЄС. Зокрема, в частині енергетики відзначено важливі кроки України до утворення конкурентних енергетичних ринків – анбандлінг та сертифікацію операторів магістральних мереж, структурну трансформацію ринків газу та електроенергії.

Війна диктує свої правила в усіх сферах життя, саме тому певні політичні пріоритети відходять на другий план, тоді, як інші набувають більш нагального значення. В енергетичному секторі як України, так і ЄС завданням номер один зараз є безпека постачання енергоносіїв. І часом задля здійснення цієї мети країни вдаються до заходів, що не відповідають іншим пріоритетам. Це стосується зокрема “зеленої” трансформації економіки: на час воєнного стану Україна легалізувала менш екологічне паливо стандартів Євро-3 та Євро-4, а Німеччина та інші країни заявили про готовність розконсервувати вугільні ТЕС. [19]

Під час експертної дискусії «Зелена енергетика для відновлення післявоєнної України» міністр енергетики Герман Галущенко заявив, що в повоєнному відновленні України зелена трансформація має бути в центрі уваги.

«Наша мета – побудувати 7,1 ГВт нових потужностей відновлюваних джерел енергії, переходячи на ринкові моделі сти-

мулювання зеленої енергетики, зокрема, зелені аукціони. Ми також плануємо на першому етапі встановити 750 МВт акумуляційних потужностей, що підвищить стабільність енергетичної системи», – зазначив він, додавши, що вагомий внесок в зелену трансформацію може зробити розвиток водневої енергетики.

«Отримавши статус кандидата на вступ до Європейського Союзу, ми маємо думати про досягнення цілей Європейської зеленої угоди одночасно з іншими державами ЄС», – підкреслив міністр.

Кандидатство на членство в ЄС, безумовно, стимулюватиме розвиток зеленої енергетики в Україні. [20]

ЕКОЛОГІЧНЕ ОПОДАТКУВАННЯ В УКРАЇНІ

Екологічний податок – це загальнодержавний обов’язковий платіж, що сплачується з фактичних обсягів різних викидів, скидів, розміщення відходів у довкіллі. **Ставка екоподатку за викиди двоокису вуглецю (CO₂) в Україні станом на зараз становить 30 грн/тонна.** З перших 500 тонн викидів CO₂ за рік екоподаток не сплачується. Це свідчить про те, що екоподаток сплачується з різниці між фактичним обсягом викидів та лімітом у 500 тонн. Якщо підприємство здійснює викиди забруднюючих речовин у розмірі 500 тонн і менше – екоподаток не сплачується взагалі; і якщо викиди CO₂ перебувають протягом року у межах 500 тонн і немає більше жодних викидів, то декларацію з екоподатку взагалі подавати не потрібно. [21]

Для речовин (сполук), що забруднюють, та на які не встановлено клас небезпечності й орієнтовно безпечний рівень впливу (крім двоокису вуглецю), ставки податку встановлюють як за викиди речовин, що забруднюють I класу небезпечності згідно з п. 243.2 ПКУ.

Клас небезпечності	Ставка податку, грн за 1 тону
I	18413,24
II	4216,92
III	628,32
IV	145,50

Ставки податку за викиди в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення речовин (сполук), що забруднюють які не увійшли до п. 243.1 ПКУ та на які встановлено клас небезпечності (п. 243.2 ПКУ).

Окрім того, зазначені ставки на податки, а вони зараз діють не повною мірою, зростатимуть впродовж років, і 2025 року становитимуть 100% ставок, зазначених у таблиці вище. (З 1 січня 2022 року до 31 грудня 2022 року включно, ставки податку становлять 30% ставок; з 1 січня 2023 року до 31 грудня 2023 року включно, ставки податку становити 60% ставок; з 1 січня 2024 року до 31 грудня 2024 року включно, ставки податку будуть становити 90% ставок). [22]

ЦИРКУЛЯРНА ЕКОНОМІКА В ЄС.

Ключовим пріоритетом ЄС є забезпечення в регіоні продажу безпечної для навколишнього середовища та здоров'я людей продукції.

Виробники, що експортують до Європейського Союзу, мусять забезпечити відповідність своєї продукції цим вимогам, щоб вийти на ринок.

Нові законодавчі ініціативи, опубліковані Європейською комісією, регулярно надаються для громадських консультацій на вебсайті ЄС «Ласкаво просимо висловитися» ("Welcome to Have your say").

Наприклад, існує план дій з кругової економіки (CEAP), який бере концепцію циркулярної економіки як відправну точку, щоб запропонувати загальні зрушення у товарній політиці Європейського Союзу.

Фундаментальна ідея полягає в тому, що

сировину, продукти та послуги можна й потрібно використовувати кілька разів – не тільки для початкового призначення, а й для інших цілей шляхом повторного використання та перероблювання.

Передбачено подальші законодавчі ініціативи щодо продуктів, які мають значний вплив на викиди в ЄС, зокрема щодо електроніки, інформаційних та комунікаційних технологій, акумуляторів, транспортних засобів, пакування, пластмас, текстилю, будівництва та будівель, харчових відходів та поживних речовин. Такі ініціативи необхідні для досягнення цілей скорочення відходів для всього Європейського Союзу і для запобігання експорту відходів до країн за межами ЄС.

Акумулятори. Директива 2006/66/ЕС поширюється на всі батареї та акумулятори, які розміщені на ринку ЄС, включно з автомобільними, промисловими та портативними накопичувачами. Вона спрямована на захист довкілля, обмежуючи продаж накопичувачів та акумуляторів, які містять ртуть або кадмій, а також заохочення збирання та перероблювання цих накопичувачів. Директива містить положення щодо маркування батарейок та можливості їхнього зняття з обладнання.

Електроніка

Електричне та електронне обладнання продовжує залишатися одним з найшвидше зростаючих потоків відходів у ЄС, з поточними темпами зростання у 2% на рік. За оцінками, в ЄС переробляється менш ніж 40% електронних відходів. Цінність електронних приладів втрачається, коли повністю або частково функціональні продукти викидають, адже вони не підлягають ремонту. Батарею не можна замінити, програмне забезпечення більше не підтримується або використані у пристроях матеріали не відновлюються. Приблизно двоє з трьох європейців хотіли б продовжувати користуватися своїми теперішніми цифровими пристроями довше за умови, що їхня продуктивність не буде значно знижена.

Пакування. Кількість матеріалів, що використовуються для пакування, постійно зростає. У 2017 році обсяг пакувальних відходів у Європі досяг рекордного рівня – 173 кг на одного жителя, що є найвищим показником за всю історію. Для того, щоб до 2030 року все пакування на ринку ЄС було придатне для повторного використання або перероблення економічно вигідним способом, Комісія переглядає Директиву 94/62/ЄС 27.

Пластик. Стратегія ЄС щодо використання пластмас у циркулярній економіці активізувала комплекс ініціатив, спрямованих на розв'язання проблеми, що викликає серйозне занепокоєння громадськості. Однак, оскільки передбачається, що протягом найближчих 20 років споживання пластмас подвоїться, Комісія впровадить додаткові цілеспрямовані заходи для розв'язання проблем із пластиком.

Текстиль. Текстиль посідає четверте місце з використання первинної сировини та води після харчових продуктів, житла й транспорту, і п'яте місце з викидів парникових газів. За оцінками, менш ніж 1% всього текстилю у світі переробляється на новий текстиль. Текстильний сектор ЄС, що складається переважно з малих та середніх підприємств, почав відновлюватися та збільшуватися, тоді як 60% одягу в ЄС (за вартістю) продовжує вироблятися в інших країнах.

Будівництво. Будівельне середовище суттєво впливає на багато галузей економіки, місцеві робочі місця та якість життя. Воно вимагає величезної кількості ресурсів і становить близько 50% всіх матеріалів, що видобуваються. На будівельний сектор припадає понад 35% загального обсягу відходів, що утворюються в ЄС. Викиди парникових газів від видобутку матеріалів, виробництва будівельної продукції, будівництва та реконструкції будівель оцінюються у 5-12% від загального

обсягу національних викидів парникових газів в країнах ЄС. Підвищення ефективності використання матеріалів може скоротити 80% цих викидів.

Їжа, вода та поживні речовини. Циркулярна економіка може значно знизити негативний вплив видобутку та використання ресурсів на навколишнє середовище й сприяти відновленню біорізноманіття та природного капіталу в Європі. Біологічні ресурси є ключовим внеском в економіку ЄС і в майбутньому відіграватимуть значнішу роль. ЄК буде прагнути забезпечення використання відновлюваних матеріалів на основі біоресурсів, зокрема через дії відповідно до Стратегії та Плану дій з біоекономіки. Хоча ланцюжок створення вартості харчових продуктів відповідає за значне навантаження на ресурси та навколишнє середовище, в ЄС втрачається або викидається приблизно 20% від загального обсягу вироблених харчових продуктів. Тому, згідно з Цілями сталого розвитку ООН та в межах перегляду Директиви 2008/98/ЄС 38, Комісія запропонує мету зі скорочення харчових відходів як ключову дію в межах майбутньої Стратегії ЄС «Від ферми до виделки», яка буде охоплювати весь ланцюжок створення вартості харчових продуктів. [23]

МЕХАНІЗМ ОПОДАТКУВАННЯ ТОВАРІВ З ВЕЛИКИМ ВИХОДОМ CO₂ ПРИ ЙОГО ВИРОБНИЦТВІ

Після багатьох років дискусій і дебатів Європейська комісія оприлюднила свої довгоочікувані плани, як змусити імпортерів та виробників, що не входять до ЄС, платити за викиди вуглецю. Це пов'язано з товарами та матеріалами, які вони продають в ЄС. Імпортери товарів з високим рівнем викидів мусять сплачувати збір, еквівалентний виробникам з ЄС, відповідно до норм щодо викидів вуглецю.

Станом на вересень 2021 року ціна вуглецю за тонну у EU ETS становить 62,45

євро та продовжує зростати.

Також запропоновано перший у світі механізм регулювання вуглецю на кордоні, що оподатковуватиме імпорт матеріалів, включно зі сталлю, алюмінієм та добривами, з країн та іноземних компаній зі слабкішими екологічними правилами. [24]

Концепція «карбонове ціноутворення» — це стягнення плати за кожну метричну тонну вуглекислого газу, що викидається промисловістю. Вона добре впроваджена в політику багатьох країн щодо клімату та сталого розвитку. Але механізм коригування вуглецевих кордонів ЄС, більш відомий як податок на рівень вуглецю, вперше почав застосовуватися до імпорту також.

Коли податок буде повністю запроваджено в січні 2026 року, найбільший початковий вплив матиме собівартість таких високовуглецевих ресурсів, як сталь, цемент, алюміній, хімічні речовини та електроенергія.

Імпортери з ЄС та виробники цих матеріалів, що не входять до ЄС, муситимуть сплачувати приблизно 75 євро за метричну тонну викидів CO₂ (тижневу середню ціну вуглецю в EU ETS). Це може підвищити вартість матеріалів, вироблених більш вуглецевими виробниками, такими як Китай та Індія, на 15-30% одразу. Й ефект буде посилюватися протягом наступних років: за прогнозами, ставка податку наблизиться до 100 євро за метричну тонну до 2030 року, і на цьому етапі, ймовірно, більше продуктів потраплять до її сфери.

ЩО ТАКЕ КАРБОНОВИЙ КРЕДИТ? ЯКІ Є МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ УКРАЇНИ?

Карбоновий кредит (залік) – дозвіл, що дає змогу власнику викинути певну кількість вуглекислого газу чи інших парникових газів. Один кредит дозволяє викид однієї тони вуглекислого газу або еквівалентної кількості інших парникових газів. Якщо компанія не може скоротити викиди CO₂ (наприклад, перейшовши на нові техно-

логії), вона може зменшувати їх, купуючи вуглецеві одиниці на ринку. Так компанія оплачує скорочення викидів або уловлювання CO₂ в інших місцях, компенсуючи цим власні.

Ринок карбонових кредитів та штрафи за перевищення дозволеного обсягу викидів CO₂ взаємозалежні. Загалом ринок формується тим швидше, що швидше зростають штрафи. Сьогодні обсяг глобального ринку вуглецевих заліків становить близько \$400 млн на рік. За результатами нещодавнього дослідження консалтингової агенції Carbon Direct, в офіційних реєстрах зафіксовано 1,1 млрд вуглецевих заліків.

Якщо є попит на вуглецеві заліки, виникає й пропозиція. Для заробітку необхідно реалізовувати проекти, у яких відбуватиметься так зване вилучення вуглекислого газу з повітря.

Найбільш логічно це робити за допомогою рослин. Однак тут не можна просто взяти в оренду або купити ділянку лісу, щоб вона приносила пасивний дохід. Загальносвітова вимога – діяти активно, спрямовуючи зусилля на збільшення поглинання CO₂. Найбільш поширені варіанти – відновлення лісів та озеленення земель, що деградували.

В Україні можливі й інші варіанти, причому продаж вуглецевих заліків тут буде лише одним з джерел доходу.

Наприклад, можна взяти в оренду (або навіть отримати безкоштовно) пустир, абсолютно непридатний для сільськогосподарських потреб. Далі засадити його будь-якою енергетичною культурою. Наприклад, прутоподібною вербою.

Можлива й інша модель такого бізнесу. Регресивні землі, які більше непридатні для сільського господарства, засаджують технічною коноплею. Вона росте швидше, ніж будь-які енергокультури. Відповідно, поглинання CO₂ набагато вище, більше налічується вуглецевих одиниць. Це добра нагода для розвитку нових напрямків бізнесу. [26] [27]

СТРАТЕГІЯ СТІЙКОЇ ТА РОЗУМНОЇ МОБІЛЬНОСТІ

У межах декарбонізації транспорту Європейська комісія представила Sustainable and Smart Mobility Strategy. В стратегії зазначено, що всі види транспорту мають стати більш стійкими, з широко доступними екологічно чистими альтернативами. Щоб транспорт став стійким, потрібне:

- Розширення використання транспортних засобів, суден та літаків з нульовим рівнем викидів, відновлюваного та низьковуглецевого палива та відповідної інфраструктури. Наприклад, шляхом встановлення 3 млн громадських зарядних станцій до 2030 року.
- Створення аеропортів та портів з нульовим рівнем викидів. Наприклад, завдяки новим ініціативам щодо просування сталого авіаційного та морського палива.
- Забезпечення здорової та стійкої міської та міської мобільності. Наприклад, шляхом подвоєння високошвидкісного залізничного сполучення та розвитку додаткової велосипедної інфраструктури протягом наступних 10 років.
- Стимулювання інновацій, використання даних та штучного інтелекту для більш розумної мобільності. Наприклад, шляхом повної підтримки розгортання дронів та безпілотних літальних апаратів, а також подальших дій щодо створення європейського загального простору даних про мобільність.
- Зміцнення єдиного ринку. Наприклад, шляхом активізації зусиль та інвестицій для завершення будівництва Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T) до 2030 року та надання підтримки сектору шляхом збільшення інвестицій, як державних, так і приватних, у модернізацію автопарків.
- Зробити мобільність доступною для всіх регіонів та груп населення, зокрема пасажирів з обмеженою рухливістю.

- Підвищити безпеку у всіх видах транспорту, зокрема шляхом зменшення кількості постраждалих учасників руху майже до нуля до 2050 року.

МЕХАНІЗМ ОПОДАТКУВАННЯ ЛОГІСТИКИ ТОВАРІВ

Використання дорожньої інфраструктури вантажними автомобілями регулюється за допомогою Директиви Eurovignette. Перегляд даного документа, який було подано вперше 2017 року Комісією, вступив у завершальну стадію процедури прийняття рішень та не є частиною пакета Fit for 55. У червні законодавці досягли угоди про перегляд.

Відповідно до угоди, дорожні збори, засновані на часі, будуть поступово скасовані для великовантажних автомобілів на основній мережі TEN-T (основні маршрути, якими здійснюється більша частина міжнародного транзиту комерційних автомобілів). До того ж, перегляд надає державам-членам можливість створити комбіновану систему стягування плати за проїзд великовантажних автомобілів, засновану як на тимчасових, так і на дистанційних елементах. Мета - забезпечити повну реалізацію принципів «користувач платить» і «забруднювач платить».

Декарбонізація великовантажного автомобільного транспорту також додатково стимулюється запровадженням нової системи варіювання дорожніх зборів на основі викидів CO₂.

Щодо легкових та малотоннажних автомобілів, на які припадає 75% викидів CO₂ автомобільного транспорту ЄС, то в межах пакету Fit for 55 ЄС вніс на розгляд перегляд постанови, що визначає норми викидів CO₂ для легкових автомобілів та мікроавтобусів. Наразі цілі зі зниження викидів CO₂ для легкових автомобілів встановлені на рівні 15% до 2025 року та 37,5% - до 2030 року.

Відносно 2021 року норми були підвищені для того, щоб гарантувати, що всі автомобілі, зареєстровані у 2035 році, матимуть

нульовий рівень викидів.

Відповідно до нових цілей, середні викиди нових автомобілів мають знизитися на 55% з 2030 року та на 100% з 2035 року відносно 2021 року. Це свідчить про те, що Європейська комісія не бачить двигуна внутрішнього згоряння в майбутньому європейського транспортного сектора.

В амбітному законодавчому пакеті, оголошеному в липні 2021 року в межах програми ЄЗК Європейська комісія вживає заходів щодо розширення чинного блоку EU ETS на інші сектори, включно з авіацією та морським судноплавством.

ЩО ЗАВАЖАЄ УКРАЇНСЬКОМУ БІЗНЕСУ?

Дані висновки були сформульовані на основі інтерв'ю з представниками бізнесу та з експертами з декарбонізації. На їхню думку головними бар'єрами імплементації декарбонізації в український бізнес є:

1. Недовіра інвесторів до українського нормативного поля.
2. Непідготовленість центральних органів виконавчої влади до розроблення нормативно-правового поля.
3. Слабка та корумпована судова влада.
4. Недостатня взаємодія вищих органів керівної влади з бізнесом.
5. Нестача професійних кадрів.
6. Нестача технологій.
7. Відсутність критеріїв та вимог до проєктування з урахуванням "зелених" пунктів та декарбонізації.



Зараз завдання бізнесу – зберегти бізнес, колектив та шукати можливості.

На думку респондентів-представників бізнесу, після війни Україну відновлюватимуть так, щоб повернути все на перший щабель базових потреб: забезпечити стабільність подачі енергоресурсів, відбудувати базову інфраструктуру, забезпечити переселенців житлом, встановити безпечні канали логістики тощо. Частина

респондентів також вважає, що наразі глобальне впровадження екологічних трендів у більшості галузей бізнесу не є пріоритетним, бо гроші підуть на відновлення, а не на переорієнтацію процесів (технологій).

Український бізнес адаптивний, готовий до змін та впровадження інновацій. Головний стимул - це економічна вигода у короткостроковій перспективі. Проте впровадження тих чи інших інновацій завжди потребує часу для окупності, що в нестійких політичних (економічних) умовах виступає бар'єром для більшості підприємців.

До списку проблем також можна додати консервативні звички, стереотипи та інерцію у поведінці споживачів і виробників. Небажання до змін зумовлене нерозумінням трендів, поганою обізнаністю щодо логіки процесів, недовірою до експертів (більшість з них є представниками держави).

Цитата з інтерв'ю: "Україна не може конкурувати з ЄС – у них зовсім інші умови щодо кредитування та бізнесу, набагато простіше реорганізовуватися. У нас ці технології стануть золотими".

Сюди слід додати екологічно шкідливі субсидії на видобуток копалин, занижені ціни на енергоресурси та побутові послуги, недооблік використання природного капіталу в системі національних рахунків та фінансової звітності компаній, конкуренція впровадженню чистіших технологій з боку дешевих традиційних технологій, нерозвиненість ринків для зелених товарів; суперечливість інструментів державної екологічної та економічної політики.

Фінансування.

Якщо на дослідження гроші виділяють, то на технології майже ні. Зараз колір будь-яких інвестицій – зелений. Наявність «зеленого компонента» в інвестиційному проєкті обов'язково враховується інвесторами. На думку експертів, український бізнес це розуміє дуже поверхово.

В умовах і вимогах до українських проєктів також відсутні «зелені» пункти та декарбонізація. Тож насамперед треба працювати над розробкою документів, що регулюватимуть ступінь проєктування продуктів, починаючи від використання матеріалів, з утилізацією та переробленням надалі.

На думку респондентів-представників бізнесу, українська влада приймає всі довгострокові зобов'язання, усвідомлюючи, що не їй їх виконувати. Зі сторони бізнесу зміни у законодавстві будуть сприйматися негативно, бо виконання зобов'язань залежатиме лише від однієї сторони, без належного регулювання та впровадження з боку держави. Комерційний сектор орієнтується на свої ринки споживання, на вартість сировини та вартість енергії, а також на вимоги своїх партнерів і поставальників, та на глобальні тренди. Для них держава – це фіскальний тиск. І це не є фактом зміни бізнес-стратегії. Є зовнішнє середовище, а є вартість інвестицій і все зводиться до цього. Тому що навіть доступність технологій – це вартість інвестицій.

Український бізнес не дуже розуміє, як можна залучати грантові, фондові гроші та як з ними працювати. Питання також у тому, щоб переорієнтувати розуміння, якими фінансовими інструментами можна будувати ті чи інші зміни, і хто може бути бенефіціаром таких змін. У сприйнятті українського бізнесу ними можуть бути самі підприємці чи інвестори. А у сприйнятті європейського бізнесу бенефіціарами можуть бути громада, поселення, держава.

Також в інтерв'ю з представниками біз-

несу згадується «любов» до освоєння європейських грошей, як один з головних бар'єрів застосування будь-яких екотрендів в Україні.*¹

Звичайному бізнесу не завжди вдається долучитися до них через корупційну складову. Тут може стати в пригоді діджиталізація, робота Дії, наприклад. Цифрова держава суттєво зменшує корупцію.

Проблеми з кадрами не є першочерговими, та вони потребують часу для вирішення. Підсумуємо думку респондентів-представників бізнесу й експертів про це:

1. Спеціалістів необхідно виховувати. Персонал треба готувати. Ті, хто працює зараз, дуже грамотні, мають навички самоосвіти. Вони добре працюють, але відсутня система професійної підготовки.
2. Студенти. З ними також треба працювати, спілкуватися, брати магістерські проєкти і навчати їх до готового фахівця конкретного фахового напрямку. Наприклад, вже зараз 11 університетів, Нафтогаз та Державна паливна компанія МАСМА підготували меморандум щодо підготовки кадрів для альтернативної енергетики, погодили його в лютому, та через війну проєкт відкладено. Також через війну за кордон виїхало багато студентів. Існує ризик, що вони не повернуться в Україну.
3. Кадри, які зараз є в державних інститутах потрібно перекваліфіковувати. Серед них, звісно, є ті, кому це не буде цікаво через вік, але є й люди середнього віку, які радо навчатимуться.
4. В невеликому обсязі, але має бути залучення кадрів з-за кордону для обміну досвідом.

Обмін досвідом – це завжди плюс і користь, це потрібно робити, незалежно від наявності власних експертів. Потрібно більше розуміти, що відбувається у світі. Як організовані ті чи інші проєкти, на що звертати увагу, як правильно визначати ефективність проєктів тощо. Також, части-

¹ Дані висновки були сформульовані на основі інтерв'ю з представниками бізнесу та з експертами по декарбонізації.

на респондентів вважає, що у європейців колосальний досвід у консалтингу, розрахунках проєктів, але, за спостереженнями та досвідом експертів, технічної експертності в українців більше. В Україні багато технічних фахівців з проблемою – комплекс меншовартості. Якщо розробити комфортну форму взаємодії європейських компаній та інституцій з компаніями та технічними фахівцями, може вийти добрий результат та добра синергія.

Експерти зазначають, що разом з фахівцями країні не вистачає технологій як покупних, які можна привезти та впровадити, так і своїх, розроблених до деталізації. Зараз є напрацювання у галузі фізики та хімії, що допомагають виконувати прості процеси. Але створити технологію, дієве виробництво на кшталт заводу чи електростанції, яке вироблятиме енергію, наприклад, з відходів – це величезний процес, що включає також розробку цілого логістичного ланцюга. Це питання генеральної лінії держави. Держава має підтримувати певні ініціативи, і це має бути відображено в цифрах.

ТРЕНДИ У СФЕРІ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ

Викиди вуглецю в атмосферу продовжують зростати, тому компанії та уряди беруть на себе нові зобов'язання для досягнення амбітних цілей щодо нульового викиду шкідливих речовин, щоб задовольнити потреби споживачів, інвесторів та громадян, які хочуть досягти прогресу у боротьбі зі зміною клімату. Ці глобальні зусилля створюють вибух можливостей у різних технологіях.

Пряме повітряне захоплення (Direct Air Capture - DAC). DAC пропонує спосіб видалення CO₂ з атмосфери. Видалення CO₂ з навколишнього повітря ускладнено, оскільки в повітрі міститься не більше 0,01% концентрації CO₂, яке є в димових газах від промислових точкових джерел. Кілька компаній інвестують у DAC з метою досягнення витрат на уловлювання від 100 до 150 доларів США за тону CO₂ до 2030 року, що на 60–80% менше, ніж у сьогоdnішніх пілотних проєктах. Недорогий DAC у поєднанні з дешевим воднем може забезпечити виробництво вуглецево-нейтрального електронного палива у найближчій та середньостроковій перспективі.

Біоенергетика з уловлюванням та зберіганням вуглецю (Bioenergy with carbon capture and storage - BECCS). Термін експлуатації багатьох електростанцій, що працюють на викопному паливі, ще не закінчився. Відключення заводів до завершення терміну їхньої експлуатації обтяжить комунальні підприємства проблемними активами. Але цінність цих активів можна зберегти, перевівши їх на використання біомаси як відновлюваного палива. Долучення обладнання CCS до біоенергетичного заводу дозволяє йому виробляти від'ємні викиди: зростаючи, біомаса поглинає CO₂, а коли вона спалюється, система CCS запобігає потраплянню CO₂ в атмосферу.

Біовугілля. Біовугілля – це стабільний вуглеподібний матеріал, отриманий шляхом перероблення відходів біомаси, таких як пожнивні залишки, шляхом піролізу або газифікації. Додавання біовугілля в ґрунт може покращити здоров'я ґрунту та продуктивність сільського господарства, відкриваючи двері для використання у великомасштабному сільському господарстві. Така практика може до 2050 року вловлювати майже 2 гігатонни CO₂ на рік. Рівень застосування залежатиме від результатів комерційних експериментів у наступному десятилітті. [28]

Бетон, збагачений CO₂. Бетон складається з двох основних компонентів: цементу - «клей», який скріплює бетон; і заповнювача - це пісок або щебінь, що становлять більшу частину маси бетону. Обидва мають великий вуглецевий слід, але компанії працюють над рішеннями, які вловлювали б CO₂ у бетоні. Технології додавання CO₂ як інгредієнту до цементу можуть скоротити викиди до 70% і зробити цемент міцнішим. Нові процеси можуть поєднувати уловлений CO₂ з промисловими відходами, такими як летюча зола, сталеливарний шлак і регенерований цемент. Мета - створення штучних каменів для використання замість природного заповнювача.

«Рожевий» водень – це джерело енергії, яке одержують з ядерної енергії. Виробники електроенергії використовують ядерну енергію для живлення процесу електролізу, поділяючи воду на водень та кисень. Його можна зберігати як потенційну електрику або перетворювати безпосередньо для підтримання мережі. Фахівці у галузі енергетики визначають стійкість «рожевого» водню. Екологічною перевагою ядерної енергії є скорочення викидів. Ресурс не викидає парникових газів в атмосферу під час виробництва електроенергії. Атомна енергетика також надає суспільству альтернативу викопному паливу, сприяючи мінімізації викидів

CO₂. Також перевагою рожевого водню є його доступність. Ядерна енергія є дешевим джерелом енергії і дешевшою, ніж відновлювана енергія. Виробники, які отримують водень з ядерних джерел, створюють конкурентоспроможне за вартістю джерело енергії. Енергетичні компанії Uniper і Fortum розвивають більш стійку атомну енергетику, перепрофілюючи старі реактори для водню. [29]

Плавучі офшорні вітряки. Технологія стане новою «змінною» зі значним потенціалом потужності в регіонах з хорошими вітровими ресурсами у Європі, Азіатсько-Тихоокеанському регіоні та Сполучених Штатах. Однак темпи глобального будівництва будуть залежати від рівня дозвільної діяльності та від того, наскільки швидко буде побудовано достатній спеціалізований ланцюг постачання. У 2021 році плавуча офшорна вітрова промисловість досягла нової віхи зі введення в експлуатацію найбільшого у світі проєкту Kincardine потужністю 50 МВт біля узбережжя Шотландії. [30]

Інгібітори метану. Компанії розробляють кормові добавки та замінники, які пригнічують вироблення метану шляхом зміни процесів травлення тварин. Випробування показали, що вони можуть знизити викиди метану на 30-50 відсотків. Пропіонатні прекурсори — клас вільних кислот або солей, таких як акрилат натрію або фумарат натрію. Вони показали себе такими, що пригнічують викиди метану великої рогатою худобою, не впливаючи на ріст тварин — і один з таких прекурсорів увійшов до процесу схвалення в ЄС.

Виробництво аміаку. Це одне з найбільш перспективних короткострокових застосувань низьковуглецевого водню. «Зелений» аміак, вироблений з використанням «зеленого» водню, має бути першим різновидом, який відповідатиме вартості звичайного виробництва аміаку. Водень

також відносно легко інтегрувати у виробництво аміаку, тому потрібна менша допоміжна інфраструктура. Аміак можна використовувати як паливо або як «вектор» для транспортування водню. [28]

Clean Sky 2. Програма, що спрямована на розробку чистіших технологій повітряного транспорту для якнайшвидшого розгортання. Це означає інтеграцію, демонстрацію та перевірку технологій, здатних знизити викиди CO₂, NO_x та шуму на 20-30% порівняно з «сучасними» літаками, що надходять в експлуатацію з 2014 року. Крім покращення впливу авіаційних технологій на навколишнє середовище, які пов'язані з малою авіацією, метою Clean Sky 2 також є розвиток сильної та конкурентоспроможної на глобальному рівні авіаційної галузі та ланцюжка постачання у Європі. [31]

ЯКІ Є ДЖЕРЕЛА З ОБМІНУ ДОСВІДОМ?

Ukraine Recovery Conference (URC) – щорічна конференція з питань реформ в Україні. Мета URC – представити прогрес, досягнутий Україною, висловити підтримку міжнародним партнерам, а всім зацікавленим сторонам – розглянути, які кроки слід зробити надалі для просування процесу реформ.

Low Carbon Ukraine. Місією проєкту є постійна підтримка уряду України шляхом підготовки необхідного аналізу та пропозицій. Мета - стимулювання переходу до низьковуглецевої економіки. Даний проєкт є частиною Міжнародної кліматичної ініціативи (IKI) й фінансується Федеральним міністерством з питань довкілля, збереження природи та радіаційної безпеки (відповідно до рішення Бундестагу ФРН). Проєкт реалізується компанією **BE Berlin Economics GmbH**.

DiXi Group є аналітичним центром (think-tank), заснованим 2008 року в Києві. Його метою є дослідження та консультації щодо інформаційної політики, енергетики, безпеки та інвестицій. Члени Наглядової ради DiXi Group зустрілися 1 квітня 2022 року, щоб підкреслити необхідність посилення підтримки України в енергетичному секторі, визначити негайні кроки для забезпечення міцнішої енергетичної безпеки та стійкості в короткостроковій перспективі й обговорити пріоритети для відновлення України в післявоєнний період.

Business Decarbonisation Dialogue – відкритий діалог для обговорення максимально швидких рішень для зменшення викидів. Учасники діляться досвідом щодо збалансованого та стійкого розвитку, передових методів прискорення переходу до нульового викиду вуглецю та про розробку відновлюваних підходів до нульового викиду вуглецю в бізнесі й за

його межами.

Exploration&Production Consulting (EXPRO) – консалтингова компанія, яка тримає в фокусі розвиток нафтогазової та енергетичної галузей України. Компанія оперативно висвітлює найбільш важливі події на ринках та проводить заходи для обговорення сучасних технологій.

GREEN ECONOMIC RECOVERY FORUM - форум спрямований на інформування та консультування бізнесу щодо збільшення спроможності промисловості до екомодернізації, енергоефективності, green recovery під час війни.

ПОВОЄННА ВІДБУДОВА УКРАЇНИ

Очевидно, що післявоєнний план відновлення України має ґрунтуватися на певних принципах, дотримання яких дозволить вивести економіку на рівень передових країн світу. Зокрема, зменшить її енергомісткість та підвищить енергоефективність. [32]

Як основу для реконструкції та подальшого сталого розвитку сучасної «зеленої» економіки Україні необхідно побудувати власну нову промислову базу та засоби виробництва, що не будуть спиратися на викопне паливо. Загалом програма відбудови постраждалих регіонів має включати:

- Заборону ремонту пошкоджених будівель та споруд (житлові, громадські, заклади охорони здоров'я та навчальні заклади), а також нового будівництва з втратами енергії під час експлуатації вище, ніж це передбачено європейськими правилами й нормативами.
- Надання фінансової допомоги для відновлення та запуску виробництв, що відповідають критеріям ЄЗК, тобто використовують новітні технології (наприклад, електротермічний спосіб виплавляння сталі замість мартенівського виробництва), відмовляються від вугілля та мінімізують використання

природного газу в технологічних процесах, використовують відновлювані джерела енергії та енергетичні продукти з низьким рівнем викидів CO₂. Відновлення енергогенерувальних об'єктів з дотриманням принципів ЄЗК: відмова від вугілля, зниження викидів CO₂, використання відновлюваних джерел енергії. Зокрема, відходів, водню тощо.

- Відмову від традиційного палива для комунального транспорту. На заміну йому в міста має прийти електротранспорт і транспорт, що працює на біопаливі, водні. Для реалізації цього пункту необхідно буде також створити мережі електрозарядних станцій для комунального та приватного електротранспорту.

ЩО СТИМУЛЮЄ ТА ДОПОМАГАЄ?

Приєднання до Європейського «зеленого переходу» надасть Україні багато можливостей. По-перше, це індивідуальний підхід до умов декарбонізації економіки. По-друге, це дозволить уникнути бар'єрів під час експорту до ЄС. Це актуально в межах дискусії про запровадження спеціального фіскального інструменту (СВАМ), який перешкоджатиме експорту вуглецевої продукції. По-третє, це передбачає відкриття джерел фінансування.

Майже всі респонденти-експерти впевнені, що за умов підтримки держави, активні й ініціативні бізнесмени почнуть діяти в даному напрямку.

Спрацює не тиск, а заохочення.

З основних стимулів респонденти також відзначили наступні:

- впровадження більш справедливих цін та податків, що стимулюють заощадження обмежених природних ресурсів;
- запровадження більш жорстких екологічних стандартів та технічних регламентів використання матеріальних (енергетичних) ресурсів на виробни-

цтві та у побуті;

- впровадження документів, які регулюватимуть ступінь проектування продуктів, починаючи від використання матеріалів, з подальшою утилізацією та переробленням, таким чином відстежуючи повний їхній цикл та контролюючи карбоновий слід.
- розвиток фінансових механізмів, що стимулюють екоінновації та розробки, комерціалізації та поширення використання чистіших технологій;
- фінансова, нормативна та інформаційна підтримка створення розумної міської, енергетичної, транспортної, комунікаційної, соціальної інфраструктури;
- заохочення добровільного приєднання бізнесу до стандартів корпоративної соціальної відповідальності, винагороди переможцям конкурсів якості тощо.

ЯКІ ІСНУЮТЬ ПРОГРАМИ ПІДТРИМКИ ТА ІНВЕСТИЦІЙ? ПРОГРАМИ РОЗВИТКУ ТА ДЕРЖАВНІ ПРОГРАМИ.

«Ініціатива з розвитку екологічної політики й адвокації в Україні» (EPAIU)

спрямована на розвиток громадських організацій, які працюють в екологічній сфері – інституційно спроможних, з добросовісним управлінням, підзвітних та визнаних в екологічній спільноті – які зможуть сприяти реформам в Україні, виконанню відповідних положень Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, виконанню інших міжнародних домовленостей України через впровадження екологічних політик та здійснення адвокаційних заходів на захист довкілля. Ініціатива виконується за підтримки Швеції.

Transformative Carbon Asset Facility (TCAF) — це трастовий фонд Світового банку, який підтримує зусилля країн з впровадження ринкових цін на викид вуглецю та створенню умов для інвестицій приватного сектора в низьковуглецеві технології.

Європейський інвестиційний банк і **Solas Capital** об'єднують зусилля для інвестування в енергоефективність будівель по всьому Європейському Союзу.

Урядова програма «єРобота» у державному порталі Дія надає можливість отримати безповоротні гранти до 250 тисяч гривень на запуск нового бізнесу. Зокрема гранти на вирощування саду, переробне підприємство або стартап.

Будь-який українець, що має бізнес-план, і тверді наміри розпочати власну справу, може розраховувати на підтримку держави.

The Innovation Fund (IF) надасть підтримку в розмірі близько 10 млрд євро протягом 2020–2030 років для комерційної демонстрації інноваційних низьковуглецевих технологій з виведенням на ринкові промислові цілі для декарбонізації Європи та підтримки її переходу до кліматичної нейтральності.



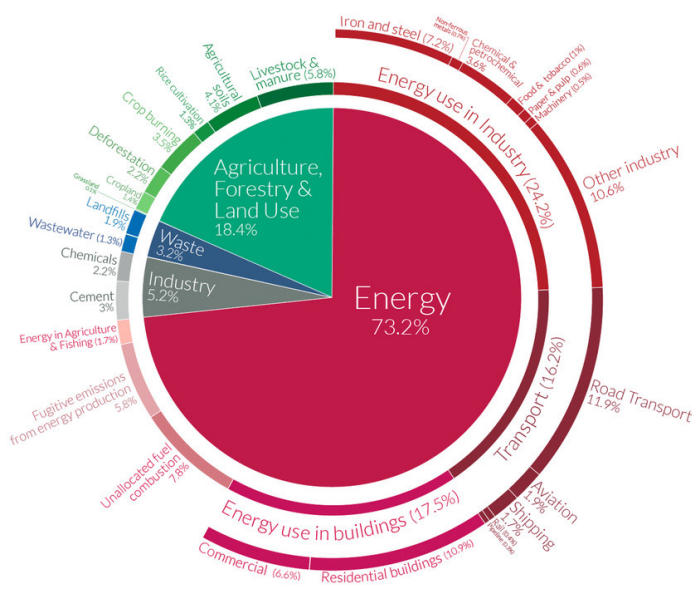
**ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ:
ТЕХНОЛОГІЇ, РІШЕННЯ,
УСПІШНІ КЕЙСИ, LOOK
FORWARD – МОЖЛИВОСТІ
ДЛЯ ОКРЕМИХ ІНДУСТРІЙ**

ВИКИДИ CO₂ ТА ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ЗА СЕКТОРАМИ

за даними ourworldindata.org [1]

Дана діаграма демонструє розподіл глобальних викидів парникових газів у 2016 році.² Це остання розбивка глобальних викидів за секторами, опублікована Climate Watch та World Resources Institute.

Загальна картина полягає в тому, що майже три чверті викидів походять від використання енергії; майже п'ята частина від сільського господарства та землекористування (частка зростає до однієї чверті, якщо розглядати продовольчу систему загалом – включно з перероблюванням, пакуванням, транспортуванням та роздрібною торгівлею); а решта 8% - промисловість і відходи.



Мал. 5.1 Викиди за секторами від ourworldindata.org

Енергетика (електрика, тепло і транспорт): 73,2%.

Використання енергії в промисловості: 24,2%.

Залізо і сталь (7,2%): енергетичні викиди при виробництві заліза і сталі.

Хімічна і нафтохімічна промисловість (3,6%): енергетичні викиди при виробни-

цтві добрив, фармацевтичних препаратів, видобутку нафти та газу тощо.

Харчові продукти та тютюн (1%): енергетичні викиди при виробництві тютюнових виробів і харчової промисловості (перетворення сирих сільськогосподарських продуктів на їхні кінцеві продукти).

Кольорові метали: (0,7%): кольорові метали — це метали, які містять дуже мало заліза: сюди входять алюміній, мідь, свинець, нікель, олово, титан і цинк, а також такі сплави, як латунь. Виробництво цих металів вимагає енергії, що призводить до викидів.

Папір і целюлоза (0,6%): енергетичні викиди при перероблюванні деревини на папір і целюлозу.

Машинобудування (0,5%): енергетичні викиди від виробництва машин для споживачів, галузі та більшості інших підприємств економіки.

Інша промисловість (10,6%): викиди пов'язані з енергетикою від виробництва в інших галузях, включно з гірничодобувною промисловістю та розробкою кар'єрів, будівництвом, текстильною промисловістю, виробами з дерева і транспортним устаткуванням (наприклад, виробництво автомобілів).

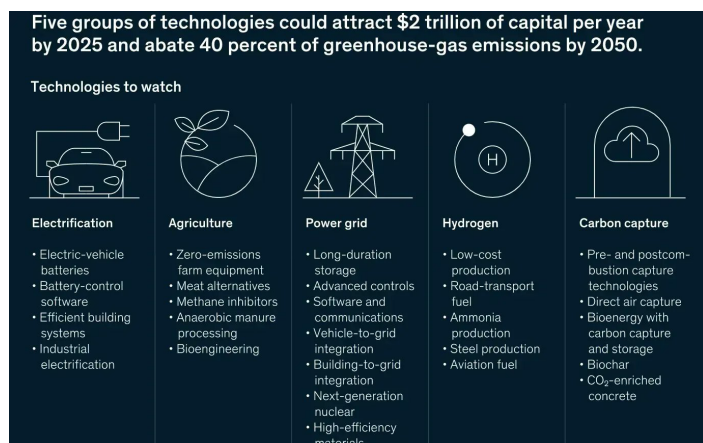
Нові технології є важливою частиною світового набору інструментів на шляху до декарбонізації. Проте не всі вони є оптимальними з позиції витрат.

Дослідження McKinsey «Як Європейський Союз може досягти нульових викидів за нульових витрат» свідчить про те, що кліматичні технології, які вже є зрілими, можуть за умов широкого розгортання, забезпечити приблизно 60 відсотків скорочення викидів, необхідних для стабілізації клімату до 2050 року.

² це найновіші дані, доступні на момент написання статті (вересень 2020 року).

П'ять перспективних галузей технологій для декарбонізації [2]:

- електрифікація транспорту, будівель та промисловості;
- початок наступної «зеленої революції» в сільському господарстві;
- реконструкція електромережі для постачання чистої електроенергії;
- використання водню;
- розширення вловлювання, використання та зберігання вуглецю.



Мал. 5.2. П'ять перспективних областей технологій для декарбонізації.

A hand is shown holding a glowing, fiery Earth. The Earth is surrounded by several circular icons representing different energy sources: a gas pump, a sun, a flame, a wind turbine, a solar panel, a water drop with a leaf, an oil pumpjack, and a lightning bolt. The background is a dark space with stars.

ЕНЕРГЕТИКА

ТЕХНОЛОГІЇ Є КЛЮЧЕМ ДО ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ, А ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ Є НАЙБІЛЬШИМ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ІНСТРУМЕНТОМ, ЩО СПРИЯЄ СКОРОЧЕННЮ ВИКИДІВ.

Здобуття чистого нуля

Найбільші проблеми й можливості, з якими стикаються лідери галузі під час планування та реалізації своїх стратегій декарбонізації.

Результати дослідження Reuters Events i Deloitte Global Energy Transition Trends 2022 відображають відповіді понад 2800 фахівців з корпорацій всіх секторів, розмірів і географічних регіонів, щоб висвітлити ці найактуальніші проблеми. [3]

Результати дослідження демонструють, що саме електрифікація буде ключем до розблокування та прискорення енергетичного переходу. Також було досягнуто консенсусу в тому, що технологія уловлювання вуглецю, яка посідає провідне місце в більшості останніх проєктів з досягнення декарбонізації, не буде комерційно життєздатною без ціни на вуглець. Її досі немає на багатьох великих енергетичних ринках. **До того ж, понад 69% респондентів повністю або певною мірою погодилися з ідеєю про те, що водень більше впливатиме на декарбонізацію промислових секторів, ніж на енергетику.**

Це наслідок настрої експертів галузі, які висловили заклопотаність тим, що низьковуглецевий водень слід використовувати лише для зниження викидів в тих галузях, де електрифікація є надзвичайно складною.

Три технології, які, на думку опитаних, найбільше вплинуть на швидкість енергетичного переходу до 2030 року:

- сонячна енергія (її назвали найважливішою 25% вибірки);
- вітер (15%);
- уловлювання і зберігання вуглецю (14%).

Повна декарбонізація енергетичного сектора потребує різко знизити використання заводів, які працюють на викопному

паливі (до 4–6 відсотків). Кожен ринок також муситиме зменшити свої викиди вуглецю, ймовірно, за допомогою біопалива, технології P2H2P або шляхом пошуку додаткових компенсацій.

Деякі наявні технології, які можуть допомогти ринкам скоротити розрив і побудувати 100-відсотково декарбонізовану енергосистему [2]:

Біопаливо.

Біопаливо, таке як звалищний газ і біометан, є відновлюваною енергією з нульовим викидом вуглецю. Проте ці технології дорогі, а їхня пропозиція обмежена. Тож у більшості випадків вони можуть служити лише частиною рішення.

Уловлювання, використання та зберігання вуглецю (Carbon Capture, Utilisation and Storage - CCUS).

CCUS означає вловлювання викидів парникових газів, які утворюються внаслідок спалювання викопного палива, а далі або використання CO₂ для інших процесів, таких як підвищення видобутку нафти, або його зберігання в безпечному місці. У глибоких скельних утвореннях, наприклад. Доведено, що CCUS є дієвим методом, проте дуже дорогим. Зменшення його вартості вимагатиме пошуку та впровадження технологічних удосконалень і досягнення ефективності масштабу.

До того ж, CCUS не може охопити кожну молекулу вуглецю, тому для досягнення 100-відсоткової декарбонізації знадобляться інші технології. CCUS, ймовірно, найкраще працюватиме на суттєво взаємопов'язаних ринках, де простір для відновлюваних джерел енергії є цінним, чиста енергія має цінність у більшій географії, а станції CCUS можуть працювати з повною або майже повною завантаженистю.

Power-to-Hydrogen-to-Power (P2H2P).

Технологія P2H2P передбачає викори-

стання надлишку електроенергії для виробництва водню, який можна зберігати в газовій мережі, а потім знову перетворювати на електроенергію. «Чистий газ», створений за допомогою технології $P2H2P$, забезпечує надзвичайно тривале зберігання — тижні чи навіть місяці. Та це також дорого й неефективно. Десять мегават-годин виробленої електроенергії на початку утворюють близько трьох мегават-годин корисної енергії до того моменту, коли вони знову перетворюються на електроенергію для споживання. Проте, якщо існує попит на чистий газ поза енергетичним сектором, гнучкість, яку забезпечує технологія $P2H2P$, може значною мірою сприяти інтеграції переривчастих відновлюваних джерел енергії.

ВОДНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Хоча водень є одним з найпоширеніших елементів на землі, у чистому вигляді він рідко зустрічається. Вилучення водню з його сполук вимагає великих витрат енергії. Ці джерела енергії можуть бути різноманітними, найпопулярнішим методом виробництва водню є інтенсивне використання вуглекислого газу. Більша частина світового виробництва водню складається з **«сірого водню»**, **здобутого завдяки паровій конверсії метану (steam-methane reforming - SMR)**, який утворює водень і вуглекислий газ. На відміну від цього, термін **«блакитний водень»** зарезервовано для виробництва водню, яке передбачає **уловлювання та використання вуглецю або зберігання викидного вуглекислого газу**. До того ж, **енергоємний електроліз води** є ще одним процесом виробництва водню та єдиним вуглецево-нейтральним методом (за умови використання відновлюваних джерел енергії). Цей продукт відомий як **«зелений водень»**.

Як первинне джерело електроенергії може бути використано надлишкову електроенергію відновлюваних джерел або ж пікову енергію традиційних станцій.

Саме «зелену» водневу енергетику, яка генерується завдяки відновлювальним джерелам енергії, визнали найкращим рішенням для збереження планети.

Основна перевага водню в тому, що його горіння не утворює вуглекислого газу. Це альтернатива усьому традиційному паливу. У липні 2020 року Європейський союз ухвалив власну «Водневу стратегію» [4]. На думку президента Енергетичної асоціації «Українська воднева рада» Олександра Рєпкіна, за такою стратегією Україна стає унікальним партнером у виробництві та постачанні водню, зокрема до Німеччини [5].

Ще один важливий момент — зберігання водню. Потрібно створювати енергоакумулюючі системи на основі відновлюваних джерел енергії. Зокрема, у важкодоступних для подачі електроенергії районах, що мають найбільший потенціал до ВДЕ. Водень може зберігатися у стисненому або рідкому стані, а також в гідридах металів. Найбільш вигідний варіант зберігання і транспортування водню як домішка до природного газу через наявні системи трубопроводу. Такий метод може забезпечити наповнення української газотранспортної системи, водночас підвищивши якість та екологічність газового палива.

ДОВГОСТРОКОВЕ ЗБЕРІГАННЯ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ВІДНОВЛЮВАНОЇ МЕРЕЖІ - LDES [6]

Зростання частки відновлюваних джерел енергії в енергоміксі спричиняє нові виклики. Не останніми з них є структурні навантаження на чинну інфраструктуру виробництва, передачу та розподіл електроенергії, що створені новими потоками електроенергії та властивою мінливістю відновлюваних джерел енергії. Це включає потенційні дисбаланси в попиті та пропозиції, зміни в схемах передачі електроенергії.

Одна з відповідей, що досліджена в ново-

му галузевому звіті з ідеями та аналізом від McKinsey — **довгострокове зберігання енергії (long-duration energy storage - LDES)**. Звіт сформовано Радою LDES. Він базується на більш ніж 10 000 даних про витрати та продуктивність компаній-членів Ради з технологій. У звіті Ради йдеться про те, що своєчасний розвиток довгострокового ринку накопичення енергії за підтримки уряду дозволить енергетичній системі функціонувати безперебійно з великою часткою електроенергії, що надходить з відновлюваних джерел, і таким чином здійснить значний внесок у декарбонізацію економіки.

LDES охоплює групу звичайних і нових технологій, включно з механічними, термічними, електрохімічними та хімічними накопичувачами, які можуть бути конкурентоспроможними для зберігання енергії протягом тривалих періодів часу та економічно розширеними для підтримки постачання електроенергії протягом днів або навіть тижнів. Вони можуть забезпечити гнучкість системи, тобто здатність поглинати та керувати коливаннями попиту та пропозиції, накопичуючи енергію в моменти надлишку та вивільняючи її за потреби. Він пропонує спосіб інтеграції та забезпечення гнучкості всієї енергетичної системи, що включає електроенергію, тепло, водень та інші форми енергії.

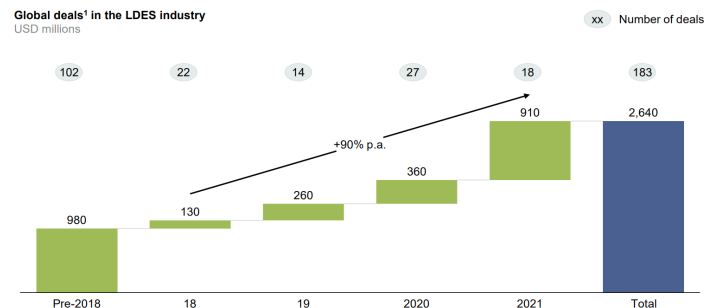
Різноманітні новітні технології LDES перебувають на різних рівнях зрілості та готовності до ринку, але вони привертають безпрецедентний інтерес з боку урядів, комунальних підприємств та операторів системи передачі, а інвестиції в сектор швидко зростають.

Моделювання McKinsey для дослідження показує, що до 2040 року LDES має потенціал для розгортання від 1,5 до 2,5 терават (ТВт) потужності електроенергії, тобто у 8-15 разів більше, ніж загальна потужність зберігання енергії, яка розгортається сьогодні у всьому світі.

Водночас, до 2040 року може бути розгорнуто від 85 до 140 терават-годин (ТВт-

год) енергетичних потужностей LDES, що допоможе у зберіганні до 10 відсотків усієї спожитої електроенергії. Це відповідає кумулятивним інвестиціям від 1,5 трлн до 3 трлн дол. США

Investment activity in LDES companies



1. Based on public investments, VC, PE, corporate, and debt investments of 25 major LDES companies.

Мал. 5.3 Інвестиційна діяльність в компаніях LDES

КОНЦЕПЦІЯ «НА СТИКУ МЕРЕЖ» - GRID EDGE [7]

Ринок електроенергії швидко змінюється. Технологічний прогрес, зміна споживчих уподобань і нова політика призводять до стрімкого впровадження сонячних панелей, накопичувачів енергії, мікромереж, електромобілів та інших технологій. Ці розподілені енергетичні ресурси змушують комунальні служби та регуляторів переглянути принципи роботи мережі. Відповідно, для вирішення цих змін з'являються нові моделі управління енергією споживачів, мережевої інфраструктури та ринку електроенергії загалом. Серед них - **концепція «на стику мереж» (Grid Edge)**, що включає: технології, рішення та бізнес-моделі, які сприяють переходу до децентралізованої, розподіленої та трансактивної електричної мережі.

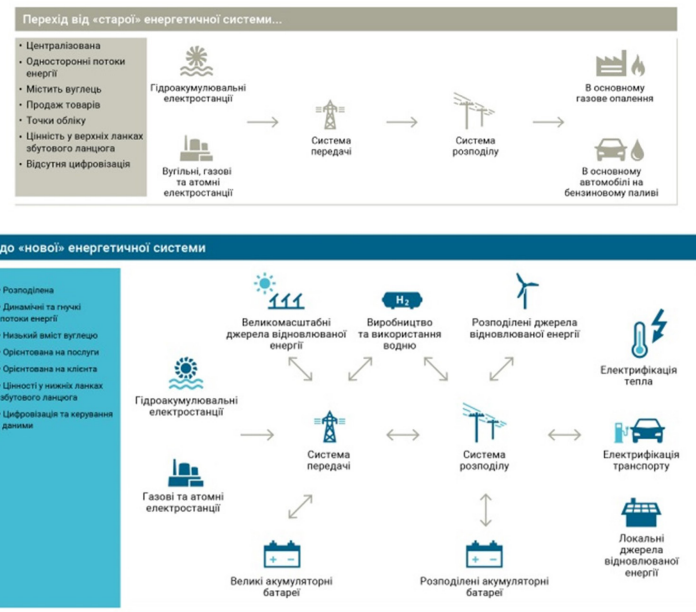
Основні технологічні тенденції, що впливають на енергетичну систему.

1. Перехід від «старої» енергетичної системи до «нової». Відбувається поступовий перехід від переважної моделі великомасштабного, централізованого та вуглецевовмісного виробництва електроенергії до дрібномасштабного, де-

централізованого та низьковуглецевого виробництва. Активне використання джерел відновлюваної енергії супроводжується значним зниженням витрат на їхнє встановлення, причому великомасштабне виробництво енергії з відновлювальних джерел дешевше, ніж електростанції, що працюють на викопному паливі.

2. Технології, що допомагають подолати проблеми, пов'язані з інтеграцією джерел відновлюваної енергії у нову енергетичну систему. Все більша частка сонячної та вітрової генерації в структурі енергоспоживання створює труднощі, пов'язані з інтеграцією цих джерел у систему, оскільки виробництво ними електроенергії більш нестабільне і менш кероване, ніж у технологій, які вони заміняють. **Саме тому така важлива роль технологій, які сприяють інтеграції та стабілізують систему.** Відповідь на питання про стабільність системи є складним і, найімовірніше, потребує комбінації рішень. До основних останніх нововведень відносяться:

- зниження вартості накопичувачів;
 - поява ринку управління попитом, що підвищує гнучкість системи лише на рівні споживача;
 - розвиток електрифікації тепlopостачання та транспорту, що забезпечує не лише альтернативу традиційним вуглецевим методам, але й створює додаткові гнучкі електричні навантаження в системі;
 - виробництво водню з використанням надлишкової електроенергії з відновлюваних джерел.
3. Діджиталізація – ключовий елемент нової енергетичної системи. Діджиталізація прискорює перебудову енергетичних систем, підвищуючи ефективність використання «екологічних» та розподілених технологій, забезпечуючи більший контроль енергоспоживання, а також сприяючи формуванню нових бізнес-моделей та послуг у галузі енергоефективності. [8]



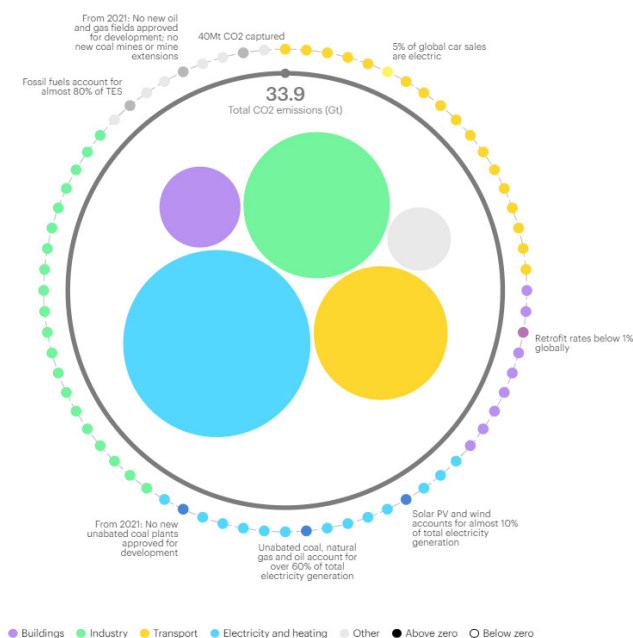
Мал. 5.4. Концепція «на стику мереж» Grid Edge

NET ZERO BY 2050. ДОРОЖНЯ КАРТА ДЛЯ ГЛОБАЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ [9].

Цей спеціальний звіт є найпершим у світі комплексним дослідженням того, як до 2050 року перейти до нульової енергетичної системи, забезпечуючи стабільне та доступне енергопостачання та універсальний доступ до енергії забезпечуючи стійке економічне зростання.

Щоб ознайомитися з ключовими етапами Дорожньої карти до 2050 року в інтерактивному вигляді перейдіть за посиланням:

<https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>



Мал. 5.5 Дорожня карта для глобального енергетичного сектору

ПРОМИСЛОВА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ.

Вугілля, нафта і газ були основними видами палива, яке використовували для живлення будівель, промислових машин і транспортних засобів з початку ХХ століття. Для досягнення нульових викидів знадобиться електрифікація більшої частини устаткування і процесів, які нині працюють на вуглеводнях, також збільшення частки відновлюваних джерел у структурі генерації електроенергії. Бага-

то форм електричного устаткування, від акумуляторів електромобілів до теплових pomp і промислових печей, залишаються дорогими. З'явиться потреба в подальших інноваціях для зниження витрат та збільшенні попиту на електроустаткування, яке приведе суспільство до нульового споживання брудної енергії. Оскільки ціни на відновлювану електроенергію та електроустаткування падають, промислові компанії можуть знизити витрати та викиди шляхом електрифікації своєї діяльності.

Промислові галузі, такі як цементна, хімічна та металургійна разом узяті споживають більше енергії, ніж інші галузі, і лише 20% цієї енергії припадає на електричну. Ба більше, електричне устаткування дешевше й надійніше для багатьох промислових застосувань, хоча й не для всіх. Вже зараз електричні печі, наприклад, можуть підтримувати температуру до 350°C, але не надвисоку температуру до 1000°C, якої потребує більшість промислових процесів. Для усунення цих недоліків знадобляться інновації.

ОДИМ З ОЧЕВИДНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ УКРАЇНИ МОЖУТЬ СТАТИ ПОТУЖНОСТІ, ЩО АКУМУЛЮЮТЬ ВДЕ (ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ).

Зараз вони швидко стають економічно доцільнішими, ніж балансування станціями на викопному паливі. [10]

Електростанції ВДЕ зі встановленими системами накопичення вже зараз конкурують з новими вугільними або газовими станціями в Німеччині, Великій Британії, США. Спрогнозовано, що в наступні 10 років їхня вартість зменшиться удвічі, а протягом наступних 30 років – вчетверо. Для України особливо цікавою може бути технологія Power-to-gas (P2G), коли з надлишкової енергії синтезується газ, який потім виробляє енергію для задоволення пікового навантаження.

Іншими важливими механізмами балан-

сування вже є приєднання енергомережі України до мережі Євросоюзу, з дозволом на експорт та імпорт електроенергії, та в майбутньому впровадження розумних мереж і механізму управління попитом (коли споживачі енергії активно залучаються до балансування електромережі, наприклад, заряджаючи електромобілі в моменти надлишку потужності). [11]

ВОДНЕВІ ПЕРЕГОНИ

Німеччина підійшла до проблеми комплексно й розпочала перехід на водневу енергетику з будівництва найбільшої у світі установки з виробництва водню.

Цей проєкт має забезпечити опаленням житлові будинки німців замість газу. Цьогоріч німецький уряд виділив додатково ще 290 мільйонів євро на створення і фінансування спеціальних інноваційно-технологічних центрів, які займатимуться розвитком та введенням водневих технологій до транспортного сектору Німеччини: від автомобілів до морських суден та авіації.

Також як експеримент німці першими ініціювали створення «водневого містечка». У маленькому Пфаффенгаузені, неподалік від Мюнхена, проживає лише 5 тисяч осіб. Близько 30 автобусів, стільки ж легкових автомобілів, вантажівок та трактори використовують виключно водневе паливо. Відповідно для цього створюють усю водневу інфраструктуру. Будують заправок, а сам водень добувають завдяки енергії сонячних електростанцій. Пфаффенгаузен може стати першим повністю екологічним містом.

Велика Британія. Британські «водневики» розробили стратегію зі створення першого міста з водневим опаленням до 2030 року. Керівник даної програми в Асоціації енергетичних мереж Великої Британії, Кріс Трейн, бачить у водні не тільки безкомпромісну альтернативу природному газу для опалення будинків, а й шлях

до зміцнення енергетичної незалежності Великої Британії.

Змагається за водневе лідерство також і **Японія**. У 2017-му там створили Міжнародну раду з водневих технологій, куди увійшли 30 концернів, фірм та компаній виробників авто. До 2050 року японці планують зменшити викиди вуглецю на 6 мільярдів тонн. Для цього необхідно перевести на водень 400 мільйонів легкових авто та 40 мільйонів вантажівок та автобусів. Вже понад 10 країн світу опублікували свої водневі стратегії. Серед них і Франція, Японія, Австралія, Норвегія, Португалія, Іспанія, Чилі та Фінляндія, у грудні 2020 року приєдналася Канада. Країни наввипередки звітують про реалізацію успішних водневих проєктів з опалення будинків чи переходу транспорту на водень. [12]

СВІТ ГОТОВИЙ ІНВЕСТУВАТИ В УКРАЇНСЬКИЙ ВОДЕНЬ

Світовий банк найактивніше підхопив водневу тему й готовий інвестувати в Україну. Нижче добірка конкретних проєктів для інвестицій:

- Минулого року на півдні Одеської області з'явився дуже амбітний проєкт з будівництва Бессарабської водневої долини. Проєктом передбачається створення виробництва зеленого водню загальною потужністю 3 ГВт, що дозволяє виробляти на експорт та для внутрішнього ринку близько 350 тис. тонн зеленого водню. Проєкт пройшов попереднє схвалення європейськими партнерами. Реалізацією займається українська компанія «Водень України».
- У квітні 2021 року було анонсовано вітровий пілотний проєкт з виробництва зеленого водню на Рівненщині – Володимирець. Поки що відбувається вибір ділянки й потужності основного (електролізу) та інфраструктурного технологічного обладнання.
- Здійснюється пошук інвесторів для-

проекту сонячної станції потужністю до 125 МВт у Херсонській області. Тут планують виробляти водень коштам власної сонячної генерації та постачати його до ЄС і на внутрішній ринок. Необхідні процеси вже були запущені, але у плани втрутилася війна.

- Рационально до водневої стратегії підійшли у Львівській області. Місцева компанія «Еко-оптіма» спільно з австрійською компанією RAG заявили про будівництво заводу з виробництва зеленого водню за 300 млн євро потужністю в 100 МВт. Компанії ведуть перемовини про приватизацію землі в області поблизу місця видобутку газу, де вже прокладені газопроводи до центральної мережі ГТС, а це ключ до експорту водню в Німеччину.
- Нафтогаз спільно з німецькою компанією RWE Supply & Trading запустять пілотний проєкт з виробництва «зеленого» водню вартістю 500 млн євро. На півдні водень перероблятимуть на «зелений аміак», а транспортуватимуть до Німеччини кораблями, а не ГТС.

Технічні помічники. Одна з головних цілей виробництва - зробити зелений водень конкурентоспроможним за вартістю та поєднати з накопичувачами. На щастя, в електролізі відбулися значні прориви щодо ефективності та масштабованості.

Рішення для електролізу від компанії **Sunfire** з Дрездена допомагають енергоємним галузям промисловості та підприємствам, які піклуються про клімат, декарбонізувати цілі ланцюжки створення вартості: від логістики до матеріальних ресурсів і постачання енергії. Електролізери Sunfire, засновані на технологіях лужних і твердих оксидів (SOEC), є оптимальним рішенням електролізу для всіх застосувань водню та синтезу газу.

Enapter - ще один стартап, що просуває зелений H₂ вниз по кривій витрат. Вони зробили ставку на більш усталений компактний електроліз з аніонообмінною мембраною (AEM), який може використовувати дощову або водопровідну воду і штабелюватися.

Щодо зберігання, ключове завдання полягає в тому, щоб розв'язувати проблеми з низьким рівнем складності (low complexity), низькою температурою (low-temperature), низьким тиском (low-pressure) та високою швидкістю випуску (high-speed release).

Також для зберігання рідини може бути використана паливна інфраструктура, що вже існує. Останнє було вирішено одним з небагатьох стартапів у цій галузі,

Hydrogenious. Вони пропонують ефективне накопичення для багатомегаватних енергетичних систем у носіях рідкого органічного водню та залучили таких інвесторів, як Hyundai та Mitsubishi.

У ТЕРНОПОЛІ ВСТАНОВИЛИ ПЕРШУ В УКРАЇНІ СОНЯЧНУ ПАНЕЛЬ SMARTFLOWER У ФОРМІ СОНЯХА.

SmartFlower здатна забезпечувати на 40% більше енергії за звичайні сонячні панелі й дозволяє виробляти від 4000 до 6200 кіловатів енергії на рік. Щодня після заходу сонця «пелюстки» сонячної панелі автоматично складаються й очищаються. Схожі енергетичні системи планують розміщувати в комунальних закладах та інших установах міста. [13]

НІМЕЦЬКИЙ СТАРТАП HEYCHARGE З УКРАЇНСЬКОЮ КОМАНДОЮ ІНЖЕНЕРІВ РОЗРОБЛЯЄ РОЗШИРЕНИЙ ДОСТУП ДО ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ У МІСТІ КИЇВ. ПРОЄКТ ЗАЛУЧИВ 4,7 МІЛЬЙОНА ДОЛАРІВ ВЕНЧУРНИХ ІНВЕСТИЦІЙ.

HeyCharge створює перше у світі доступне рішення для заряджання електромобілів у багатоквартирних будинках, офісах, готелях та іншій інфраструктурі. Щоб її розвивати, раніше був потрібен надійний доступ до інтернету, що ускладнювало процес. HeyCharge запропонував технологію SecureCharge. Якщо її застосувати, то для швидкого встановлення зарядної станції не потрібен інтернет, тільки обмін даними між пристроєм і програмою через Bluetooth.

CEO HeyCharge Кріс Карде зазначив, що 40% європейців і 37% орендарів у США проживають у багатоквартирних будинках. Відповідно, для значної частини населення використання електромобілів все ще є незручним через обмежені можливості доступу до підзарядки транспорту.

«Наявність і доступ до зарядних станцій, надійне з'єднання Wi-Fi, вартість - все ще залишаються реальними перешкодами. Рішення HeyCharge робить заряджання електромобілів не тільки масштабованим, а й більш рентабельним та доступним: підзаряд електромобілів можливий скрізь, де користувач живе або працює»,

- наголосили в HeyCharge.

Загалом ринок електромобілів активно розвивається, тому ідея HeyCharge зараз актуальна як ніколи. Виробники автомобілів перенаправляють фокус свого бізнесу саме на електрокари. [14]

«БЛАКИТНИЙ ДУНАЙ» - МОЖЛИВІСТЬ ДЛЯ РОЗВИТКУ ВОДНЕВОЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ

Європейські партнери вважають, що одним з найбільших проєктів, до якого Україна може більш активно долучитися, є «Блакитний Дунай». [15]

Проєкт «Блакитний Дунай» в межах ініціативи «Водень для кліматичних дій» має об'єднати учасників ринку з 9 європейських країн.

Мета проєкту - створення ланцюжка виробництва, транспортування та використання водню вздовж річки Дунай, поєднуючи її з Рейном і Чорним морем, а також з'єднуючи європейські газові трубопровідні мережі з морськими портами. Такі наміри дозволять використовувати «зелений» водень для декарбонізації галузей промисловості в Європі.

Ключові цілі проєкту полягають у:

- використанні водного шляху Дунаю для рентабельного та стійкого транспортування водню в Дунайському регіоні;
- використанні морських і внутрішніх портів Дунаю для зберігання й інтермодальних перевезень «зеленого» водню;
- забезпеченні екологічним воднем ключових секторів промисловості та мобільності й розгортанні водневої економіки за основними транспортними коридорами TEN-T;
- зміцненні й декарбонізації як традиційних, так і нових секторів промисловості в Європі вздовж всього ланцюжка створення вартості водню.

Проєкт «Блакитний Дунай» («Green Hydrogen @ Blue Danube») реалізується компанією Verbund, найбільшим в Австрії

виробником відновлюваної електроенергії, для виробництва, транспортування та використання «зеленого» водню промисловими споживачами та в секторі мобільності.

Він здобув підтримку Євросоюзу у межах загальноєвропейської програми IPCEI (Important Projects of Common European Interest - Важливі проєкти спільного європейського інтересу). План дій спрямований на створення «зеленого» ланцюга, що пов'язує відновлювальні потужності у Південно-Східній Європі та зростаючий попит на водень у Західній Європі.

УКРАЇНА – КРАЇНА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ПОТУЖНОСТЕЙ

На думку експертів Енергетичної асоціації «Українська воднева рада», Україна має значний потенціал сонячної енергії. Найбільш сприятливим регіоном для генерації водню з відновлювальних джерел енергії є **південь країни, де рівень інсоляції найвищий**. І це лише одна з причин. Близькість до моря відкриває потенціал вітроенергетики та багато можливостей для транспортування водню до ЄС.

У пригоді можуть стати досвід і технології японських компаній щодо транспортування зрідженого водню морем. [15]

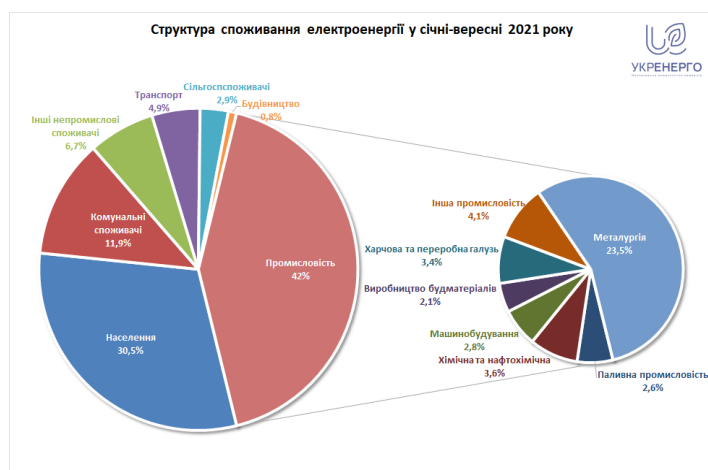
«У південних регіонах України можна використовувати потенціал Дунаю. Річка може бути не лише джерелом прісної води, а й логістичним маршрутом для транспортування «зеленого» водню щонайменше до 5 країн Європи», - відзначає Олександр Рєпкін, президент Енергетичної асоціації «Українська воднева рада».

Наразі в Україні вже є кілька пілотних водневих проєктів щодо виготовлення, використання та транспортування водню.

Якщо в Україні буде власне масове виробництво водню, то, безумовно, з'явиться і внутрішнє споживання. Насамперед водень використовуватимуть як альтернативу природному газу.

СТРУКТУРА СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

За даними НЕК «Укренерго» за 9 місяців 2021 року споживання електроенергії в Україні зросло на майже 7%. За січень 2022 року спостерігається збільшення електроспоживання (брутто), яке склало 15299,0 млн кВт·год, що на 786,9 млн кВт·год або на 5,4% більше, ніж за січень 2021 року. [16]



Мал. 5.6 Структура споживання електроенергії за січень-вересень 2021 року

Найбільш вуглецевою сферою економіки традиційно виступає **енергетичний сектор**. Не лише в Україні, але й по всьому світу. Згідно з Паризькою угодою, до 2030 року викиди у сферах виробництва електроенергії й тепла мають знизитися приблизно на 26% відносно 2019 року і на 75% відносно 1990 року.

У структурі споживання електроенергії за січень-вересень 2021 року у порівнянні з аналогічним періодом 2020 року відбулося зменшення частки населення (з 30,9% до 30,5%) та одночасне збільшення групи непромислових споживачів (з 6,1% до 6,7%), що можна пояснити відсутністю карантину поточного року.

До того ж, знизили свою частку аграрії — з 3,2% до 2,9%.

Решта груп споживачів практично не змінили свою частку (коливання в межах +/- 0,2%).

Але у секторі електроенергетики намічаються певні структурні зміни.

Згідно з Національним планом дій з енергоефективності до 2030 року передбачається скорочення первинного споживання енергії на 22,3%, кінцевого споживання — на 17,1%. **Для досягнення цілей Нацпланом визначено низку заходів:** функціонування Фонду енергоефективності, стимулювання промислових підприємств до енергоефективності, податкові інструменти енергоефективності, усунення адміністративних бар'єрів в управлінні будинком, енергомаркування та екодизайн, а також повний комерційний облік тепла й води та підвищення обізнаності серед споживачів енергії. Останні заходи залучені до програми Великої термомодернізації. [17]

З урахуванням зростання попиту на електроенергію на 30% протягом поточного десятиліття валова електрогенерація України має зрости до 2030 року до 190 ТВт·год. Головною опорою енергетики як і раніше залишиться атомна генерація, на яку припадатиме 47% загальної генерації, незважаючи на те, що її частка скоротиться на 8 п.п. за 10 років.

Водночас наголошується, що результати моделювання не демонструють необхідність введення додаткових атомних потужностей до 2030 року, а добудова 3-го і 4-го енергоблоків Хмельницької АЕС економічно недоцільна.

На вітряні та сонячні потужності припадає близько 22% в енергоміксі країни, а вугільна генерація мусить істотно поступитися відновлюваним джерелам енергії. [18]

Аналізуючи викиди в секторі теплоенергетики, зазначається, що попит на тепло в Україні до 2030 року зросте на 30% відносно 2018 року через незначні темпи термомодернізації нерухомості і «постійного економічного зростання». Проте, завдяки модернізації теплогенеруючих потужностей та збільшенню виробництва тепла на основі спалювання біомаси, прогнозується загальне скорочення викидів парнико-

вих газів в секторі теплоенергетики.

«Сьогодні близько 90% палива на ТЕЦ і близько 80% на ТЕС – викопне паливо (вугілля і газ). З метою декарбонізації України мусить збільшити використання біомаси, а також біоенергетичні можливості сільськогосподарського сектора і сектора відходів. Для досягнення мети зі скорочення викидів у цьому секторі частка ВДЕ на ТЕЦ має зрости з 14% до приблизно 18% до 2030 року з абсолютним збільшенням теплогенерації на основі біопалива на 30% (до 6 ТВт-ч в 2030 році)». [19]

АГРЕСІЯ РФ ПОСТАВИЛА ПІД ЗАГРОЗУ ПЛАНИ УКРАЇНИ З ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ

З початку російського вторгнення елемент декарбонізації економіки зазнав колосальних втрат. **Понад 60% усіх потужностей ВДЕ сконцентровано у зоні бойових дій – на півдні та південному сході країни. Внаслідок руйнування обладнання сонячних електростанцій (СЕС) і ліній передач близько 40% СЕС, що розташовані в цих регіонах, або зупинили свою роботу, або працюють зі значними обмеженнями.** З аналогічних причин, за даними Української Вітроенергетичної асоціації, призупинено роботу майже 70% потужностей усіх вітроелектростанцій (ВЕС). До того ж, постраждали до 20% об'єктів біоенергетики. Оскільки вони розташовані більш рівномірно території України порівняно з СЕС та ВЕС, то дістали менші пошкодження. Отже, з 9,7 ГВт встановлених потужностей зеленої енергетики до 50% або вимушено не працюють, або перебувають у зоні підвищеного ризику руйнування через бойові дії та тимчасову окупацію окремих територій на Донбасі та півдні України. [20]

До війни відновлювальні джерела енергії вже забезпечували 8,1% від загального виробництва електроенергії в Україні. Сонячні та вітрові електростанції виробляли навіть більше, ніж відомі українські ГЕС.

В країні працювало понад 15 тисяч об'єк-

тів відновлюваної електроенергетики, яким було встановлено «зелений» тариф. Україна входила до топ 10 країн за темпами розвитку «зелених» потужностей та до топ 5 країн ЄС за темпами розвитку сонячної енергетики [21].

Наприкінці минулого року лідерами з ВДЕ були Дніпропетровська область (1350 МВт), наразі прифронта, окупована Херсонська область (1139 МВт) та Миколаївська область (1121 МВт). Сумарно вони складали майже 40% усіх «зелених» потужностей країни.

Здатність до адаптації та готовність змінити напрямок – важливий крок для досягнення високого рівня декарбонізації за мінімально можливих витрат.

Оператори енергосистем мусять думати на десятиліття вперед. Це ніколи не бувало легким завданням, а зараз це ще складніше, враховуючи швидкий темп технологічного прогресу та інновацій бізнес-моделей. В дослідженні експертів компанії McKinsey «How to decarbonize global power systems» [23] запропоновано аналіз того, як деякі технології **можуть вплинути на витрати та роботу** енергосистем, які прагнуть досягти повної декарбонізації до 2040 року.

Nuclear. Якби нові атомні станції можна було побудувати на 20-40 відсотків дешевше, це могло б призвести до 20 відсотків менших загальних системних витрат. За таку ціну атомна енергетика могла б витіснити інвестиції в теплові та відновлювані джерела. Спостерігається чітка переломна точка при капітальних витратах на нове будівництво від 4000 до 5000 доларів США за кіловат порівняно з 6000–7000 доларів США за кіловат сьогодні. За такої ціни ядерна енергетика починає конкурувати з поєднанням накопичувачів та відновлюваних джерел енергії, які в іншому випадку необхідні для досягнення 100-відсоткової декарбонізації.

Transmission. Удосконалення процесів визначення місця розташування, придбання землі та отримання дозволів може знизити вартість розміщення міжрегіональних станцій на цілих 40 відсотків. Це може призвести до зниження загальної вартості технології на 5 відсотків.

Power-to-Hydrogen-to-Power (P2H2P).

Підвищення ефективності зворотного зв'язку — тобто скільки енергії генерується на початку порівняно з тим, скільки доступно для споживання після циклів перетворення. Це є найважливішим фактором для технології P2H2P. Якщо це покращиться до 60 відсотків від сьогоднішніх середніх 30 відсотків, витрати на систему можуть знизитися на 5 відсотків.

Електромобілі (EV). Уявіть собі ринок, на якому електромобілі становлять третину транспортних засобів на дорогах. Такий рівень впровадження витіснив би значну частину стаціонарних накопичувачів-акумуляторів. Однак, напевно, дивно, що загальні витрати на систему зменшаться лише приблизно на 5 відсотків, тому що заміна накопичувача акумулятора не допоможе вирішити головолітку досягнення переходу від 90 відсотків до 100 відсотків декарбонізації. Рішення, необхідні для досягнення повної декарбонізації, мають більший термін дії, ніж можуть забезпечити електромобілі. Попри те, що електромобілі вигідні для нічного балансування енергосистеми, вони зазвичай не розраховані на довгий ресурс роботи в таких режимах.

Bioenergy with carbon capture and storage (BECCS).

Найважливішим питанням у використанні BECCS є доступність і вартість вхідного палива з біомаси. Якщо цю вартість можна було б скоротити на 40 відсотків, BECCS можна було б комерціалізувати та розширити. За такої ціни негативні викиди від BECCS дозволяють установкам, що працюють на газі, працю-

вати, коли виробництво відновлюваних джерел є низьким, і все ще досягати чистих нульових викидів в енергетичному секторі, що призводить до зниження загальних витрат на технологію на 9 відсотків.

Direct air capture (DAC). Технологія DAC лише зароджується, і до 2050 року ціна може знизитися до 1200 доларів США за кіловат. Ця вартість має різко знизитися, щоб DAC зростав. За оцінками, якби DAC був на 60 відсотків дешевшим, його розгортання могло б зменшити загальні витрати на технологію на 3 відсотки.

MEET AJAY PILLAI



ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЛАНДШАФТ ДЛЯ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ СТАЛІ [24]

Виробники сталі мають запровадити наступні кроки для декарбонізації галузі:

- Перший крок на шляху до цієї мети зосереджений на скороченні викидів і перепрофілюванні сталі шляхом переходу на альтернативні матеріали безпосередньо під час виробництва та ефективного виробництва довговічних сталевих виробів.
- По-друге, виробництво можна декарбонізувати шляхом збільшення використання брухту та безвуглецевої електроенергії. Деякі виробники сталі використовують біомасу як відновник замість вугілля та впроваджують розумне використання вуглецю для уловлювання та зменшення викидів CO2.

Майже усі європейські виробники сталі зараз розробляють стратегії декарбонізації та запускають пілотні заводи для оцінки різних технологій виробництва (малюнок 5.7).

Оскільки переважним методом виробництва в Європі є звичайний, залежний від вугілля процес BF/BOF (The Blast Furnace/Basic Oxygen Furnace), потреба в оцінці альтернативних проривних технологій для зменшення викидів вуглекислого газу є важливою.

BF/BOF efficiency programs. Такі програми покращують ефективність та/або зменшують втрати виробництва різними способами. Наприклад: 1) оптимізація суміші шихти доменної печі шляхом максимізації вмісту заліза в сировині для зменшення використання вугілля як відновника; 2) збільшення використання впорскування палива за допомогою, наприклад, вдування пиловугільного палива (PCI), природного газу, пластику, біомаси або водню (як додатковий реагент зверху); або 3) використання коксового газу в доменній печі як джерела енергії. Ці процеси можуть мати потенціал для зменшення викидів вуглекислого газу без їхнього усунення, але не забезпечують повністю вуглецево нейтральне виробництво сталі.

Відновники біомаси.

Цей процес використовує біомасу - нагрітий і висушений цукор, енергетичну тростину або піролізований евкаліпт - як альтернативний відновник або паливо. Відповідно, він залежить від регіону та важливий насамперед у регіонах, де постачання біомаси гарантовано - це Південна Америка чи Росія. В Європі доступності біомаси, ймовірно, недостатньо для масштабного скорочення викидів вуглецю.

Уловлювання та використання вуглецю.

Цей метод дозволяє використовувати викиди для створення нових продуктів для хімічної промисловості, таких як аміак або біоетанол. Наразі уловлювання та використання вуглецю залишається технологічно передчасним і ще має бути доведено економічно.

Steel producers are evaluating decarbonization strategies across a range of options

Focus of report

CO ₂ reduction			
	Strategy	Examples	Current outlook
Blast furnace efficiency (BOF)	Make efficiency improvements to optimize BF/BOF operations	Optimized BOF inputs (DRI, scrap), increased fuel injection in BF (e.g., hydrogen, PCI)	Technology readily available at competitive cost
Biomass reductants	Use biomass as an alternative reductant or fuel	Tecnored process	Process possible in South America and Russia, due to biomass availability
Carbon capture and usage	Capture fossil fuels and emissions and create new products	Bioethanol production from CO ₂ emissions	Not available on an industrial scale

Full decarbonization possible

	Strategy	Examples	Current outlook
Electric arc furnace (EAF)	Maximize secondary flows and recycling by melting more scrap in EAF	EAF – usage to melt scrap	Technology readily available at competitive cost
DRI plus EAF using natural gas	Increase usage of DRI in the EAF	Current DRI plus EAF plants using natural gas (NG)	Technology readily available

DRI plus EAF using H ₂	Replace fossil fuels in DRI process with renewable energy or H ₂	MIDREX DRI process running on H ₂ HYL DRI process running on H ₂	Technology available at high cost
-----------------------------------	---	---	-----------------------------------

Source: McKinsey analysis

McKinsey & Company

Мал. 5.7 Еволюція стратегій декарбонізації металургії.

Збільшення частки використання electric arc furnace route (EAF) завдяки брухту. Цей процес максимізує вторинні потоки та перероблення шляхом плавлення більшої кількості брухту в електродуговій печі (EAF). Виробництво з EAF більш екологічне та гнучке до злетів і падінь попиту. Однак перехід до виробництва сталі на основі EAF вимагає у майбутньому постачання електроенергії з відновлюваних джерел. Також має бути достатній запас високоякісного сталевого брухту. Якщо високоякісний брухт недоступний, брухт нижчої якості можна змішати з DRI (технології прямого відновлення заліза), щоб забезпечити високу якість входу EAF. Збільшення частки виробництва сталі на основі EAF відіграватиме ключову роль у декарбонізації сталеливарної промисловості. Однак ця роль залежатиме від регіональної наявності високоякісного брухту, відповідно може бути обмежена в регіонах з недостатньою пропозицією високоякісного брухту, що робить інші технології обов'язковими. Збільшення попиту на високоякісний брухт також призведе до додаткових витрат на виробництво сталі на основі EAF.

Оптимізування DRI та EAF. Збільшення використання DRI (технологія прямого відновлення заліза) у поєднанні з EAF (виробництво в електродуговій печі). Відновлення на основі DRI виділяє менше вуглекислого газу, ніж інтегрований метод, і дозволяє виробляти високоякісні продукти в EAF. Високоякісна продукція потребує найвищої якості сталевого брухту; якщо брухт є в обмеженій кількості, використання DRI є необхідним для гарантії певних якостей металу. Для виробництва DRI потрібен дешевий і легкодоступний природний газ. Тобто, регіони з низькими цінами на природний газ — Близький Схід або Північна Америка — є великими виробниками DRI, тоді як цей процес менш поширений у Європі. Деякі європейські металургійні компанії імпортують брике-

тований чавун (HBI, менш реакційноздатна, відповідно транспортабельна форма DRI) для використання або у BF для оптимізації суміші шихти, або в EAF, де вони змішують його з брухтом для підвищення якості.

DRI та EAF з використанням водню. Для цього використовують DRI на основі зеленого водню та брухт у поєднанні з EAF. Процес замінює викопне паливо на стадії виробництва DRI воднем, виробленим за допомогою відновлюваної енергії. Це технічно перевірений метод виробництва, який забезпечує виробництво сталі майже без викидів. Усі основні європейські металургійні компанії наразі створюють або вже випробовують процеси виробництва сталі на основі водню, використовуючи водень як заміну PCI або використовуючи водневе пряме відновлення. Оскільки програми підвищення ефективності BF/BOF призводять лише до скорочення викидів вуглекислого газу, але не усувають їх повністю, вони не можуть бути довгостроковим рішенням. Відновники біомаси, а також уловлювання та використання вуглецю можливі лише в певних регіонах або все ще перебувають на ранніх стадіях розробки. Частка EAF, що виробляє високоякісну сталь, зростає, але вимагає наявності брухту та DRI. Отже, прийняття підходу, що **поєднує брухт, DRI та EAF з використанням водню**, наразі вважається найбільш життєздатним варіантом і довгостроковим рішенням для досягнення виробництва сталі з нейтральним вмістом вуглецю, особливо в Європі.

ДНІПРОВСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ ЗАВОД (ДМЗ), ЩО ВХОДИТЬ ДО DCH STEEL ГРУПИ DCH, ЗМІГ ЗНИЗИТИ ВИКИДИ CO₂ НА 80%. СУМАРНО З 2016 ПО 2020 РІК ПІДПРИЄМСТВО ЗНИЗИЛО ВИКИДИ ВСІХ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН НА 70%.

Дніпропетровський металургійний завод – одне з найстаріших металургійних підприємств України. ДМЗ сповнений амбітних планів з модернізації своїх виробничих потужностей, зокрема для мінімізації шкідливих викидів в атмосферу, зокрема CO₂.

Для виконання взятих на себе зобов'язань у межах цих програм підприємство вже інвестувало понад 350 млн грн.

Першими серед таких заходів були реконструкція газоочисного устаткування киснево-конвертерного цеху, модернізація газоочисної системи того самого киснево-конвертерного цеху й модернізація свічки допалювання надлишку доменного газу. На коксохімічному майданчику підприємства було профінансовано перекладання камер двох коксових батарей, капітальний ремонт протінок чотирьох коксових батарей, оновлено систему закриття циклу кінцевого охолодження коксового газу. А ще було побудовано водоворотний цикл машзалу прокатного цеху №1.

За період з 2016 по 2020 рік підприємство значно знизило викиди в атмосферу – з 8332 т до 2506 т. У відсотковому відношенні це близько 70%.

Якщо розглядати тільки CO₂, то викиди знизилися з 2 млн тонн у 2016 році до 400 тис. тон у 2020 році.

У відсотковому відношенні зниження становить понад 80%. Таких результатів вдалося досягти багато в чому завдяки перерозподілу енергетичних потоків у виробництві продукції, скороченню використання палива для вироблення теплової енергії, підвищенню ефективності виробництва власної електроенергії та

підвищенню ефективності використання нагрівального обладнання в прокатних цехах.

Плани ДМЗ на найближчі кілька років більш масштабні. Зараз на підприємстві діє інвестиційна програма обсягом понад \$400 млн. Її основні компоненти – це будівництво машини безперервного лиття заготовок, будівництво нового прокатного цеху та прокатного стану. Також до цієї суми входить розроблення нових енергомістких проєктів. Дніпровський металургійний завод планомірно рухається шляхом декарбонізації. [25]

ЄДИНИМ В УКРАЇНІ МЕТАЛУРГІЙНИМ ЗАВОДОМ, ЯКИЙ СКОРОТИВ ВИКИДИ CO₂ ДО РІВНЯ, ПЕРЕДБАЧЕНОГО GREEN DEAL, СТАВ ЕЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНИЙ КОМПЛЕКС «ІНТЕРПАЙП СТАЛЬ».

«Інтерпайп Сталь» замінив морально та технологічно застарілий, а також екологічно брудний мартенівський цех.

Сумарні інвестиції обсягом понад \$1 млрд буквально випередили час.

Ще при проєктуванні заводу, а також на кожному етапі його будівництва здійснювався аудит його впливу на навколишнє середовище та відповідність кількості викидів CO₂ усім європейським нормам та екологічним стандартам.

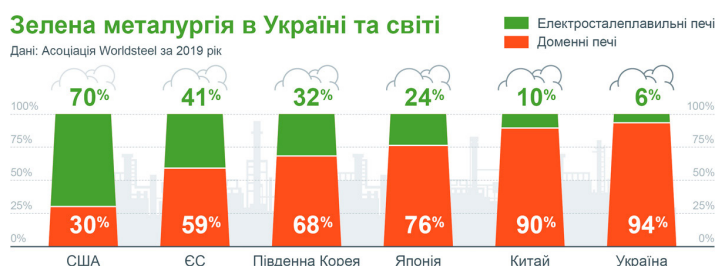
Було досягнуто значних результатів – викиди парникових газів скоротилися вдесятеро до близько 300 кг CO₂ на 1 тону сталі, а споживання природного газу зменшилося у 8 разів.

Для постійного контролю за цими параметрами «Інтерпайп» збудував пост моніторингу атмосферного повітря на межі санітарної зони підприємства та передав його на баланс міського муніципалітету. Усі вони відповідають нормам Green Deal, а тому сьогодні «Інтерпайп Сталь» – це бенчмарк не лише для подальшого розвитку національної «зеленої» металургії, а й для масштабної екологічної трансформації усієї економіки України.

За своїми екологічними показниками «Інтерпайп Сталь» у Дніпрі відповідає аналогічному метзаводу в Удіне, розташованому неподалік туристичної перлини Італії – Венеції. [26]

МЕТАЛУРГІЯ ТА КЛІМАТ

На металургійну промисловість припадає 11% глобальних викидів вуглекислого газу (CO₂), і їй необхідно буде швидко трансформуватися, щоб відповідати світовим кліматичним цілям. Застосовуючи нові технології у виробництві й переробленні металів, можна буде скоротити ці викиди до нуля й досягти скорочення, необхідно-го для обмеження зміни клімату. [27]



Мал. 5.8. Зелена металургія в Україні та світі за даними асоціації Worldsteel за 2019 рік.

Згідно зі звітом Global Steel Plant Tracker (GSPT) більшість наявних і запланованих сталеплавильних заводів використовують високовуглецеву доменну кисневу піч (BF - BOF). До 2050 року викиди в галузі скоротяться приблизно на 90%, при цьому потепління зберігається нижче 1,5°C. [28] У звіті некомерційного аналітичного центру зі зміни клімату Sandbag зазначено, що 41% викидів можна уникнути шляхом оптимізованого використання брухту. Звіт спрямований на те, щоб висвітлити роль циркулярності у швидкій декарбонізації сталеливарного сектора. В ньому йдеться про те, як європейська промислова та кліматична політика можуть прискорити цей перехід. [29] Світове виробництво сирової сталі у 64 країнах, підзвітних Всесвітній асоціації виробників сталі (worldsteel), склало 158,1 млн тонн (Мт) у червні 2022 року, що на 5,9% менше, ніж у червні 2021 року. [30]

Виробництво сталі в Україні через війну впало у 6 разів. Україна перебуває на 36-й позиції з 295 тис. тонн сталі (менше на 84,2%, порівняно з червнем 2021 року). У травні поточного року в країні виробили 308 тис. тонн, у квітні – 281 тис. тонн, у березні – 200 тис. тонн, у лютому – 1,37 млн тонн сталі. [31]



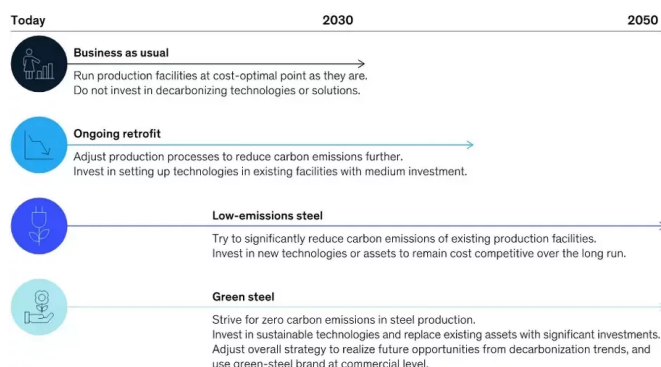
Мал. 5.9. Оперативні показники роботи ГМК України у I кварталі 2022 р.

ROADMAP ВПРОВАДЖЕННЯ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ [37]

Останні зміни в нормативних актах, а також зобов'язання деяких урядів скоротити викиди CO₂ змусили багатьох виробників сталі поставити перед собою високі цілі декарбонізації протягом найближчих років. Таким чином, металургійні компанії мусять визначити свій середньостроковий і довгостроковий шлях до декарбонізації вже зараз.

Four key pathways to decarbonization in time.

Four key paths should be discussed.



McKinsey
& Company

Мал. 5.10. Roadmap впровадження декарбонізації в металургії.

ЗЕЛЕНА МЕТАЛУРГІЯ: ЯКИМ ЧИНОМ GREEN DEAL МОЖЛИВИЙ В УКРАЇНІ [38]

Питання зміни клімату починають все більше домінувати на порядку денному світових держав-лідерів. Безумовно, головною міжнародною подією першого півріччя поточного року став кліматичний саміт, організований президентом США Джо Байденом, у якому взяли участь лідери 40 країн. За даними worldsteel, світова металургія дає 7-9% глобальних викидів CO₂. Проте це усереднений показник, який в деяких країнах може бути вищим, ніж в інших.

В Україні майже 95% сталі виробляється за мартенівською та киснево-конверторною технологіями. Водночас і мартенівська, і доменна печі генерують великі об'єми парникових газів — 2500 та 2000 кг CO₂ на 1 тону сталі. У Євросоюзі викиди металургійних підприємств значно менші — десь від 700 до 1300 кг CO₂, проте прийнятий у 2019 році план Green Deal передбачає повну кліматичну нейтральність Європи до 2050 року. Тобто металурги ЄС мають суттєво скоротити викиди в атмосферу, і вже переходять до конкретних дій у цьому напрямку.

П'ять електрометалургійних підприємств, що були збудовані в Україні переважно у 2000-ні роки і які відповідають вимогам «зеленої металургії». Частина з них функціонує як самостійні промислові об'єкти, інші працюють у складі великих машинобудівних комплексів. Йдеться про Електросталь (Курахове), Інтерпайп Сталь (Дніпро), Енергомашспецсталь (Краматорськ), Дніпроспецсталь (Запоріжжя) та АзовЕлектроСталь (Маріуполь). Викиди вуглецю при використанні дугових електросталеплавильних печей — лише 150–250 кг на 1 тону виробленої сталі. Тобто у 10 разів менше, ніж під час мартенівського виробництва. Одним з найяскравіших прикладів екологічної мо-

дернізації є саме Інтерпайп Сталь.

Інвестори та промисловці вже довели можливість екологічної модернізації в Україні. Будівництво нових об'єктів «зеленої металургії» в Україні залежить не лише від бізнесу, але й від держави, яка має розробити та впровадити реальні фінансові стимули декарбонізації металургії та промисловості загалом.

ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ МЕТАЛУРГІЇ СТАНЕ МОЖЛИВОЮ В УКРАЇНІ ЗАВДЯКИ СПІВПРАЦІ МЕТІНВЕСТА І SMS GROUP.

Міжнародна вертикально інтегрована група гірничо-металургійних компаній «Метінвест» підписала меморандум про декарбонізацію виробництва з SMS GROUP та її дочірньою компанією Paul Wurth. «Метінвест» скеровує свою діяльність шляхом декарбонізації металургії й гірничодобувної промисловості майбутнього.

«Завдяки співпраці з SMS GROUP ми зможемо ефективніше використати наявні технології, щоб удосконалити металургійні процеси. Зокрема, ми зосередимося на рішеннях зі зниження викидів парникових газів», - зазначають в компанії. [32]

Декарбонізація промисловості стане для людства основною рушійною силою наукових досліджень на наступні 20-30 років, поки країни не досягнуть повної кліматичної нейтральності. Частка Метінвеста в загальному обсязі забруднюючих речовин в Україні за відповідний період, складає близько 16%. Група також вкладає гроші в захист довкілля, її частка складає понад 40% від загального об'єму екологічних інвестицій в країні. Компанія підвищує прозорість бізнесу – займається розвитком у сфері екології, соціальних інвестицій і корпоративного управління (ESG). У 2020 році Метінвест увійшов до десятки найкращих металургійних компаній світу згідно з рейтингом агентства Sustainalytics. [33]

ІТАЛІЙСЬКА МЕТАЛУРГІЙНА КОМПАНІЯ ACCIAIERIE BERTOLI SAFAU (ABS), ЯКА Є ПІДРОЗДІЛОМ ВИРОБНИКА ОБЛАДНАННЯ DANIELI, ТА ЇЇ ХОРВАТСЬКА «ДОЧКА» ABS SISAK ІНВЕСТУЮТЬ €200 МІЛЬЙОНІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА СТАЛІ НА ЗАВОДІ В ХОРВАТІЇ.

Додамо, що група «Метінвест» та компанія Danieli підписали меморандум про взаєморозуміння щодо розвитку та впровадження технологій для декарбонізації виробництва сталі. Сторони у межах співпраці вивчатимуть можливості щодо впровадження нових технологій для скорочення вуглецевого сліду підприємств групи України та ЄС. [34]

УКРАЇНА МАЄ ВСІ ШАНСИ СТАТИ ПОСТАЧАЛЬНИКОМ DRI-ПРОДУКТІВ ТА БЕЗВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ НА СВІТОВИЙ РИНОК

Події останніх 10 місяців внесли суттєві корективи до поточної діяльності металургійних підприємств не лише в Україні, а й за кордоном. Проте глобальні плани в масштабах галузі не змінюються – **металургія прагне стати вуглецево-нейтральною.**

Для цього підприємства продовжують здійснювати R&D та пілотні проєкти за новими технологіями, а на міжнародних конференціях діляться власним досвідом. Під час конференції **“Steel Decarbonisation Strategies 2022”**, організатором якої виступала CRU, були помітні відмінності в підходах до декарбонізації в різних регіонах. Підприємства в ЄС вважають провідною технологією декарбонізації виробництво металізованих котунів (DRI) на основі «зеленого» водню. Уловлювання та використання CO₂ розглядають як проміжне рішення, яке не дає змоги розв'язати проблему загалом: CO₂ продовжує виділятися у виробничому процесі, а подальше

використання цього газу перекладається на інші галузі.

У такому контексті Україна має можливість посісти свою нішу на цьому ринку. Українські залізничні компанії вже роблять перші кроки в даному напрямку. Зокрема, у 2020 році Ferrexpo та Центральний ГЗК («Метінвест») почали виробляти DR-котуни. 2021 року Південний ГЗК після закриття агломераційного цеху заявив про плани будівництва фабрики огрудкування, яка випускатиме DR-котуни.

Україна має можливості з виробництва DR-котунів. Це є необхідною передумовою для декарбонізації українського металургійного виробництва шляхом переходу на DRI, отриманого з використанням «зеленого» водню.

Нині виробництво «зеленого» водню – це більше експериментальна технологія, що не готова до промислового застосування.

Основну частину DRI виробляють з використанням природного газу. Очевидно, що для запуску виробництва DRI в Україні необхідно вирішувати низку складних питань, пов'язаних зокрема з нарощуванням внутрішнього видобутку природного газу, якщо виробництво DRI запускатиметься в короткостроковому майбутньому. Реалізація цих можливостей залежатиме від зусиль підприємств та економічної політики українських та європейських державних інституцій. [35]

Підсумовуючи, можна сказати, що перехід на водневу сталь не може відбутися миттєво, і це лише одна з ключових виробничих технологій, яку можна використати для створення сталеливарної промисловості з нейтральним вмістом вуглецю. Майбутня доступність дешевої енергії з відновлюваних джерел та регулювання стануть двома ключовими факторами для впровадження сталі на основі водню.

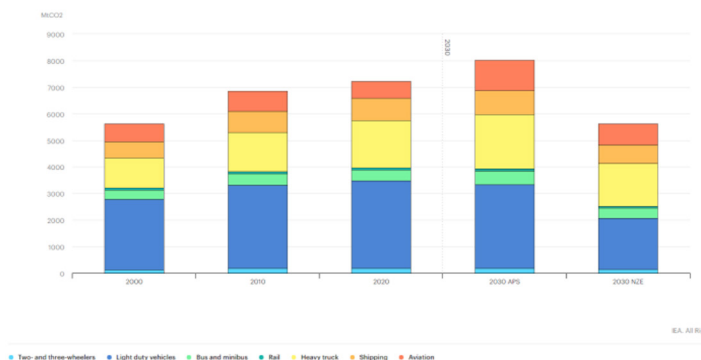


ЛОГІСТИКА ТА ТРАНСПОРТ

ГЛОБАЛЬНІ ВИКИДИ CO₂ ВІД ТРАНСПОРТУ ЗА ПІДСЕКТОРАМИ, 2000-2030 РР.. [43]

При очікуваному зростанні попиту на транспорт, **Net Zero Emissions by 2050 Scenario** (NZE) вимагає, щоб викиди транспортного сектора скоротилися на 20% до 5,7 Гт до 2030 року. Досягнення цього зниження залежатиме від політики, спрямованої на заохочення переходу видів транспорту на найменш вуглецевоємні варіанти поїздок, і оперативні та технічні заходи з підвищення енергоефективності для зниження вуглецевої ємності всіх видів транспорту.

Для залізничного та автомобільного транспорту потрібна політика, що прискорить створення інфраструктури для підтримки транспортних засобів з нульовим рівнем викидів. Політика, що сприяє змішуванню дійсно низьковуглецевих видів палива, має вирішальне значення для зневуглицювання авіації, судноплавства і великовантажних автомобільних перевезень.



5.11. Глобальні викиди CO₂ від транспорту (найновіші дані - листопад 2021 року).

ВИКИДИ ВІД ТРАНСПОРТНОГО СЕКТОРА – ОСНОВНЕ ДЖЕРЕЛО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ У МІСТАХ.

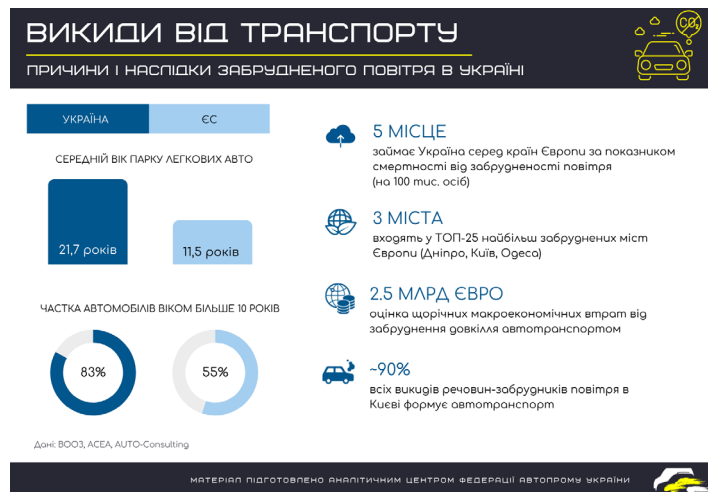
За даними Кадастру викидів парникових газів України 2019 року 12% ПГ в Україні виробляє транспорт. [50]

- Автомобільні двигуни викидають не лише CO₂. У повітря потрапляє монооксид вуглецю (чадний газ) CO – без-

барвний, отруйний, без запаху та смаку.

- NO_x - оксиди азоту. Поєднуючись з парами води в атмосфері, вони утворюють азотну кислоту, і, разом з оксидами сірки, є причиною утворення кислотних дощів.
- Двигун внутрішнього згоряння видає РМ – це тверді, дрібнодисперсні частинки. Не просто шматочки сажі, а сажа з «топінгом» зі смертельно небезпечної органіки.

Дані про шкоду викидів в атмосферу регулярно оновлює **European Environment Agency (EEA)**.



5.12. Матеріал підготовлено аналітичним центром Федерації автопрому України.

ЛОГІСТИКА ПОТРЕБУЄ ЕЛЕКТРОТЯГИ

Гравці промисловості прискорюють інновації автомобільних технологій, розробляючи нові концепції електричної, підключеної, автономної та спільної мобільності. За останнє десятиліття галузь залучила понад 400 мільярдів доларів інвестицій, з яких близько 100 мільярдів доларів США надійшли з початку 2020 року. Усі ці гроші спрямовані на компанії та стартапи, які працюють над **електрифікацією мобільності та технологіями автономного керування**. Глобально, саме логістика рухається у бік **електрифікації**. І вона буде побудована на офгрідах або смартгрідах локальної генерації на відновлюваних джерелах енергії. Бо якщо намагатися долучити весь транспорт, який пересувається сьогодні, на наявну енергосистему, то вона, звісно, не витримає. Але якщо подивитися на це як на комплексну екосистему – транспорт і виробництво енергії для цього транспорту, енергія пересування – стає зрозумілим, що це можуть бути локальні автономні точки генерації, які приєднані до загальної системи та десь навіть балансують, та загалом це повністю нова енергосистема. І сьогодні в цьому вже є економічний ефект, тобто питання переходу бізнесу на нові види транспорту – це питання часу.

Найкращі акумулятори для електромобілів. Електрифікація транспорту вимагає скорочення вартості акумуляторів, які можуть становити майже половину вартості електромобіля. Однак **літій-іонні батареї**, які найчастіше використовуються в електромобілях, ніколи не будуть коштувати нижче критичного порогу в 100 доларів за кіловат-годину. Щоб підвищити щільність енергії та скоротити витрати, необхідно покращити **хімічний склад батареї**. Компанії працюють над анодами з високим вмістом кремнію, які представляють наступний рубіж. До того ж, інновації у твердотільних, гелевих і пінистих електродних перетворили б **металеві літійові аноди надвисокої місткості** з концепції на реальність, і вони стали б безпечнішими,

ніж сучасні технології з виробництва акумуляторів.

Програмне забезпечення для керування батареєю. Удосконалення обладнання — не єдиний шлях до найкращих акумуляторів. Системи програмного контролю також можуть допомогти й навіть компенсувати недоліки в хімії. Вони можуть скоротити час заряджання: уявіть, **що електромобіль** з запасом ходу 400 км заряджається за десять хвилин або менше замість однієї години на зарядному пристрої або протягом ночі на більшості домашніх систем. Вони можуть подовжити термін служби батареї настільки, щоб відповідати терміну служби автомобіля. І вони могли б надати електромобілям додаткову здатність транспортування чи буксирування. [2]

ЯК МАЄ ЗМІНИТЬСЯ ЛОГІСТИЧНО-ТРАНСПОРТНИЙ СЕКТОР, ЩОБ ПОДОЛАТИ КЛІМАТИЧНУ КРИЗУ.

Великі виробники автомобілів нещодавно оголосили, що припинять розробку автомобілів, які працюють на викопному паливі, протягом п'яти років. Хоча споживачі все частіше визнають переваги електромобілів, більшість, як і раніше, сумнівається у зручності використання через проблеми з запасом ходу, стійкістю батареї та проблемами з мережею заряджання. У 2019 та 2020 роках ринок електромобілів у ЄС був найшвидшим (44% у річному обчисленні 2019 року). Попри серйозні проблеми, викликані COVID-19, 2020 став для продавців електромобілів значним успіхом. Завдяки різкому збільшенню продажів електромобілів у Німеччині (398 тисяч) у 2020 році, в Європі було продано 1,4 мільйона автомобілів. Це майже половина світового ринку (3,2 мільйона у 2020 році). Якщо цифри зростатимуть такими ж темпами, ЄС може реалізувати свою мету мати в експлуатації понад 30 мільйонів автомобілів з нульовим рівнем викидів до 2030 року. [39]

Інновації у транспортних засобах. Компанія Sono Motors розробила електро-мобіль з прямим живленням від сонячної енергії: 248 сонячних елементів, вбудованих у кузов автомобіля, дозволяють йому повністю автономно їздити на короткі відстані (близько 35 км на день). Sono Motors не лише провела одну з найуспішніших краудфандингових кампаній в історії з бюджетом понад 50 млн євро, але й довела визнання користувачів. Відтоді Hyundai та Toyota почали розробляти аналогічні автомобілі.

Мережеві інновації. Одним з прикладів є GridX, який надає платформу для рішень з управління мережею з контролем над навантаженням на основі даних мережі. Інший приклад — ChargeX, який пропонує рішення для управління над навантаженням для заряджання автопарку на основі даних про мобільність. Такі рішення можуть масштабувати поточну пропускну спроможність енергетичної інфраструктури, щоб обслуговувати набагато більше автомобілів. З іншого боку, оператори зарядних станцій, як і раніше, продають високомаржинальні станції швидкої зарядки, демонструючи, що ринок ще не освоїв перехід повною мірою.

Інтелектуальна мобільність. МaaS, що використовує дані про мобільність у реальному часі та історичні дані, може значно підвищити продуктивність системи. Наприклад, компанія Uber Gairos оптимізує ефективність своїх послуг, які є взаємодійною підсистемою автомобільного транспорту. До того ж, карти Uber та G починають враховувати вартість вуглецю, а не лише вартість часу при плануванні поїздки.

Нарешті, інтелектуальна мобільність може прискорити відмову від володіння автомобілем за допомогою цінових стимулів — вона може заощадити середній американській родині близько 5000 доларів на рік, що еквівалентно підвищенню заробітної плати на 10%.

Компанія Five AI у Великій Британії ство-

рює модульну хмарну платформу для автономних транспортних систем, включно зі стеком програмного забезпечення для автономних транспортних засобів.

ГРУПА РАБЕН УСПІШНО ЗАКРИЛА ПЕРШУ П'ЯТИРІЧНУ ПОЗИКУ, ПОВ'ЯЗАНУ ЗІ СТІЙКИМ РОЗВИТКОМ, НА СУМУ 225 МЛН ЄВРО З ГРУПОЮ З 7 БАНКІВ. ЦЕ ТАКОЖ ОДНА З ПЕРШИХ УГОД ЗІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ЛОГІСТИЧНІЙ ГАЛУЗІ В ЄВРОПІ.

У цій угоді взяли участь 7 фінансових установ: BNP Paribas Bank Polska S.A. виступав як координатор сталого розвитку, ING Bank Śląski S.A. виступав як агент, а Coöperatieve Rabobank U.A. як координатор документації. Іншими банками в угоді були Commerzbank AG, Mbank S.A., Powszechna Kasa Oszczędności Bank Polski S.A. та UniCredit Bank AG.

Рентабельність позики сталого розвитку пов'язана з досягненням компанією повного набору з п'яти ключових показників ефективності, що охоплюють екологічні, соціальні та управлінські питання у секторі автомобільних перевезень та логістики. Ключові показники ефективності є інноваційним поєднанням як внутрішніх показників ефективності, так і зовнішньої оцінки питань екології, соціальної сфери та управління.

Комбінація п'яти ключових показників ефективності Рабен комплексно розв'язує суттєві проблеми екології, соціальної сфери та управління у діяльності Рабен, включно з викидами парникових газів, гендерним розмаїттям та методами управління. Таким чином, ця позика сталого розвитку є важливою віхою для європейського сектора автомобільних перевезень та логістики.

Ключові показники ефективності позики сталого розвитку є частиною цілей Групи Рабен ECO2WAY 2025, визначених у її звіті про сталий розвиток за 2020 рік:

- на 30% – зниження інтенсивності викидів на об'єктах Рабен;

- на 10% – зниження інтенсивності викидів на транспорті;
- 96% автопарку відповідають стандартам Євро V та VI;
- відносне скорочення автомобільних вантажоперевезень внаслідок підвищення ефективності використання транспорту;
- розрахунки викидів парникових газів – оновлення та покращення калькулятора CO₂ на транспорті. [40]

КОМПАНІЯ MAERSK РОБИТЬ БАГАТО КРОКІВ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ ВУГЛЕЦЕВОЇ НЕЙТРАЛЬНОСТІ В ЛОГІСТИЦІ. ЯСКРАВИМ ПРИКЛАДОМ Є MAERSK ECO DELIVERY, ЯКА БУЛА ЗАПУЩЕНА В 2019 РОЦІ І ДОСІ Є ОДНИМ З ВАРІАНТІВ ДЛЯ ВУГЛЕЦЕВО-НЕЙТРАЛЬНИХ ВИКИДІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ НА СВІТОВОМУ КОНТЕЙНЕРНОМУ РИНКУ.

«Багато наших клієнтів, які скористалися цією послугою, відчули позитивний вплив на свій бізнес. Такі бренди, як H&M, Levi's та багато інших, доставляють товари по всьому світу, використовуючи продукти Maersk Eco Delivery. Як паливо для цієї послуги використовується відпрацьована олія, яка була використана в процесі приготування їжі – практичне джерело палива, яке довело свою ефективність, для клієнтів», – розповідають в компанії.

«Оглядаючись на 2020 рік, ми виявили, що він був важливим роком для Maersk, оскільки ми відкрили центр Maersk McKinney Moeller Center для нульових вуглецевих перевезень через наш Фонд AP Moeller Maersk. Створення цього некомерційного, незалежного, передового центру досліджень та розробок стало важливим кроком на шляху до вуглецевої нейтральності в логістиці.

Центр мобілізує близько 100 найкращих та найяскравіших умів галузі – логістики, а також наукових кіл, енергетики, палива та суднових технологій, нормативно-правового регулювання та фінансів. Ми також будемо працювати над створенням

шляхів, не тільки для нашої компанії, але й для галузі та клієнтів, для досягнення значного скорочення викидів вуглецю у всьому ланцюжку постачання. Участь такого широкого кола зацікавлених сторін має вирішальне значення, оскільки ми не можемо змінити галузь самотужки. Ми маємо співпрацювати і працювати разом у сфері регулювання, фінансів та у більш академічній та науковій частині галузі, щоб створити практичну основу для декарбонізації логістики. Maersk прагне до 2030 року забезпечити відносне скорочення викидів CO₂ на 60% порівняно з рівнем 2008 року.

До цього часу ми також плануємо мати у своєму флоті комерційно життєздатні судна з нульовим рівнем викидів вуглекислого газу. Фактично ми підвищуємо нашу амбіції, щоб наше перше судно було готове до 2023 року. Це приведе нас у 2050 році до повністю нульових викидів CO₂; внаслідок наших океанських операцій», – наголошують представники компанії. [41]

AIRBUS ПІДТРИМУЄ ПЕРЕХІД ВПС НІМЕЧЧИНИ НА ЕКОЛОГІЧНЕ АВІАЦІЙНЕ ПАЛИВО.

Airbus працює з ВПС Німеччини над наданням Люфтваффе технічного дозволу на початок національних льотних випробувань A400M з завантаженням до 50% стійкого авіаційного палива (SAF) у найближчому майбутньому. SAF – це перевірене альтернативне паливо, яке може скоротити викиди CO₂ протягом життєвого циклу на 85 відсотків порівняно зі звичайним паливом.

Таким чином, Німеччина, у якої загалом замовлено 53 одиниці, стає першою країною-замовником, яка почала поступовий перехід на SAF для свого наявного парку A400M.

Крім підтримки діяльності національних замовників, Airbus розпочала реалізацію довгострокової дорожньої карти, спрямованої на досягнення 100-відсоткової готовності SAF та сертифікації A400M. [42]

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ І ПРИСКОРЕННЯ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ Є НАЙВАЖЛИВІШИМИ КОРОТКОСТРОКОВИМИ СТРАТЕГІЯМИ ЗІ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ВІД ТРАНСПОРТУ.

Згідно з NZE, прямі викиди CO₂ внаслідок використання викопного палива 2/3-колісними і малотоннажними транспортними засобами зменшаться в середньому відповідно на 2% і 5% на рік до 2030 року. У світі більш високої концентрації технологій з нульовим рівнем викидів, які все ще перебувають у стадії розробки в секторах великовантажних автомобілів, судноплавства та авіації, сукупні викиди CO₂ знижуються в середньому всього на 0,5% на рік в період з 2020 по 2030 рік. По мірі того, як ці технології стають комерційно доступними, середньорічні зниження досягають 8,5% на рік з 2030 по 2050 рік.

Скорочення викидів CO₂ і забруднюючих речовин потребує постійних політичних зусиль з підвищення ефективності та електрифікації усіх видів транспорту, особливо автомобільного і залізничного.

Пріоритети також включають прогнозування та управління попитом шляхом формування нових напрямів мобільності в містах і формулювання довгострокових технологічних та політичних концепцій для підсекторів важких вантажів, таких як автомобільні перевезення, судноплавство та авіація.^[43] Узгодження транспортного сектора з моделюванням Net Zero вимагає скоординованого політичного підходу, який сприяє декарбонізації усіх видів транспорту і розширює допоміжну інфраструктуру.

Заходи на різних рівнях юрисдикції - національному, субнаціональному, усередині міст і в багатокраїнних регіональних блоках - мусять сприяти прогресу у:

- визначенні чітких пріоритетів НДДКР для усіх транспортних технологій;
- поліпшенні паливної економічності усіх видів транспорту;

- стимулюванні впровадження автомобілів з нульовим рівнем викидів;
- підвищенні доступності і використанні стійкого низьковуглецевого палива в усьому секторі;
- управлінні попитом на кількість поїздок, відстані й загалом на залежності від автомобілів; підтримці активних способів пересування; підтримці відновлення громадського транспорту;
- майбутніх політичних заходах також мають формуватися з урахуванням уроків, отриманих з часів пандемії. Водночас уряди мусять приділяти особливу увагу тому, як вони можуть підтримувати зайнятість в транспортному секторі, одночасно підвищуючи стійкість і сталість.

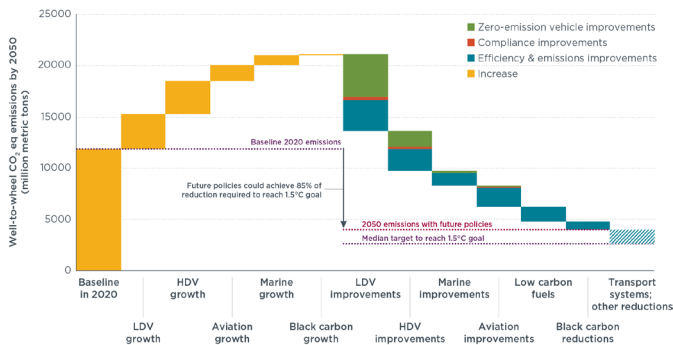
Можливі скорочення CO₂ в транспортному секторі в глобальному масштабі шляхом підвищення ефективності технологій, електрифікації транспортних засобів, глибокої декарбонізації мережі і використання палива з низьким вмістом вуглецю.

В 2020 році ICCT опублікував «**Бачення 2050**»: стратегія зневуглицювання транспортного сектора до середини століття». Це документ, в якому коротко викладено шість ключових елементів стратегії.

Вони призначені для того, щоб пояснити широкий аудиторії, в якому стані зараз транспорт відносно клімату й забруднення повітря, куди йому треба рухатися і як туди дістатися. «Бачення 2050» містить багато суворих цифр і декілька суворих істин.^[44]

Щоб ознайомитися з ключовими елементами стратегії «Бачення 2050» в інтерактивному виді перейдіть за посиланням:

<https://www.youtube.com/watch?v=sKuc9vdD-Do>



Мал. 5.13 Базовий рівень викидів в еквіваленті CO₂ і потенціал пом'якшення наслідків в 2050 р. за основними транспортними сегментами від theicct.org

РОЛЬ ГЛОБАЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ, ПОПИТ ЗМЕНШУЄ КЛІМАТИЧНУ ВРАЗЛИВІСТЬ

Сектор авіап перевезень найбільш схильний до довгострокових кліматичних ризиків, та всупереч зростанню тиску з екологічних і соціальних причин, комерційно життєздатні альтернативи будуть відсутні принаймні до 2050 року. Існує кілька способів, за допомогою яких авіакомпанії можуть скоротити викиди з розрахунку на одного пасажирів включно з підвищенням операційної ефективності, екологічним паливом та компенсацією. Але жоден з них окремо не є достатнім для досягнення мети скорочення на 50% чистих викидів CO₂ в авіації до 2050 року відносно 2005 року (мета декарбонізації, встановлена Міжнародною асоціацією повітряного транспорту).

Враховуючи величезний обсяг товарів, що перевозяться (80% світової торгівлі), морські перевезення довгий час були найбільш економічним і найбільш екологічним видом вантажних перевезень у перерахунку на тонномилю. За оцінками **Fitch Ratings**, на судноплавство може припадати близько 10% глобальних викидів вуглецю до 2050 року (порівняно з 3% у 2019 році) за звичайного сценарію, якщо не будуть ухвалені нові правила, які можуть вплинути на енергоефективність або

вуглецемісткість. Викиди від морських перевезень менш помітні з позиції кінцевих споживачів, ніж викиди від авіакомпаній або наземного транспорту, і цей сектор менш схильний до екологічного контролю та громадського тиску.

Ринки громадського автомобільного пасажирського транспорту відрізняються від авіаційного чи судноплавного через наявність великої кількості постачальників та операторів місцевого, регіонального та національного рівня та більшої ролі державних органів. Альтернативні технології перебувають на більш розвиненій стадії з вищим рівнем впровадження, ніж авіація та судноплавство, але все ще мало використовуються порівняно з традиційними технологіями. Проблема декарбонізації пов'язана з вантажними та автомобільними перевезеннями, і Міжнародна спілка автомобільного транспорту надала дорожню карту заходів, які можуть забезпечити скорочення викидів CO₂ на 80% до 2050 року відносно 2010 року. Враховуючи комерційний характер операцій автомобільних вантажоперевезень та логістичних компаній, вони мусять мати певну гнучкість у перекладанні додаткових витрат на клієнтів, хоча й за умови порівняння витрат з альтернативними видами транспорту, насамперед залізничним, а іноді внутрішнім водним транспортом.

Залізничний транспорт є найбільш енергоефективним засобом громадського наземного пасажирського транспорту, на частку якого припадає всього 1% від загального обсягу викидів CO₂ від транспорту, і тому він найменш схильний до кліматичних ризиків з усіх видів транспорту. Проте залізнична галузь може інвестувати у подальшу декарбонізацію, особливо в країнах з низьким рівнем електрифікації залізничної мережі. [51]

ГАЛУЗЬ ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ ТРАНС-

ПОРТНИХ ЗАСОБІВ МАЄ ЗНАЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ ЄС ЩОДО СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ НЕ МЕНШЕ НІЖ 55% ДО 2030 РОКУ.

Деякі пропозиції пакета “Fit for 55” та “RePowerEU Plan” відіграють значну роль у сталому розвитку автомобільної промисловості в наступному десятилітті. Запропоновані заходи включають обов’язкові цілі щодо розгортання інфраструктури підзарядки та дозаправлення для альтернативних видів палива в межах ЄС, перегляд стандартів викидів CO₂ для автомобілів і мікроавтобусів, а також для великовантажних транспортних засобів, встановлюючи високий рівень амбіцій декарбонізувати європейський автопарк. [53]

Вантажівки є основним компонентом економіки та суспільства ЄС. Вони центральні у функціонуванні логістичної та транспортної екосистем блоку і мають найбільший внесок у міжконтинентальне транспортування товарів та матеріалів, життєво важливих для повсякденного життя. Так вантажівки ЗПГ перебувають «на передньому краї» зусиль з декарбонізації промисловості, як чистіша альтернатива дизелю і ключова частина стратегії доставки автотранспорту на великі відстані з нульовим викидом парникових газів.

«Доступність технології, а також їхня економічна ефективність та масштабованість виробництва роблять їх ідеальним найближчим рішенням для досягнення цілей декарбонізації до 2030 року, встановлених ЄС», – йдеться у матеріалі. Інфраструктура і транспортні засоби з використанням природного газу, що існують, повністю сумісні з відновлюваним газом (біометаном) і є потужними факторами безвуглецевої мобільності за низької вартості технології, особливо в секторі далекобійного транспорту, де попит на біо-СПГ швидко зростає.

Рідкий або стислий біометан може гаран-

тувати ефективність скорочення викидів, еквівалентну характеристикам електромобіля, зарядженого відновлюваною електрикою та навіть чистий мінус протягом усього його життєвого циклу. До того ж, замість тривалого оновлення парку транспортних засобів, біометан дає негайну можливість скоротити викиди CO₂ від авто, що перебувають в обігу. Найближчим часом європейські компанії планують розпочати виробництво вантажівок на водневому паливі.

Так, IVECO створила спільне підприємство з корпорацією Nikola, спрямоване на розробку й розповсюдження водневих паливних елементів та акумуляторних вантажівок для європейського ринку. «У далеких вантажних перевезеннях водень сьогодні є найкращим технологічним варіантом, який може гарантувати конкурентоспроможність транспортних засобів на традиційному паливі у питанні дальності, часу заправки та корисного навантаження», – зазначає **Impakter**.

Електричні вантажівки Battery також мають великі перспективи забезпечити стійке зростання сектора, зокрема для міських місій та обмежених обсягів застосування. Наприклад, логістика та місцевий громадський транспорт. Технології паливних елементів та акумуляторів стають більш конкурентоспроможними з двигунами внутрішнього згоряння. Адже завдяки швидкому вдосконаленню систем паливних елементів, постачанню водню та акумуляторних систем нові автомобілі з нульовими викидами можуть стати конкурентоспроможним вибором для клієнтів раніше, ніж очікувалося.

Однак, для досягнення успіху в галузі необхідна розробка рішень на системному рівні, що охоплюють інфраструктуру заправки/підзарядки, конкурентоспроможне постачання альтернативних видів палива, найкраще регулювання та інноваційну державну політику. Галузь потребує інтегрованого підходу між зацікавленими сторонами бізнесу та надійною політич-

ною структурою, що є вирішальними сприятливими факторами. [53]

Звіт «Net-Zero Challenge: The supply chain opportunity», підготовлений World Economic Forum в співавторстві з Boston Consulting Group демонструє можливості, що має бізнес для значного впливу на клімат завдяки діям з декарбонізації глобальних ланцюжків постачань. [45]

Серед головних висновків звіту:

- **Багато компаній можуть збільшити свій вплив на клімат, декарбонізувавши ланцюжки постачань.** Для компаній у більшості секторів, орієнтованих на клієнтів, наскрізні викиди набагато вищі, ніж прямі викиди в їхніх власних операціях (так звані викиди Scope 1 і 2). Залучаючи постачальників до створення нульового ланцюжка постачань, компанії можуть посилити свою дію на клімат, забезпечити скорочення викидів в тих секторах, що важко піддаються скороченню і прискорити дії з боротьби зі зміною клімату в країнах, де інакше це не було б пріоритетним питанням.
- **На вісім ланцюжків постачань припадає понад 50% глобальних викидів.** Продукти харчування, будівництво, мода, товари побутового вжитку, електроніка, автомобілі, професійні послуги та вантажоперевезення складають більш ніж половину усіх глобальних викидів парникових газів. Значна частка побічно контролюється лише декількома компаніями.
- **Ланцюжки постачань з нульовим балансом навряд чи збільшать витрати для кінцевих споживачів.** Близько 40% усіх викидів в цих ланцюжках постачань можна скоротити за допомогою доступних за ціною важелів (менше ніж 10 євро за тонну еквіваленту CO₂), таких як циркулярність, ефективність і поновлювані джерела енергії, що лише

трохи вплине на собівартість продукції. Навіть за нульових викидів в ланцюжку постачань витрати кінцевого споживача зростуть не більше ніж на 1-4% в середньостроковій перспективі.

- **Декарбонізувати ланцюжки постачань складно.** Навіть провідні компанії щосили намагаються отримати необхідні їм дані та встановити чіткі цілі й стандарти, яких мусять дотримуватися їхні постачальники. Взаємодія з часто фрагментованими постачальниками є складним завданням, особливо коли викиди «поховані» глибоко в ланцюжку постачань або коли їхнє усунення може зажадати колективних дій на галузевому рівні.

У звіті експерти також виділяють дев'ять основних ініціатив, які може зробити кожна компанія для скорочення викидів у сфері логістики.

Під час інтерв'ю з декількома десятками світових компаній, що посідають провідні позиції в галузі скорочення викидів в ланцюжку постачань, фахівці визначають дев'ять ключових дій:

1. Побудувати всеосяжний базовий рівень викидів, що поступово заповнюється фактичними даними постачальників.
2. Встановити амбітні та монолітні цілі зі скорочення викидів.
3. Перегляд варіантів дизайну продукту.
4. Перегляд (географічної) стратегії вибору постачальників.
5. Встановити амбітні стандарти закупівель.
6. Працювати спільно з постачальниками для спільного фінансування заходів з боротьби з забрудненням довкілля.
7. Працювати разом з колегами для узгодження галузевих цілей, які максимізують дію і вирівнюють ігрове поле.
8. Використати масштаб, збільшуючи попит, щоб понизити вартість «зелених» рішень.
9. Всередині компанії розробити ме-

ханізми внутрішнього управління, щоб вирівняти внутрішні стимули осіб, що приймають рішення, з цільовими показниками (emission targets) та розширити можливості організації.

Дослідження нового Центру стійкої логістики **KLU (CSLS) «Measuring industry's temperature: an environmental progress report on european logistics»**, реалізоване в партнерстві з Європейським форумом лідерів вантажних перевезень і логістики, показує, що, попри пандемію коронавірусу, процес декарбонізації логістики в Європі триває та інтегрується в **стратегічне планування компаній**.

Проте багато підприємств все ще перебувають на відносно ранній стадії цього процесу. [46]

У звіті узагальнюються результати опитування більш ніж 90 керівників вищої ланки, щоб визначити як їхні підприємства працюють над підвищенням екологічної стійкості своїх логістичних операцій, загалом внаслідок скорочення викидів вуглецю.

Важливі висновки дослідження:

- Близько 30% компаній лідирують, оскільки у них є або реалізуються стратегії стійкої логістики, встановлені абсолютні цілі зі скорочення викидів вуглецю для їхніх логістичних операцій і вони здатні вимірювати відповідні викиди CO₂.
- У постачальників логістичних послуг більше можливостей до управління процесом зневуглецювання, ніж у користувачів цих послуг.
- 40% респондентів (60% - в провідних компаніях) вважають, що половина чи більше заходів зі скорочення викидів CO₂ також скорочують витрати, підтверджуючи тісне узгодження екологічних і комерційних цілей.
- Вважається, що трьома економічно найефективнішими способами зневуглецювання логістики є переміщення вантажів з автомобільного транспор-

ту на залізничний, підвищення ефективності використання транспортних засобів і переклад транспортних операцій з викопного палива на поновлювані джерела енергії.

- Три чверті опитаних менеджерів вважають, що цифровізація зробить трансформаційний вплив на логістику впродовж наступних п'яти років, оскільки очікується, що найбільший вклад IT внесуть у поліпшення в прозорості ланцюжка постачань, досягнення в системах управління транспортом, інновації в маршрутизації транспортних засобів і онлайн-платформи логістики.

Звіт включає короткі тематичні дослідження, в яких вісім компаній описують створені ними ініціативи в галузі стійкої логістики: P&G, Stora Enso, Kuehne+Nagel, Tata Steel, Saint - Gobain Isover та Transporeon, Vlantana, Bertschi і LKW Walter. **Звіт завершується серією рекомендацій для різних зацікавлених сторін в європейській логістичній галузі.**

Транспортно-логістичні компанії, які реалізують плани зі скорочення викидів, отримали значне зростання загального річного прибутку акціонерів. Для забезпечення економічної стійкості компаніям слід включити зелену повістку у свої бізнес-моделі та довгострокові стратегії. [47]

Інвестиції і витрати на боротьбу з забрудненням доквілля з часом тільки зростатимуть, водночас експлуатаційна стійкість знижуватиметься. На щастя, транспортно-логістичні компанії можуть використати конкретні підходи й найкращі практики, розроблені в інших секторах, питання лише в тому, які гравці сектора першими скористаються цими перевагами.

Згідно з аналізом BCG, транспортно-логістичні компанії, які переслідують реальні плани щодо скорочення викидів, здобули вищий загальний прибуток акціонерів (TSR). З 2017 по 2020 рік середньорічний показник TSR транспортних і логістичних

компаній, що продемонстрували високу прихильність екологічним, соціальним стандартам і стандартам корпоративного управління (ESG), був на 10 відсоткових пунктів вищим, ніж у компаній-аналогів. Хоча важко довести причинно-наслідковий зв'язок між зобов'язаннями ESG і TSR, кореляція вражає.

Виходячи з аналізу, було виявлено, що кліматичні ініціативи дозволяють транспортно-логістичним компаніям створювати значний TSR, просуваючи три важливі важелі стійкості:

Top-Line Growth. Стійка транспортно-логістична компанія здобуває доступ до нових ринків і клієнтських сегментів. Багато клієнтів T&L запитують дані про викиди як частину свого запиту на тендери. Готовність клієнтів платити більше за стійкі перевезення і послуги дозволила компаніям з перевіреною репутацією поставальників екологічно чистих перевезень встановлювати преміальні ціни. Дослідження BCG показують, що 70% кінцевих споживачів готові платити 5% надбавку за екологічно чисті продукти, що зрештою призводить до збільшення пропозиції в усій галузі. До того ж, співробітники стійких компаній більше мотивовані і залучені у свою роботу, що підвищує її ефективність.

Bottom-Line Improvements. Інвестуючи в стійкіші операції, компанії можуть досягти значного скорочення витрат, пов'язаних з ресурсами (наприклад, на паливо і комунальні послуги) та операціями (наприклад, завдяки оптимізації автопарку). Фірми зі стійким брендом також несуть менші витрати на залучення та утримання висококваліфікованих співробітників – багато претендентів говорять, що вони враховують стійкість компанії при оцінці пропозицій на працевлаштування. А під час роботи високий ступінь задоволеності і залученості співробітників підвищує їхню продуктивність. До того ж, ці компанії отримують переважний доступ до привабливого фінансування і фінансувань, які

пов'язані з показниками стійкості, що знижує вартість боргу. Багато банків включили стандарти стійкого розвитку в процес затвердження кредиту.

Valuation-Multiple Expansion. Інвестуючи в стійкий бренд і підвищуючи операційну стійкість, компанії знижують стратегічні та операційні ризики. До того ж, повідомляючи інвесторів про свої кліматичні ініціативи, вони зміцнюють очікування зростання і прибутковості, і підвищують упевненість у своїх методах управління.

МАЙБУТНЄ МОБІЛЬНОСТІ: ПЕРЕВІРКА РЕАЛЬНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙ [48]

Згідно з аналізом Mckinsey “Mobility’s future: An investment reality check”, основні технології ACES (**automation, connectivity, electrification, and smart mobility**), які залучають інвестиції, здебільшого пов'язані з автономним керуванням, підключенням та електрифікацією. Для автоматизації основні інвестиції зосереджені на технологіях радарів і камер (близько 23 мільярдів доларів), з яких близько 1,4 мільярда доларів йде на виявлення світла та визначення дальності (Lidar). У сфері зв'язку комунікаційні рішення від транспортного засобу до інфраструктури та від транспортного засобу до всього (V2I/V2X) залучили приблизно 18 мільярдів доларів США.

В електрифікації 21 мільярд доларів виділяють на технологію літій-іонних акумуляторів. Компанії, які інвестують у кластер розумної мобільності, роблять обмежені інвестиції в технології, натомість спрямовують кошти на створення майбутньої клієнтської бази.

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОГО ТРАНСПОРТУ МОЖЕ ЗНИЗИТИ НАВАНТАЖЕННЯ НА КРАЇНИ, ЩО РОЗВИВАЮТЬСЯ.

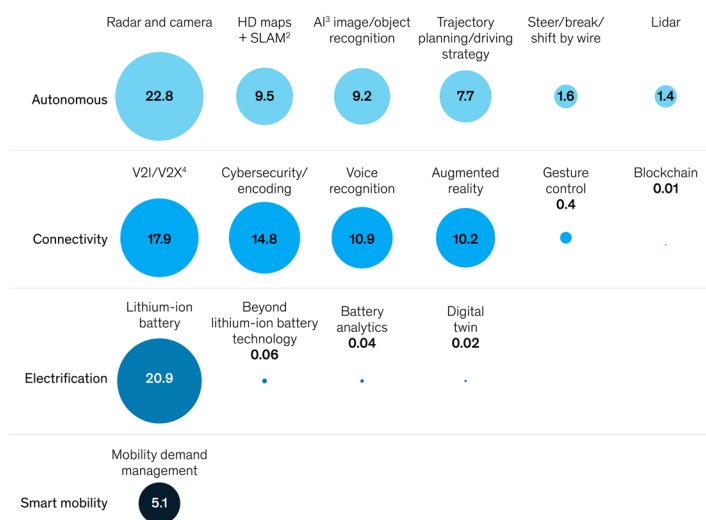
Варіанти екологічно безпечного транспорту, зазвичай, зосереджені в розвине-

них країнах, а в країнах з низьким та середнім рівнем доходу спостерігається зростання викидів. Світовий банк закликає зацікавлені сторони працювати разом для просування екологічно чистих транспортних систем, щоб пом'якшити наслідки глобального потепління. Бо якщо так триватиме, світові загрожує вибухове зростання викидів вуглецю, пов'язаних з транспортом, що може мати катастрофічні наслідки для зусиль у боротьбі зі зміною клімату.

Не протидіючи цій тенденції і не впроваджуючи стратегії декарбонізації транспорту в більшу кількість країн, що розвиваються, існує ризик створити **«зелений поділ»** — **дворівневий світ**, в якому країни з високим рівнем доходу отримають вигоду від переходу на чистіші, екологічні та сучасні види палива та транспортні можливості, у той час, як країни з низьким рівнем доходів залишаються у пастці минулого. [52]

Investors have spent over \$100 billion on 17 critical technology clusters in the past decade.

Total disclosed investment in 17 critical technology clusters since 2010,¹ \$ billion



¹As of November 2020. Some companies are tied to multiple technology clusters.

²High-definition + simultaneous localization and mapping.

³Artificial intelligence.

⁴Vehicle to infrastructure/vehicle to everything.

Source: Capital IQ; Pitchbook; McKinsey Growth Analytics – Horizon Scan; McKinsey Growth Analytics – Innography

McKinsey
& Company

5.14. Впровадження екологічно чистого транспорту може знизити навантаження на країни, що розвиваються, внаслідок викидів. Дані від World Bank Data.

АЛРОСА ЕКТОР



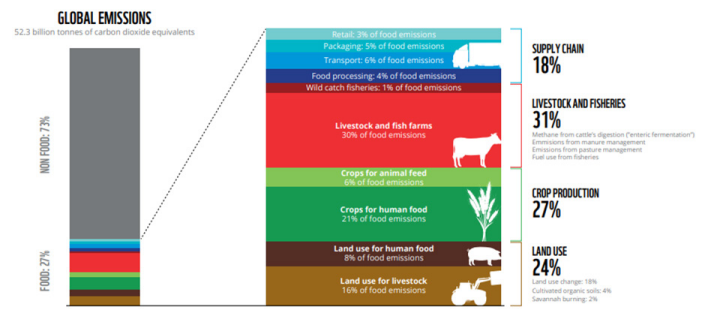
На виробництво продуктів харчування припадає чверть світових викидів парникових газів. Продовольча система є одним з основних чинників глобальних викидів ПГ і складає приблизно 27% від загального об'єму викидів в усіх секторах. [61]

Близько двох третин усіх викидів парникових газів, пов'язаних з харчовими продуктами, припадає на сільське господарство, лісове господарство і сектор землекористування, а третина, що залишилася, припадає на перероблення, транспортування і пакування.

На тваринництво припадає 45% усіх викидів метану у світі, а на добрива і засоби захисту рослин припадає 80% усіх викидів закису азоту. Це дає зрозуміти, що досягнення цілей стійкого розвитку, які обговорювали на COP26, дуже залежатиме від трансформації продовольчого сектора. Мета полягає в тому, щоб перевести сільське господарство з джерела вуглецю в поглинач вуглецю і скоротити викиди парникових газів.

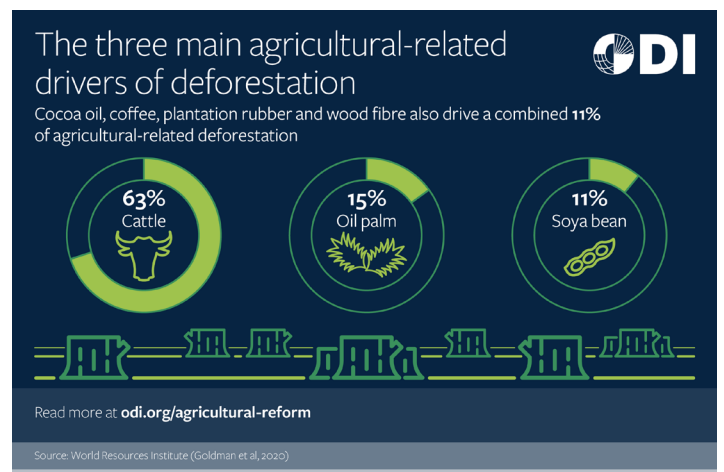
Проте найбільша частка викидів вуглецю і стійкого розвитку припадає на ранні етапи ланцюжка постачань продовольства. Споживачі, бренди й роздрібні продавці часто не мають прямого доступу або контролю над цим. Тоді як деякі роздрібні продавці й бренди можуть і активно здійснюють контроль, складно змусити фермерів та інших постачальників зробити необхідні інвестиції для скорочення свого вуглецевого сліду.

За оцінками, на сільське господарство припадає до 24% загальних викидів парникових газів у всьому світі. Це пов'язано з тим, як створюють сільськогосподарські товари, а також зі змінами в землекористуванні, які вони викликають, коли ліси або торфовища розчищаються для вирощування сільськогосподарських культур або випасання худоби.

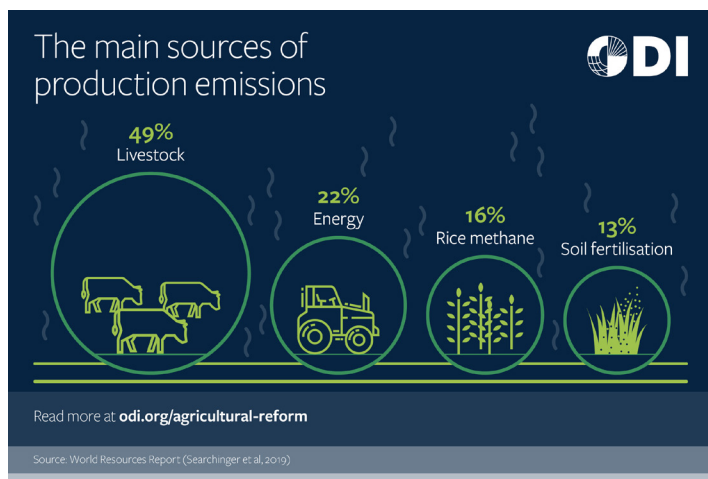


Мал. 5.15 Основні джерела, що вносять вклад в загальні викиди від виробництва продуктів харчування за даними Всесвітнього фонду дикої природи (2020).

Сільськогосподарське виробництво також є найбільшим джерелом викидів метану і діоксиду азоту. Загалом це відбувається через гній великої рогатої худоби і кишкову ферментацію, надмірне застосування добрив.



Мал. 5.16 Три основні, пов'язані з сільським господарством, рушійні сили знеліснення за даними odi.org/agricultural-reform



Мал. 5.17 Основні джерела виробничих викидів за даними odi.org/agricultural-reform

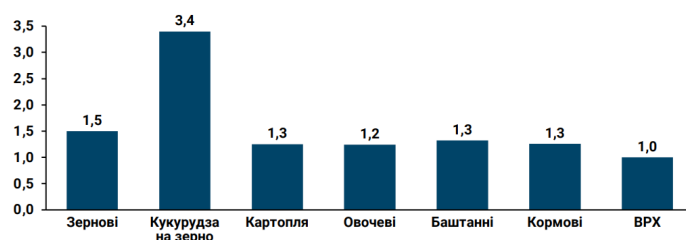
Сільськогосподарське виробництво та зміни в землекористуванні також можуть призвести до зміни цінних середовищ існування або ліквідації біорізноманіття. [62]

АГРОСЕКТОР Є ТРЕТИМ ЗА ВИКИДАМИ СЕРЕД ОСНОВНИХ СЕКТОРІВ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ. [63]

Агросектор посідає одну з ключових позицій в економіці України, забезпечуючи 9% ВВП, 18% зайнятості суб'єктів господарювання та 6% податкових надходжень. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України повідомляє про 50% зменшення викидів CO₂ від сільського господарства з 1990 по 2019 рік. Теперішній показник викидів еквівалента CO₂ становить 42,5 млн тонн. Україна посідає високі позиції у виробництві зернових і технічних культур, водночас вагома частка зернових культур спрямована на експорт: 79% кукурудзи, 66% пшениці, 59% ячменю. Для пшениці, наприклад, непродовольча частка становить 35%, тобто значний обсяг продовольчої продукції експортується у вигляді сировини першої стадії, тоді, як країни ЄС збувають готову продукцію з вищою доданою вартістю. Структура тваринництва слабо диверсифікована з переважанням птахівництва. Тваринництво

посідає 17% у структурі сектора. Протягом останніх 5 років спостерігається спадаючий тренд – зменшується поголів'я великої рогатої худоби та свиней, а поголів'я птиці зростає. Причинами зменшення поголів'я ВРХ є збитковість: за 2019 рік рівень рентабельності виробництва м'яса ВРХ становив - 27,1%. Оскільки 65% тварин вирощують приватні господарства, а сам ланцюг створення готового продукту є довшим, ніж у птиці, то існує більший попит на оборотний капітал.

Викиди CO₂-еквіваленту за базовий рік та трьома сценаріями, млн тонн CO₂
■ Середньорічний темп росту урожайності за базовим сценарієм, % в рік



Мал. 5.18 Джерело: Центр економічного відновлення (червень 2021).

МОЖЛИВОСТІ РЕФОРМУВАННЯ ДЕРЖАВНОЇ ПІДТРИМКИ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА. [2]

Великі суми державних коштів виділяються сільськогосподарському сектору або безпосередньо з державних бюджетів, або у вигляді трансферу від споживачів до виробників. Це число зростає впродовж останнього десятиліття. У глобальному масштабі сільськогосподарське виробництво отримує від платників податків або споживачів до 619 мільярдів доларів на рік. Це майже удвічі перевищує суму, от-

риману сектором 10 років тому, і в 56 разів перевищує суму кліматичного фінансування у розмірі 11 мільярдів доларів США, спрямованого на землекористування.

П'ять заходів, якими політики можуть краще підтримувати сільськогосподарський сектор.

- 1. Перехід до незв'язаних платежів.** Щоб зменшити стимули до розширення виробництва, сектор має відмовитися від пов'язаних платежів і замість цього перейти до незв'язаних платежів, які не залежать від обсягу виробництва.
- 2. Поліпшена цільова підтримка.** Підтримку сільськогосподарському сектору слід робити ефективніше, приділяючи особливу увагу регіонам або субрегіонам з найменшими витратами на боротьбу з забрудненням, а також сільськогосподарським культурам або тваринництву з найбільшою інтенсивністю викидів ПГ. Ключове значення матиме можливість гнучкого таргетування у межах національних цілей зі скорочення викидів і механізм, який дозволить це зробити.
- 3. Узгодженість політики.** Розробники політики мають сприяти підвищенню узгодженості політики, стежачи за тим, щоб інструменти політики діяли в одному напрямі. В ідеалі це має посилити заходи зі зниження шкоди довкіллю і викидів парникових газів при одночасному досягненні інших цілей розвитку.
- 4. Впровадження умовності.** Надання державної підтримки фермерам має бути обумовлене досягненнями екологічних цілей і виробництвом громадських екологічних товарів.
- 5. Збільшення фінансування досліджень.** Зважаючи на усі ці заходи, директивним органам необхідно збільшити фінансування досліджень і розробок. Скорочення викидів та інші екологічні цілі мають бути поставлені поряд з більш традиційними дослідницькими цілями підвищення продуктивності та підвищення стійкості. Державне фінан-

сування також потрібне для заповнення пропусків у знаннях, які все ще існують, щоб краще зрозуміти, який тип підтримки найбільш сумісний з кліматом і як найкраще досягти узгодженості політики.

УКРАЇНА МОЖЕ СТАТИ ДЖЕРЕЛОМ ДЛЯ ТРАНСФЕРУ ЗЕЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРОСЕКТОРІ

У питанні кліматичної нейтральності усі країни мають діяти спільно. Якщо кожна країна почне грати свою власну гру, мети досягти не вдасться. Про це під час Кліматичної конференції COP26 у Глазго заявила віцепрем'єр-міністр з питань європейської та євроатлантичної інтеграції України Ольга Стефанішина. [64]

За її словами, уряди мають об'єднатися та забезпечити усім країнам, що прагнуть кліматичної нейтральності, рівний доступ як до фінансів, так і до трансферу технологій.

«Кожна країна може ділитися технологіями, у яких вона досягла успіху в питанні декарбонізації, а також подумати про ті індустрії, які зараз перебувають поза увагою. І якщо Україна і може стати джерелом для трансферу технологій, то це точно будуть технології в агросекторі. Це та галузь, де ми маємо достатньо експертизи, спроможності та історій успіху. Це частина українського профайлу, яка не підлягає сумніву. Тут ми маємо великий авторитет серед міжнародних партнерів. Ми маємо багато прикладів, як приватні агробізнеси, спираючись на власний досвід, формують порядок денний і фасилітують дискусії, які наша держава має на міжнародному рівні», — зазначає вона.

Загалом же, говорить Ольга Стефанішина, беручи до уваги наш контекст, український NDC (Nationally Determined Contributions — національно визначений внесок) не надто амбітний, оскільки українська про-

мисловість не є такою розвиненою, а рівень декарбонізації, якого ми досягли сьогодні, є таким не тому, що Україна була проактивною у цьому питанні, а тому, що наша держава не мала достатньо інвестицій в індустріальний розвиток.

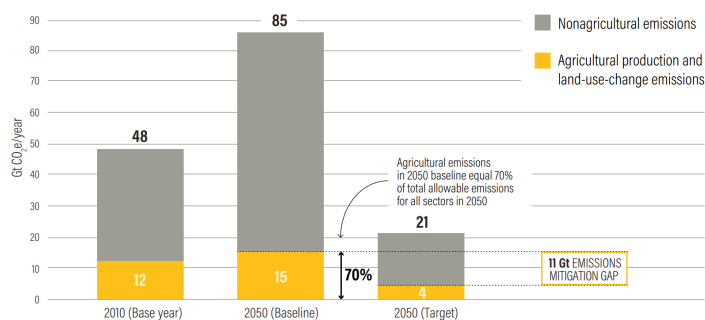
«Тому наша мета на наступні 10 років — зберегти динаміку за рівнем декарбонізації, але примножити розвиток економіки. І одним із ключових питань у цьому є розвиток альтернативних джерел енергії: до 2030 року ми хочемо, щоб не менше ніж 25% енергії продукувалося з альтернативних джерел. Загалом же ми вже почали прописувати план декарбонізації стосовно кожного конкретного сектору економіки й сподіваємося, що до кінця поточного року матимемо сформоване бачення цього процесу», — повідомляє віцепрем'єр-міністр.

Удодповідіпросвітовіресурсирозглядається фундаментальне питання: як до 2050 року світ може адекватно нагодувати майже 10 мільярдів людей так, щоб допомогти боротися з бідністю, дозволити світові досягти кліматичних цілей і понизити навантаження на довкілля загалом. [65]

тонн для пом'якшення наслідків.

Ознайомитися з «Меню рішень для стійкого продовольчого майбутнього» - які допоможуть вирішити проблеми, якщо вони будуть реалізовані вчасно, в масштабі та при достатній прихильності державного і приватного секторів можна за посиланням:

<https://research.wri.org/wrr-food/scope-challenge-and-menu-possible-solutions-synthesi>



Мал. 5.19 Модель GlobAgri - WRR, аналіз WRI на основі IEA (2012р.); OBOC(2012р.); Хоутон (2008р.); ОЭСР(2012р.); і ЮНЕП(2013р.).

На малюнку 5.19 наведено, що до 2050 року викиди в сільському господарстві, ймовірно, складуть близько 70% від загального допустимого об'єму викидів для усіх секторів, що створить розрив у розмірі 11 гіга-

ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ МОЖУТЬ ДЕКАРБОНІЗУВАТИ СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО [2]

Сільськогосподарське устаткування з нульовим рівнем викидів. Найбільшого скорочення викидів на фермах можна досягти шляхом переходу від традиційного устаткування і машин, які працюють на викопному паливі, таких як трактори, комбайни і сушарки, до їхніх аналогів з нульовим рівнем викидів. Економічний потенціал значний: розгортання устаткування з нульовим рівнем викидів може забезпечити економію коштів у розмірі 229 доларів США на тонну еквіваленту двоокису вуглецю. Проте, впровадження сільськогосподарського устаткування і техніки з нульовим рівнем викидів набагато відстає від електромобілів; більшість різновидів все ще перебуває на стадії перевірки концепції або прототипу. Скорочення витрат і допоміжне фінансування прискорить впровадження.

М'ясні альтернативи. За оцінками, від однієї чверті до однієї третини глобальних викидів метану припадає на травні процеси великої рогатої худоби, овець та інших жуйних тварин. Скорочення викидів метану в сільському господарстві має зазнати значних змін. Ці викиди буде важко скоротити, якщо споживачі не вирішать змінити свій раціон. Але частину м'яса та молочних продуктів можна було б з користю для здоров'я та з мінімальними витратами замінити білком з таких культур, як бобові і зернобобові.

Для цього може знадобитися більше землі та інші методи посадки, що також може скоротити знеліснення, пов'язане з розчищенням земель під пасовища.

Лабораторні технології також вказують на замінники м'яса. Деякі з них базуються на рослинах: **Beyond Meat** і **Impossible Foods** є двома провідними назвами в цій галузі. Культивоване м'ясо, вирощене у біореакторах з клітин тварин, також розвивається.

Дослідження McKinsey припускає, що до 2030 року це може стати глобальною індустрією з обігом у 25 мільярдів доларів. [54]

Інгібітори метану. Компанії розробляють кормові добавки та замінники, які перешкоджають виробленню метану, змінюючи травні процеси тварини. Випробування показали, що вони можуть понизити виробництво метану на 30-50%. Прекурсори пропіонату – клас вільних кислот або солей, таких як акрилат натрію або фумарат натрію – показали, що вони пригнічують викиди метану від великої рогатої худоби, не впливаючи на ріст тварин, і один з них увійшов до процесу схвалення ЄС.

Анаеробна обробка гною. Гній великої рогатої худоби і свиней може виділяти значну кількість метану. Перероблення гною в **анаеробних біореакторах** може скоротити викиди, а також генерувати **біогаз** – поновлювану форму природного газу, яку можна використати на фермах, продавати в мережу або використати для виробництва «золотого водню».

Такі біореактори тепер використовуються, хоча й не широко, для боротьби з запахом і патогенами. [55]

Біоінженерія підвищує продуктивність сільського господарства й уловлювання вуглецю і тим самим знижує викиди в цьому секторі. Перспективні технології включають редагування генів рослин для підвищення стійкості до хвороб та управління мікробіомом ґрунту.

Розумні добрива. Традиційно потрібно багато **викопного палива**, щоб перетворити азот з повітря на добрива. До того ж, фермерам складно чітко внести потрібну кількість добрив у потрібне місце і в потрібний час, щоб сільськогосподарські культури могли їх ефективно використовувати. Розумні біодобрива, **використовують мікроорганізми**, які виведені або створені для того, щоб жити в гармонії з

сільськогосподарськими культурами й виловлювати поживні речовини з навколишнього середовища, забезпечуючи їх культурам без відходів.

Вертикальне землеробство. Хоча нічого не можна порівняти зі свіжими фруктами та овочами, сумна реальність така, що більшість свіжих продуктів, яку вживають у їжу в Канаді, на півночі США та в Північній Європі, надходить з промислових ферм на південному заході США або у південній півкулі. **Вуглецевий слід цього ланцюга** на великій відстані значний, а якість продукції не завжди найкраща. Вертикальні ферми нового покоління мають змінити цю ситуацію внаслідок використання енергоощадних світлодіодних світильників для цілорічного вирощування сільськогосподарських культур поряд з будинком. Такі сільськогосподарські підприємства з контрольованим середовищем використовують менше води та робочої сили, ніж звичайні ферми, і виробляють велику кількість свіжих фруктів та овочів на невеликих ділянках землі. [56]

КОМПАНІЯ «БАЙЄР» ОГОЛОСИЛА ПРО ЗАПУСК В УКРАЇНІ СВОЄЇ ГЛОБАЛЬНОЇ ВУГЛЕЦЕВОЇ ІНІЦІАТИВИ, ГОЛОВНОЮ МЕТОЮ ЯКОЇ Є ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ КЛЮЧОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОДОВОЛЬНОЇ СИСТЕМИ З АКЦЕНТОМ НА ДІЯЛЬНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВИРОБНИКІВ.

Вона об'єднує агровиробників та інших учасників ланцюга продовольчої системи для зменшення викидів вуглецю, таким чином сприяючи досягненню цілей Європейського зеленого курсу. [57]

Нова європейська Вуглецева ініціатива визнає ключову роль агровиробників та їхніх земель у створенні стійкої позитивної дії на довкілля, а також створенні міцної та стійкої продовольчої системи. Програма є невіддільною частиною зобов'язань «Байєр» зі стійкого розвитку, спеціально спрямованих на зменшення викидів парникових газів на 30% до 2030 року.

Пілотний проєкт програми передбачає кілька етапів. На першому етапі визначається поточний вміст вуглецю в ґрунті на полях господарств-учасників як точка відліку. Наступний етап передбачає імплементацію сільськогосподарських кліматично розумних практик з постійним їхнім вдосконаленням та доповненням. На останньому етапі основне завдання полягає у розробці та налаштуванні точного та надійного цифрового інструменту моніторингу, звітності та перевірки.

Очікується, що це нове цифрове рішення розроблять протягом найближчих трьох років, а його впровадження відбудеться в межах провідної платформи для точного землеробства **Climate FieldView™**.

«Основна ідея Вуглецевої ініціативи – створити додаткову цінність для агровиробників, які застосовують кліматично розумні практики ведення сільського господарства, такі як використання покривних культур, зменшення обробки ґрунту, сівозміни та точне внесення азотних добрив.

Ця діяльність допомагає утримувати вуглець у ґрунті, водночас покращуючи його стан, стійкість та продуктивність, а також обмежує викиди в атмосферу», – коментує Юрій Романько, керівник департаменту агрономічних рішень Аграрного підрозділу «Байєр» в Україні, - «Також впровадження кліматично розумних практик допоможе українським агровиробникам завчасно підготуватись до вимог Європейського зеленого курсу та покращити доступ до європейських ринків».

Запуск програми в Європі та Україні є частиною глобальної Вуглецевої ініціативи компанії, яка стартувала у США і Бразилії в липні 2020 року.

NESPRESSO ДОТРИМУЄТЬСЯ ПРИНЦИПУ ВУГЛЕЦЕВОЇ НЕЙТРАЛЬНОСТІ ЗА СВОЇМИ ОПЕРАЦІЙНИМИ ПРОЦЕСАМИ З 2017 РОКУ І СЬОГОДНІ ЗОБОВ'ЯЗУЄТЬСЯ ДОСЯГТИ ПОВНОЇ ВУГЛЕЦЕВОЇ НЕЙТРАЛЬНОСТІ.[58]

Компанія Nespresso бере на себе зобов'язання звести до нуля вуглецевий слід, що залишається від виробництва кожної капсули кави домашньої та професійної систем. Нова ініціатива буде реалізована на основі більш ніж 10-річної роботи, в межах якої компанія Nespresso вже скоротила шкідливі викиди та нейтралізувала вуглецевий слід, що залишився, завдяки великій програмі агролісомеліорації. Компанія Nespresso має намір стати вуглецево-нейтральною завдяки наступним ініціативам:

1. Скорочення викидів вуглекислого газу. Ключовим елементом цієї ініціативи Nespresso є декарбонізація виробничого ланцюжка продукту, що включає:

- екологічне використання енергії в межах діяльності Nespresso: використання 100% відновлюваної енергії у всіх бутиках Nespresso та розширення застосування біогазу у процесі виробництва;
- циклічне використання продуктів та

пакування Nespresso: збільшення обсягів переробленого пластику у виробництві кавомашин Nespresso, а також переробленого та низьковуглецевого первинного алюмінію при виготовленні кави-капсул.

2. Посадка дерев на території плантацій і на території поряд з ними: дерева найкраще поглинають вуглець з атмосфери у вигляді вуглекислого газу.

Це дозволяє інвестувати в природу та відновлювати сільськогосподарську систему. Деревата також забезпечують тінь, необхідну для покращення якості та збільшення кількості кавового врожаю. Коріння дерев допомагає запобігти ерозії та виникненню зсувів, а також сприяють регенерації ґрунту. У партнерстві з Pur Project компанія Nespresso збільшить кількість висаджених дерев утричі у таких країнах-виробниках кави, як Колумбія, Гватемала, Ефіопія та Коста-Ріка.

3. Посилення дій для досягнення моментального позитивного ефекту (компенсаційні заходи): Nespresso інвестуватиме кошти в проєкти з підтримки та відновлення лісових масивів, а також впроваджуватиме екологічно чисті інструменти у роботу фермерських спільнот.

Це вуглецево-нейтральне зобов'язання – частина глобальної ініціативи зі сталого розвитку компанії. Програма передбачає збереження виняткових сортів кави, створення стійкої та регенеративної системи кавового сільського господарства та фермерських спільнот, а також стабільний рівень життя фермерів та формування циклічного процесу роботи, що базується на відновленні ресурсів.

ДОСТАВКА У БАГАТОРАЗОВОМУ ПАКУВАННІ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ ТЕХНОЛОГІЇ.

Good Club — це доставка FMCG у Великій Британії в багаторазовому зворотному

пакуванні. Всього в такому пакуванні надано понад 70 найменувань. Коли надходить доставка, покупець перекладає продукцію з брендованої тари у власні контейнери, а наступного дня надсилає тару назад. Після цього **Good Club** миє та наповнює тару продуктами та весь цикл повторюється. Всі товари індивідуально упаковані в пластикові банки без бісфенолу А, доставляються в пластиковій сумці, яка щільно закрита багаторазовими стяжками. Порожню тару покупець може залишити на порозі або здати в Hermes ParcelShops. Доставку і збір кур'єр здійснює пішки, на велосипеді або електротранспортом. Все екологічно та безпечно. Good Club стверджує, що в них найбільший у світі асортимент екологічно чистих продуктів без відходів.

OddBox — буквально з англійської «дивна коробка». Суть сервісу: користувач оформляє на сайті підписку на доставку і раз на тиждень отримує коробку з сезонними овочами преміум якості. Розмір коробки можна обрати залежно від розміру родини, а також можна визначити індивідуальний вміст (тільки овочі, фрукти або мікс). У березні 2020 року **Oddbox** залучив приблизно 3,2 мільйона євро з фондів Northern Venture Capital Trust (VCT) з планами розширення по всій країні.

Компанія планує впроваджувати нові технології гейміфікації — панель моніторингу «персонального впливу», яка показує клієнтам кількість харчових відходів, викиди вуглекислого газу та економію води. [59]

Agricool - французький стартап, який займається вирощуванням полуниці в переобладнаних транспортних контейнерах. Такі контейнери можна розташувати у великих містах: вони займають мало місця і за рік у них можна виростити стільки ж ягід, скільки на полі площею у 120 разів більше. Водночас, на відміну від заміської плантації, контейнер

можна використовувати цілий рік. Успіх Agricoool — один з проявів тренду на розробку нових сільськогосподарських технологій. Відхід від традиційного вирощування овочів пропагують багато експертів, найвідоміший з яких Білл Гейтс.

[60]

БУДУЩЕЕ НАЧИНАЕТСЯ С



БУДІВНИЦТВО ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ БУДІВЕЛЬ ВИРОБЛЯЮТЬ 38% ГЛОБАЛЬНИХ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ.

Попри те, що існує безліч технологій, що допомагають декарбонізувати сектор, є гостра потреба прискорення інвестицій для масштабного впровадження цих рішень у містах по всьому світу.

З 38% глобальних викидів, пов'язаних з енергетикою, у будівельному секторі близько 9% виникає безпосередньо внаслідок використання викопного палива в будинках (3% - у нежитлових приміщеннях, 6% - у житлових), 19% — побічно внаслідок виробництва тепла та електроенергії, що використовується в будинках (8% - нежитлові, 11% - житлові), і ще 10% належать до матеріалів та будівельної галузі.

Викиди CO₂ під час будівництва вважаються «втіленими». Викиди CO₂ можуть становити 20-30% від загальних викидів будівлі протягом його терміну служби. Втілені викиди - це викиди вуглецю внаслідок споживання невідновлюваної електроенергії під час будівництва, вуглецю, пов'язаного з усіма будівельними матеріалами (від видобутку до перероблення та доставлення), та вуглецю від палива, що використовується машинами та обладнанням. [71]

Оскільки більш ніж половина населення світу проживає в містах, міста відіграють ключову роль у боротьбі зі зміною клімату. Кожна будівля на планеті має бути «чистим нульовим вуглецем» до 2050 року, щоб утримати глобальне потепління нижче 2°C.

Відповідно до нового **звіту Всесвітньої ради з екологічного будівництва (WorldGBC)**, зараз по всьому світу налічується 500 комерційних будівель з нульовими викидами і 2000 будинків з нульовими викидами (значно менше, ніж 1 відсоток всіх будівель у світі), що вимагає величезних і скоординованих зусиль з боку підприємств, уряду та неурядових

організацій, щоб наблизити будівельний сектор до цілей Паризької угоди. [72]

У звіті, схваленому Програмою ООН з навколишнього середовища й опублікованому Європейською федерацією будівельної промисловості, висвітлюються дії, які вважаються необхідними для надання допомоги всім країнам у зниженні викидів вуглецю.

10 ОСНОВНИХ КРОКІВ ЩОДО ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ за версією The Global Alliance for Buildings and Construction (Global ABC) [73]:

1. Розробити та впровадити амбітний енергетичний кодекс для будівель.
2. Підтримка використання інтегрованого дизайну.
3. Сприяти глибокому енергетичному оновленню.
4. Декарбонізація громадських будівель як приклад для усіх.
5. Використовувати енергетичну інформацію та зміну поведінки для підвищення енергоефективності.
6. Сприяти фінансуванню енергоефективності.
7. Забезпечити легкий доступ до інформації про вуглецевий слід матеріалів.
8. Розробити політику державних закупівель, що стимулює використання матеріалів з низьким вуглецевим слідом.
9. Інтеграція екологічних рішень у міське планування, будівництво будівель та споруд.
10. Розробка інтегрованих стратегій та планів стійкості для забудованого середовища.

ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ВИКИДІВ НОВИХ БУДІВЕЛЬ

Скорочення викидів нових будівель потребує іншого підходу, ніж для декарбонізації будівель. Зараз правила для новобудов посилюються, вимагаючи вищих рівнів ізоляції: наприклад, нові будівлі в Європейському Союзі тепер підпадають під дію **Директиви про енергоефективність будівель**. До того ж, декарбонізацію матеріалів може бути досягнуто шляхом поєднання кількох основних заходів:

Скорочення попиту та циркулярність.

Зниження потреби в первинних ресурсах завдяки оптимізації проєктування та процесів (включаючи скорочення відходів, зменшення площі будівлі та обмеження перевищення технічних вимог), а також шляхом підвищення замкнутого циклу для матеріалів та компонентів (включаючи збільшення використання відходів та зниження втрат при переробленні). Використання генеративного проєктування для створення проєктів, що базуються на результатах, які допомагають визначити та прояснити, як різні матеріали та варіанти дизайну можуть знизити викиди парникових газів.

Ефективні будівельні системи

Скорочення викидів від нерухомості потребує підвищення енергоефективності будівель за допомогою таких технологій, як світлодіодне освітлення, високо-ефективне ОВКП та управління енергоспоживанням. Але однієї ефективності недостатньо. Будівлі, як і транспортні засоби, мають бути електричними. Використання теплових pomp для обігріву будівель замість традиційних котлів і печей може скоротити глобальні викиди CO₂ на 3 гігатонни на рік, за умови реалізації у всьому світі. Сучасні моделі у 2,2-4,5 рази ефективніші за газові печі, а останні досягнення, такі як багатоступеневі компресори або компресори зі змінною швидкістю,

дозволяють тепловим помпам працювати в холодних умовах, які колись викликали проблеми. До того ж, енергореактивні вікна і вікна зі вбудованими сонячними батареями можуть дозволити будівлям генерувати усю необхідну їм енергію.

Оптимізація конструкції та матеріалів.

Заміна матеріалів широкого вжитку та обладнання більш енергоефективними альтернативами, включаючи заміну низьковуглецевими матеріалами, матеріалами з вищими експлуатаційними характеристиками та електрифікацію важкого обладнання. Прагнення до виробництва проєктів, модульності та віддаленого будівництва, щоб зменшити загальний обсяг будівельного процесу.

Декарбонізація матеріалу. Скорочення викидів під час виробництва необхідних матеріалів, включно з підвищенням ефективності виробництва, електрифікацією технологічного обладнання та технологічними досягненнями. [74]

Згідно зі звітом **Всесвітнього економічного форуму «Accelerating the Decarbonization of Buildings: The Net-Zero Carbon Cities Building Value Framework»**

виявлено три ключові інсайти для максимізації споживчої вартості будівництва:

1. Інвестування в технології декарбонізації та поєднання їх між собою для досягнення більшого ефекту.

Такі технології, як теплові помпи, розподілені відновлювані джерела електроенергії та накопичувачі можуть надати більшу сукупну дію на скорочення викидів, якщо впроваджувати їх разом, а не окремо. Наприклад, розподілене виробництво енергії більш ефективно в поєднанні з накопичувачами, ніж поодиночі.

2. Інвестування у цифрові технології. Будівлі, обладнані системами оперативного використання даних (наприклад, дані про енергоспоживання та викиди) та систе-

мами зв'язку (для забезпечення інтелектуальної оптимізації), будуть більш стійкими до майбутнього. Цифрові технології та вільне володіння даними посилять вплив низьковуглецевого технологічного втручання шляхом покращення підтримки прийняття оперативних рішень або автоматичного управління системами будівлі. Використання цифрових двійників може покращити моделювання рішень та підвищити ефективність під час будівництва, експлуатації та технічного обслуговування.

3. Інвестування в екосистемні послуги міста. Будинки можуть стати наріжним каменем для оптимізації транспорту і декарбонізації енергетики, надаючи послуги для ширшої екосистеми міста. Ті будівлі, що оснащені інтелектуальними рішеннями генерації, зберігання та управління енергією можуть сприяти попиту на загальноміську декарбонізацію, пропонуючи рішення, які не вимагають руйнівної модернізації мережі. Також спільно розміщені інтелектуальних зарядних станцій для електромобілів у багатоквартирних або комерційних будівлях можуть надавати мережеві послуги та сприяти декарбонізації індивідуального транспорту. [75]

4. Правила на горизонті. До 2030 Амстердам вдвічі скоротить використання сировини, а до 2050 буде повністю безвідходним. Париж, який хоче, щоб до 2030 року 50 відсотків будівельних майданчиків не відправляли відходи на звалища, намагається тримати першість у розробці принципів повторного використання. Це спонукає девелоперів зосередитись на проєктах, які можуть виконувати різні функції з часом – житло, офіси, готелі – без потреби ремонту чи серйозної модернізації. До 2030 року 30% офісних приміщень мають адаптуватися.

5. Нові матеріали стимулюють прогрес
Постійна нестача будівельних матеріалів

також сприяла зростанню усвідомлення необхідності принципів замкнутого циклу у сфері нерухомості. Водночас зростає асортимент матеріалів, що повторно використовуються та підтримують кругову конструкцію, таких як продукти Cradle to Cradle (C2C), які можна повертати виробникам для повторного використання.

Вуглецево негативні матеріали, включно з ізоляцією з міцелію і певними біопластиками, видаляють вуглець з атмосфери під час виробництва. Інновації у виробництві також призвели до створення вуглецево-нейтрального бетону та низьковуглецевої сталі. В основі таких продуктів є нове покоління стійких розробок.

Багатофункціональний парк 20|20 в Амстердамі, в якому представлена одна з найбільших у світі колекцій матеріалів C2C, таких як багаторазові структурні каркаси, є одним з головних героїв.

У Гамбурзі компанія Landmarken AG зараз будує перший у Німеччині житловий

комплекс, в якому понад 50 відсотків матеріалів було обрано з урахуванням можливості повторного використання, і багато з них сертифіковано Cradle to Cradle.

Такі схеми, як лондонська оцінка викидів вуглецю за весь життєвий цикл та паризька RE2020, стимулюватимуть нові розробки найближчими роками. [67]

ЯК ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМУЮТЬ СУЧАСНІ БУДИНКИ У ВІДМІННОМУ СТАНІ [66]

Розумна стійкість

У Сінгапурі Capital Tower використовує інтелектуальну систему управління будівлею з датчиками вуглекислого газу та чадного газу для підтримки якості повітря. У лондонській будівлі Crystal Building є «розумні» вікна, які реагують на зовнішні погодні умови, автоматично налаштовуючись для мінімізації енергії, що споживається кондиціонуванням повітря, тоді як будівля повністю опалюється коштом природних джерел, зводячи рахунки за опалення до нуля. Інтелектуальні мікромережі, у яких будівля виробляє, зберігає та розподіляє власну енергію, є ще одним популярним вибором. Штаб-квартира Apple у Каліфорнії повністю живиться від **відновлюваної енергії**, що генерується мікромережами, а будівля EDGE в Амстердамі **генерує більше енергії, ніж споживає**.

Технології для офісів нового покоління.

Аквапарк RBC Place в Торонто використовує датчики для полегшення багатьох аспектів робочого дня: від інтелектуальних ліфтів, які доставляють співробітників туди, куди вони хочуть, максимально швидко, до оптимальної температури в конференц-залах. Такі невеликі, але важливі зміни в офісному середовищі можуть вплинути на продуктивність співробітників. У будівлі Glumac в Шанхаї системи очищення повітря, вбудовані в стіни, покращують якість повітря, а співробітники можуть перевіряти забруднення повітря всередині та зовні приміщень за допомо-

гою спеціальної програми. У цих системах вбудовані датчики можуть відстежувати його стан, щоб полегшити профілактичне обслуговування, автоматично записуючись на обслуговування до того, як вийде з ладу обладнання, щоб мінімізувати витрати на ремонт. Усі ознаки вказують на зростання ринку інтелектуальних будівель: понад 80 відсотків нових будівель включають принаймні один аспект інтелектуальних технологій, таких як інтелектуальне освітлення або опалення.

Зберігання енергії. Від великих літій-іонних батарей до вироблення енергії під дією сили тяжіння, накопичення енергії стає життєво важливою особливістю екологічних будівель. У поєднанні з виробництвом відновлюваної енергії це не лише допомагає стабілізувати електричні мережі, а й забезпечує чистішу енергію з меншими витратами. Візьміть забудовника Wasatch Group та його 600 житлових одиниць з сонячними панелями та накопичувачами, підключеними до розподіленої системи зберігання, яка також може продавати енергію назад у мережу. Можливості зберігання енергії все ще з'являються. У міру того, як електромобілі набирають обертів, інфраструктура зарядки також може бути інтегрована в енергетичні системи будівель, що дозволить використовувати припарковані автомобілі як акумулятори.

Вікна зі штучним інтелектом. Енергоефективне проєктування будівель часто використовує природне освітлення, а «розумне» скло дозволяє краще контролювати денне світло, тепло та відблиски. Наприклад, підключене до інтернету скло від View Inc. використовує штучний інтелект для автоматичного тонування скла для створення більш комфортних умов у приміщенні, знижуючи при цьому залежність від освітлення та кондиціонування повітря. Розумне скло Hailo реагує на команди користувача або час доби, щоб за-

темнити або освітлити приміщення, максимізуючи природне освітлення.

Сенсорні двигуни. Двигуни, що запускають такі системи, як кондиціонери, холодильники, вентилятори та ліфти, несуть відповідальність за велику кількість енергії, тобто й за підвищення витрат. Двигуни нового покоління **Turntide Technologies** поєднують оптимальне ефективне об'єднання, що забезпечує життєдіяльність будівель. Двигуни з підключенням до інтернету містять датчики, які контролюють операції, щоб забезпечити ефективну роботу, скорочуючи споживання енергії, щоб не лише зменшити витрати, а й викиди, сприяючи переходу будівлі на нульовий викид вуглецю.

СТВОРЕННЯ БУДІВЕЛЬ З ПЕРЕРОБЛЕНИХ ВІДХОДІВ ТА ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГІЇ.

Побудована у 2018 році будівля **EDGE Olympic** в Амстердамі - це офісна будівля, перебудована зі старого поштового відділення. Забудовник сформував проєкт на основі цілісного чотирикомпонентного підходу, що включає добробут, сталий розвиток, дизайн і технології. У будівлі реалізовано принципи кругового, безвідходного принципу проєктування та інтелектуальну цифрову інфраструктуру, що оптимізує енергоспоживання. Загалом 50% використаних матеріалів були перероблені з первісної будівлі, включно з натуральним каменем, взятим з фасаду, який був використаний як покриття для підлоги. Два верхні поверхи збудовані з дерева, яке може бути відносно легко розібране для майбутнього повторного використання. Цифрова інфраструктура будівлі дозволяє співробітникам регулювати умови на робочому місці, такі як температура та освітлення за допомогою додатку, що максимально підвищує зручність життя. У будівлі здійснюється постійний моніторинг довкілля завдяки 15 000 датчикам,

які вимірюють мікроклімат у приміщенні. Будівля є енергонеутральною та споживає на 70% менше, ніж нежитловий будинок загалом. Робочий простір є відносно доступним за ціною. Попри те, що в будівлі втілені останні досягнення в галузі добробуту та стійкості, орендна плата не перевищує ринкову ставку, що допомагає забезпечити заповнюваність понад 90%. Розподільний центр **Lidl у Järvenpää** площею 60 000 квадратних метрів є найбільшим складом в Фінляндії. Побудований у 2019 році центр працює на 100% відновлюваної енергії й виробляє більше енергії, ніж споживає протягом року. Для досягнення максимально можливої ефективності склад з цифровими технологіями використовує мікромережу разом з комплексною системою управління будівлею для збирання, прогнозування та оптимізації роботи ресурсів на об'єкті з використанням даних у режимі реального часу та алгоритмів машинного навчання.

Це також перша будівля у Фінляндії з комбінованою системою опалення та охолодження, яка акумулює тепло для холодних днів або постачає надлишки до міської тепломережі – для нагрівання води приблизно для 500 приватних будинків. Так само, розподільний центр забезпечує електроенергією **Fingrid** (Finland's transmission system operator), забезпечуючи стабільність енергосистеми. У проєкті використано інтегровану систему **Schneider Electric EcoStruxure™ Microgrid** та **EcoStruxure Building**. Експлуатація будівлі забезпечує економію витрат на електроенергію до 70%. [68]

СТВОРЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗІ 100% ПЕРЕРОБЛЕНИХ ВІДХОДІВ З ПОЗИТИВНИМ ВУГЛЕЦЕВИМ ВПЛИВОМ НА НАШУ ПЛАНЕТУ.

Сьогодні компанії **Biomason** і **StoneCycling** - дві найінноваційніші у світі компанії з виробництва екологічно чистих будівельних матеріалів.

Biomason – єдина у світі компанія, яка використовує біологію для виробництва цементу. З 2012 року компанія використовує мікроорганізми для вирощування стійкого, структурного біоцементу за температури навколишнього середовища, використовуючи силу біотехнології, щоб заново винайти традиційний цемент та запропонувати дружню планеті альтернативу. Біоцемент дозволить усунути 25% глобальних викидів вуглецю бетонної промисловості до 2030 року. Біоцемент Biomason використовується у проєктах по всій території США та Європи.

BioBasedTiles – це збірні бетонні плити, які мають один з найнижчих вуглецевих слідів на ринку. Завдяки партнерству з данським виробником бетону IBF, компанія Biomason створює нове підприємство у Данії, яке дозволить збільшити європейські виробничі потужності з випуску біоцементу. [69]

StoneCycling - виробнича компанія зі штаб-квартирою в Амстердамі, що виробляє екологічно чисті високоякісні будівельні матеріали з відходів зносу та промислових відходів. StoneCycling сертифікований CE та відповідає стандартам Європейського Союзу щодо здоров'я, безпеки та захисту навколишнього середовища.

StoneCycling працює з компаніями з утилізації відходів, архітекторами, дизайнерами та забудовниками, щоб адаптувати матеріали ручної роботи для різних цілей. Продукція компанії включає цеглини, які є міцними, твердими, легко розкладаються та оброблені природним шляхом. Компанія прагне виробляти продукцію, яка технічно справна та естетична, з різноманітними варіантами кольору та текстури. [70]

ОПИТУВАННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ БІЗНЕСУ ТА ЕКСПЕРТІВ

Бізнес: взяли 11 інтерв'ю з представниками наступних галузей

- агросектор;
- енергетика;
- легка промисловість;
- логістика;
- будівництво;
- виробництво;
- телекомунікації;

Експерти: поспілкувалися з 4 представниками.

Станіслав Зінченко - голова комітету екології та сталого розвитку Європейської Бізнес Асоціації.

Олег Ярошеко - експерт з декарбонізації нафтогазової галузі.

Олексій Рябчин - advisor to the CEO on low-carbon businesses в Нафтогаз.

Max Gruenig - засновник Post Carbon Cities <https://pocacito.eu/>

Всього: 15 інтерв'ю.

ПЕРШИЙ РОЗДІЛ

1. How the European Union could achieve net-zero emissions at net-zero cost <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/how-the-european-union-could-achieve-net-zero-emissions-at-net-zero-cost>
2. European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_3541
3. Європейський закон про клімат https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/european-climate-law_en
4. Механізм про запобігання перенесенню вуглеводомістких виробництв за межі ЄС, або імпорт товарів з вуглеводомістких виробництв до ЄС https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661
5. Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_3541
6. New Coalition Announces Bold Plan to Decarbonize Europe's Food System <https://www.eitfood.eu/news/post/new-coalition-announces-bold-plan-to-decarbonize-europes-food-system>
7. EU invests over €1 billion in innovative projects to decarbonise the economy https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_6042
8. Європейський Зелений Курс <https://ukraine-eu.mfa.gov.ua/posolstvo/galuzeve-spirobitnictvo/klimat-yevropejska-zelena-ugoda>
9. Водень — один з найважливіших векторів відродження України <https://www.hydrogen.ua/ua/novyny/1621-voden-odin-z-najvazhlivishikh-vektoriv-vidrodzhennya-ukrajini>
10. Загальна сума прямих збитків інфраструктури зросла до \$114.5 млрд <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zagalna-suma-pryamih-zbitkiv-infrastrukturi-zrosla-do-114-5-mlrd/>
11. Кращі практики реструктуризації боргу та повоєнного «зеленого» відновлення: можливості для України <https://dixigroup.org/wp-content/uploads/2022/04/kvartalnyk-n1-4-1.pdf>
12. Україна приєдналася до європейської програми LIFE для клімату та довкілля <https://mepr.gov.ua/news/39343.html>
13. Швейцарія інвестуватиме у проєкти з пом'якшення зміни клімату в Україні <https://ua-energy.org/uk/posts/shveitsariia-investuvatyme-u-proiekt-y-z-pomiakshennia-zminy-klimatu-v-ukraini>
14. В Україні з'явиться німецьке бюро з водневої дипломатії <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/v-ukraini-z-yavitsya-nimecke-bjuro-z-vodnevoi-diplomatii/>
15. Єврокомісія визнала газ та атомну енергію зеленими інвестпроєктами <https://1news.com.ua/svit/yevrokomisiya-vyznala-gaz-ta-atomnu-energiyu-zelenymy-investproektamy-novyny.html>
16. НКРЕКП має намір зменшити вимоги до молярної частини кисню в природному газі для розвитку ринку біометану в Україні <https://interfax.com.ua/news/greendeal/844165.html>
17. Сміттєзвалища залишаються? Що передбачає новий закон про управління відходами і чому його критикують <https://www.the-village.com.ua/village/city/eco/327569-smitteva-reforma>

18. Кліматична платформа ФРУ. Декарбонізація повинна створювати можливості для економічного зростання <https://telegra.ph/Klimaticheskaya-platforma-FRU-Dekarbonizaciya-dolzhna-sozdavat-vozmozhnosti-dlya-ehkonomicheskogo-rosta-01-12>
19. Кандидатський статус України та пріоритет “зеленого” переходу в енергетиці <https://dixigroup.org/comment/kandidatskij-status-ukra%dl%97ni-i-prioritet-zelenogo-perehodu-v-energeticzi/>
20. Зелена енергетика та війна: чи є світло в кінці енергетичної залежності від рф <https://finance.ua/ua/saving/zelena-energetyka-ta-vijna>
21. Декларація з екологічного податку 2022 <https://www.golovbukh.ua/article/7664-deklaratsya-z-ekologchnogo-podatku>
22. Ставки екологічного податку у 2022 році <https://buh.ligazakon.net/aktualno/11559-stavki-ekologchnogo-podatku-u-2022-rots>
23. A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>
24. Оподаткування за видами палива, що використовується в індустріях ЄС https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3662
25. Carbon Credit https://www.investopedia.com/terms/c/carbon_credit.asp#:~:text=A%20carbon%20credit%20is%20a,one%20ton%20of%20carbon%20dioxide
26. What are carbon credits? How fighting climate change became a billion-dollar industry <https://www.nbcnews.com/business/business-news/are-carbon-credits-fighting-climate-change-became-billion-dollar-indus-rcna3228>
27. Квоти на викиди. Чому Україна все ще не торгує повітрям <https://www.dsnews.ua/economics/dengi-iz-vozduha-kak-novye-biznesy-zarabatyvayut-na-borbe-s-globalnym-potepleniem-23092021-437763>
28. Innovating to net zero: An executive's guide to climate technology <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/innovating-to-net-zero-an-executives-guide-to-climate-technology>
29. Swedish company to make hydrogen with nuclear reactors <https://fuelcellsworks.com/news/swedish-company-to-make-hydrogen-with-nuclear-reactors/>
30. Top 10 Cleantech Trends in 2022 <https://ihsmarkit.com/info/0122/cleanenergytechtrends2022.html>
31. Clean Sky 2. Programme overview and structure <https://www.clean-aviation.eu/clean-sky-2/programme-overview-and-structure>
32. Якими мають бути принципи повоєнної відбудови України? <https://delo.ua/uk/energetics/yakimi-mayut-buti-principi-povojennoyi-vidbudovi-ukrayini-395216/>

Додатково:

33. План зі створення зон, що охороняються, на морі та суші https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_en
34. План з досягнення Circular Economy по секторах <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>
35. Європейський закон про клімат https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/european-climate-law_en
36. Will Your Company Be “Fit for 55”? <https://www.jdsupra.com/legalnews/will-your-company-be-fit-for-55-an-3776186/>

37. Financing the green transition: The European Green Deal Investment Plan and Just Transition Mechanism https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_17
38. The EU Green Deal – a roadmap to sustainable economies <https://www.switchtogreen.eu/the-eu-green-deal-promoting-a-green-notable-circular-economy/>
39. EU - Country Commercial Guide <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/eu-import-requirements-and-documentation>
40. Регулювання та вимоги щодо імпорту в ЄС <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/eu-import-requirements-and-documentation>
41. Як СВМ вплине на українську економіку <https://www.eurointegration.com.ua/articles/2021/12/1/7130830/>
42. Як вуглецевий податок буде працювати <https://www.bcg.com/publications/2021/eu-carbon-border-tax>
43. Податкова декларація до економічного податку <https://www.golovbukh.ua/article/ru/7975-deklaratsiya-po-ekologicheskomu-nalogu>
44. How a post-pandemic stimulus can both create jobs and help the climate <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/how-a-post-pandemic-stimulus-can-both-create-jobs-and-help-the-climate>
45. Ukraine Has the World's Lowest Carbon Tax <https://www.climatescorecard.org/2020/03/ukraine-has-the-worlds-lowest-carbon-tax/>
46. Декарбонізація: Вирішення питань декарбонізації на стику мереж <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:cb9d433b-155c-441a-b329-096299761b1b/whitepaper-siemens-decarbonization-at-the-grid-edge-ru.pdf>
47. Carbon Border Adjustment Mechanism: Questions and Answers https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661
48. What Countries Have A Carbon Tax? <https://earth.org/what-countries-have-a-carbon-tax/#:~:text=There%20are%20currently%2027%20countries,%2C%20the%20UK%2C%20and%20Ukraine.>
49. Fit for 55 package: carbon pricing in the transport sector <https://dr2consultants.eu/fit-for-55-package-carbon-pricing-in-the-transport-sector/>
50. How the European Union could achieve net-zero emissions at net-zero cost <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/how-the-european-union-could-achieve-net-zero-emissions-at-net-zero-cost>
51. European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_3541

ДРУГИЙ РОЗДІЛ

Енергетика

1. Emissions by sector by Hannah Ritchie and Max Roser <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector#agriculture-forestry-and-land-use-18-4>
2. Innovating to net zero: Посібник для керівників із кліматичних технологій <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/innovating-to-net-zero-an-executives-guide-to-climate-technology>
3. Deloitte at the Reuters Events' Global Energy Transition 2022 <https://www2.deloitte.com/global/en/pages/energy-and-resources/events/global-energy-transition-reuters-events>

- html
4. План дій щодо впровадження REPowerEU https://gasforclimate2050.eu/wp-content/uploads/2022/04/Gas-for-Climate-Action-Plan-for-implementing-REPowerEU_v2.pdf
5. Водень для транспорту, опалення та енергетики <https://www.hydrogen.ua/ua/prescenter/blog-ua/1017-voden-dlya-transportu-opalennya-ta-energetiki>
6. Довгострокове зберігання енергії для відновлюваної мережі <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/net-zero-power-long-duration-energy-storage-for-a-renewable-grid>
7. Addressing decarbonization at the grid edge <https://new.siemens.com/global/en/company/topic-areas/smart-infrastructure/grid-edge.html>
8. Декарбонізація. Вирішення питань декарбонізації на стику мереж <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:cb9d433b-155c-441a-b329-096299761b1b/whitepaper-siemens-decarbonization-at-the-grid-edge-ru.pdf>
9. A Roadmap for the Global Energy Sector. Net Zero by 2050 <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
10. Не газуй на морозі, Україно! https://zn.ua/ukr/energy_market/ne-gazuy-na-morozi-ukrayino-343919_.html
11. Зелено-вугільний парадокс https://zn.ua/energy_market/zeleno-ugolnyy-paradoks-356395_.html
12. Водень як козир України <https://www.hydrogen.ua/ua/prescenter/blog-ua/1546-voden-yak-kozir-ukrajini>
13. В Тернополі встановили першу в Україні інноваційну сонячну панель Smartflower <https://golos.te.ua/v-ternopoli-vstanovyly-pershu-v-ukraini-innovatsiynu-soniachnu-panel-smartflower/#>
14. Українські інженери створюють зарядки для електромобілів, їх стартап залучив \$4,7 млн від BMW і Ventures <https://delo.ua/business/ukrainskie-inzenery-sozdayut-zaryadki-dlya-elektromobilei-ix-startap-privlek-47-mln-ot-bmw-i-ventures-391292/>
15. «Блакитний Дунай» - можливість для розвитку водневої економіки в Україні <https://www.hydrogen.ua/ua/prescenter/blog-ua/1299-blakitnij-dunaj-mozhlyvist-dlya-rozvitku-vodnevoi-ekonomiki-v-ukrajini>
16. За даними НЕК «Укренерго» - За 9 місяців 2021 року споживання електроенергії в Україні зросло на майже 7% <https://ua.energy/zagalni-novyny/za-9-misyatsiv-2021-roku-spozhyvannya-elektroenergiyi-v-ukrayini-zroslo-na-majzhe-7/>
17. В Україні запроваджуватимуть велику програму енергозбереження <https://www.president.gov.ua/news/v-ukrayini-zaprovadzhuvatimut-veliku-programu-energozberezhe-71049>
18. Національний план дій з енергоефективності НА ПЕРІОД ДО 2030 РОКУ Міненерго <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245616915>
19. Як Україна має намір скоротити викиди парникових газів на 65% до 2030 року – огляд <https://greendeal.org.ua/ru/kak-ukraina-namerena-sokratit-vybrosy-parnikovyyh-gazov-na-65-k-2030-godu-obzor/>
20. Агресія РФ поставила під загрозу плани України щодо декарбонізації <https://ecopolitic.com.ua/news/agresiya-rf-postavila-pid-zagrozu-plani-ukraini-z-dekarbonizacii-2/>
21. Майбутнє «зеленої» генерації в Україні після війни <https://www.hydrogen.ua/ua/prescenter/blog-ua/1637-majbutne-zelenoji-generatsiji-v-ukrajini-pislya-vijni>
22. Декарбонізація галузей промисловості світу: Посібник із нульового чистого при-

бутку для дев'яти ключових секторів <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/decarbonizing-the-world-industries-a-net-zero-guide-for-nine-key-sectors#automotive>

23. Декарбонізація стає більш пріоритетною. Ось як це можна зробити — і скільки це може коштувати. <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/how-to-decarbonize-global-power-systems>

Металургія

24. Проблема декарбонізації сталі <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/decarbonization-challenge-for-steel>
25. Дніпровський метзавод скоротив викиди CO₂ на 80% <https://gmk.center.ua/opinion/dniprovs-kij-met-zavod-za-p-yat-rokiv-skorotiv-vikidi-so2-na-80/>
26. Сталеве серце «зеленої» економіки. <https://focus.ua/uk/ukraine/490946-stalnoe-serdce-zelenoy-ekonomiki-kak-interpayp-stal-zabotitsya-ob-ekologii-ukrainy>
27. елена металургія в Україні та світі за даними асоціації Worldsteel за 2019 рік <https://greensteel.com.ua/>
28. Guest post is by Caitlin Swalec, research analyst at Global Energy Monitor. These 553 steel plants are responsible for 9% of global CO₂ emissions <https://www.carbonbrief.org/guest-post-these-553-steel-plants-are-responsible-for-9-of-global-co2-emissions>
29. Report | Starting from scrap. The key role of circular steel in achieving climate goals. <https://sandbag.be/index.php/2022/06/20/starting-from-scrap-the-key-role-of-circular-steel-in-achieving-climate-goals/>
30. Виробництво сталі у червні 2022 р. <https://worldsteel.org/media-centre/press-releases/2022/june-2022-crude-steel-production/>
31. Оперативні показники роботи ГМК України у I кварталі 2022 р. <https://www.ukrmetprom.org/operativni-pokazniki-roboti-gmk-ukra-37>
32. Декарбонізація металургії стане можливою в Україні завдяки співпраці Метінвесту та SMS group <https://minprom.ua/news/279659.html>
33. Друге життя металургії: що робить Метінвест для декарбонізації виробництва <https://metinvestholding.com/ru/media/article/vtoraya-zhiznj-metallurgii-chto-delaet-metinvest-dlya-dekarbonizacii-proizvodstva>
34. Danieli вкладе €200 мільйонів у виробництво «зеленої» сталі в Хорватії <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/danieli-vklade-e200-miljoniv-u-virobnictvo-zelenoi-stali-v-horvatii/>
35. Місце української металургії в «зелених» ланцюжках постачання <https://dia.dp.gov.ua/misce-ukra%D1%97nsko%D1%97-metallurgii%D1%97-v-zelenix-lancyuzhkah-postavok/>
36. Декарбонізація виробництва сталі: виклик XXI століття <https://metinvestholding.com/ua/media/article/dekarbonizaciya-proizvodstva-stali-vizov-xxi-stoletiya>
37. Вирішуємо проблему декарбонізації виробництва сталі <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/tackling-the-challenge-of-decarbonizing-steelmaking>
38. Зелена металургія: яким чином Green Deal можливий в Україні <https://biz.nv.ua/ukr/markets/ukrajinska-metallurgiya-staye-ekologichnoyu-interpayp-stal-zrazok-vidpovidalnogo-virobnictva-50157321.html>

Логістика та транспорт

39. How the transport sector will (have to) change to tackle the climate crisis <https://visevic.medium.com/how-the-transport-sector-will-have-to-change-to-tackle-the-climate-crisis-7b50cde1f6c8>
40. Група Рабен підписала свою першу позику, пов'язану зі стійким розвитком <https://ukraine.raben-group.com/ru/novosti/podrobnnee/gruppa-raben-podpisala-svoi-pervyi-zaim-svjazannyi-s-ustoichivym-razvitiem>
41. Maersk-Report - 2021 <https://maerskevent.com/wp-content/uploads/2021/07/Maersk-Report.pdf>
42. ZEROe concept aircraft <https://www.airbus.com/en/innovation/zero-emission/hydrogen/zeroe>
43. Tracking Transport 2021 <https://www.iea.org/reports/tracking-transport-2021>
44. A strategy to decarbonize the global transport sector by 2050, explained By: Drew Kodjak <https://theicct.Org/a-strategy-to-decarbonize-the-global-transport-sector-by-2050-explained/>
45. Net-Zero Challenge: The supply chain opportunity <https://www.weforum.org/reports/net-zero-challenge-the-supply-chain-opportunity>
46. MEASURING INDUSTRY'S TEMPERATURE An Environmental Progress Report on European Logistics <https://www.the-klu.org/landingpages/sustainability-study/>
47. Climate Action Pays Off in Transportation and Logistics <https://index1520.com/en/analytics/borba-s-izmeneniem-klimata-okupaet-sebya-v-transporte-i-logistike/>
48. Mobility's future: An investment reality check <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/mobilitys-future-an-investment-reality-check>
49. Transportation – Long-Term Climate Vulnerability Scores <https://www.fitchratings.com/research/corporate-finance/transportation-long-term-climate-vulnerability-scores-25-04-2022>
50. Викиди від транспорту та як з ними боротися <https://fra.org.ua/ru/an/publikatsii/analitika/vikidi-vid-transportu-i-iak-z-nimi-borotisia>
51. Global Transport's Role, Demand Lessen Climate Vulnerability <https://www.fitchratings.com/research/corporate-finance/global-transport-role-demand-lessen-climate-vulnerability-25-04-2022>
52. Green transport and cleaner mobility are key to meeting climate goals <https://www.weforum.org/agenda/2022/06/green-transport-and-cleaner-mobility-are-key-to-meeting-climate-goals/>
53. Freight Transport And The EU Green Transition <https://impakter.com/drive-to-55-freight-transport-and-the-eu-green-transition/>

Агросектор

54. Cultivated meat: Out of the lab, into the frying pan <https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/cultivated-meat-out-of-the-lab-into-the-frying-pan>
55. Technologies that will help make the food system carbon neutral <https://theconversation.com/5-technologies-that-will-help-make-the-food-system-carbon-neutral-182846>
56. Vertical Farming for the Future <https://www.usda.gov/media/blog/2018/08/14/vertical-farming-future>
57. Українські аграрії приєднались до програми «Байєр» з декарбонізації сільського господарства в Європі <https://www.bayer.com/uk/ua/bayer-launches-its->

decarbonization-program-for-agriculture-in-ukraine

58. Nespresso стане компанією з нульовим викидом вуглецю до 2022 року <https://socotvet.ru/news/nespresso-stanet-kompaniej-s-nulevym-vybrosom-ugleroda-k-2022-godu/>
59. Європейські стартапи з FoodTech 500 <https://sifted.eu/articles/top-20-foodtech-startups/>
60. Agricoool розробляє «ферму в контейнері» <https://hightech.plus/2018/12/06/agricool-razrabativaet-fermu-v-konteynere>
61. Decarbonizing the food system: Time is running out! <https://www2.deloitte.com/nl/nl/pages/consumer/articles/decarbonizing-the-food-system-time-is-running-out.html>
62. Why agricultural reform is needed to achieve net zero emissions <https://odi.org/en/insights/why-agricultural-reform-is-needed-to-achieve-net-zero-emissions/>
63. Розрахунок викидів парникових газів в Україні до 2030 року https://ubta.com.ua/files/20210713/Annex_2.pdf
64. Стефанішина: Україна може стати джерелом для трансферу «зелених» технологій у агросекторі <https://agroportal.ua/news/ukraine/stefanishina-ukraine-mozhet-stat-istochnikom-dlya-transfera-zelenykh-tekhnologii-v-agrosektore>
65. Scope of the Challenge and Menu of Possible Solutions (Synthesis) <https://research.wri.org/wrr-food/scope-challenge-and-menu-possible-solutions-synthesis>

Будівництво

66. How technology is keeping modern buildings on top form <https://www.jll.com.tr/tr/trendler-ve-bilgiler/is-yeri/how-technology-is-keeping-modern-buildings-on-top-form>
67. How are circular economy principles taking hold in real estate? <https://www.jll.co.uk/en/trends-and-insights/cities/how-are-circular-economy-principles-taking-hold-in-real-estate>
68. За даними Net Zero Carbon Cities: An Integrated Approach https://www3.weforum.org/docs/WEF_Net_Zero_Carbon_Cities_An_Integrated_Approach_2021.pdf
69. Biomason and StoneCycling announce launch of BioBasedTiles product to propel adoption of low-carbon building materials throughout Europe https://biomason.com/wp-content/uploads/2022/06/07-June-2022_Biomason-x-StoneCycling-Press-Release.pdf
70. Sustainable Building Materials <https://www.stonecycling.com/>
71. DECARBONIZING THE BUILDING SECTOR <https://insight.factset.com/decarbonizing-the-building-sector>
72. Every building on the planet must be 'net zero carbon' by 2050 to keep global warming below 2°C <https://www.worldgbc.org/news-media/every-building-planet-must-be-%E2%80%99net-zero-carbon%E2%80%99-2050-keep-global-warming-below-2%C2%B0c-new>
73. 10 Key steps to decarbonise the construction industry <https://www.construction-europe.com/news/10-key-steps-to-decarbonise-the-construction-industry/8014199.article>
74. Call for action: Seizing the decarbonization opportunity in construction <https://www.mckinsey.com/industries/engineering-construction-and-building-materials/our-insights/call-for-action-seizing-the-decarbonization-opportunity-in-construction>
75. Accelerating the Decarbonization of Buildings: The Net-Zero Carbon Cities Building Value Framework <https://www.weforum.org/reports/accelerating-the-decarbonization-of-buildings-the-net-zero-carbon-cities-building-value-framework/>